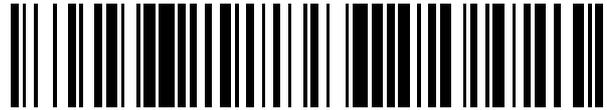


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 406 695**

51 Int. Cl.:

**D21B 1/12** (2006.01)

**D21B 1/34** (2006.01)

**D21C 7/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2010 E 10700150 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2013 EP 2398958**

54 Título: **Sistema y método para producir bio-productos**

30 Prioridad:

**13.01.2009 DK 200900047**

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

**07.06.2013**

73 Titular/es:

**BIOGASOL APS (100.0%)  
Lautrupvang 2A  
2750 Ballerup , DK**

72 Inventor/es:

**BELDRING, FINN;  
LUKIC, DRAGAN y  
HILSTRØM, TROELS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 406 695 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).

**DESCRIPCION**

Sistema y método para producir bio-productos.

**5 CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un sistema y método para producir bio-productos así como para controlar el contenido en agua de la biomasa antes de que la biomasa deshidratada se introduzca en un reactor de proceso con el fin de ser tratada térmicamente y posteriormente fermentada según las partes de la introducción de las reivindicaciones 1 a 14. Dichos sistema y método son conocidos del documento DE 29 41505 A. Aunque la descripción de la presente invención está enfocada en la biomasa, se entiende que la invención se puede aplicar generalmente al control del contenido de agua mediante la aplicación de un procedimiento de alimentación y deshidratación a un material en forma de suspensión o pulpa que comprende una mezcla de un líquido y materia sólida, estando dicho material típicamente en suspensión en el líquido y está impregnado de líquido.

**15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Entre los combustibles procedentes de biomasa vegetal, el etanol ha recibido una atención particular como sustitución o complemento potencial para productos derivados del petróleo. La producción de etanol a partir de biomasa normalmente se obtiene a través de un proceso de fermentación del material biológico de partida rico en azúcar o almidón tales como cereal, caña de azúcar o maíz, también denominado bio-etanol de primera generación.

Para minimizar el coste de producción y aumentar el potencial del bio-etanol producido a partir de la biomasa, es crucial usar biomasa lignocelulósica en forma de subproductos de bajo coste procedentes de jardinería, agricultura, actividades forestales, industria maderera, y similares: de este modo, por ejemplo, materiales tales como tallo de maíz, desechos forestales, serrín y virutas de madera. El etanol producido a partir de este tipo de biomasa se denomina también bio-etanol de segunda generación.

La biomasa lignocelulósica contiene polímeros de azúcar en forma de hemicelulosas y celulosa. Antes de que estos azúcares puedan ser fermentados a etanol los polímeros de azúcar tiene que ser fragmentados a sus monómeros de azúcar. Una forma común de fragmentar los polímeros es usar hidrólisis enzimática. Para aumentar la disponibilidad de la biomasa para las enzimas la biomasa lignocelulósica a menudo sufre un pretratamiento térmico/químico.

El seguir una solución termoquímica tal como un proceso a menudo requiere que la temperatura de la materia biológica se eleve a una temperatura que está por encima del punto de ebullición de líquido en el que dicha materia biológica está contenida. Por lo tanto, la persona experta a menudo se enfrenta con el problema de presurizar la suspensión o la pulpa que contiene la materia biológica de manera que la temperatura puede ser aumentada a temperaturas superiores al punto de ebullición del líquido manteniendo mientas en fluido en estado líquido.

Dichos procedimientos se realizan a menudo en un recipiente, tal como una cámara de un reactor en el que la presión y temperatura, en muchos casos prácticos, se elevan relativamente a las condiciones atmosféricas mientras que el material biológico de partida es almacenado y tomado de un depósito en condiciones atmosféricas. Esto es propenso a enmascarar los riesgos de seguridad y otros problemas relacionados con los mismos, ya que la elevada presión en el reactor tenderá a impulsar el material contracorrente en el aparato, y en algunos casos, se puede producir el denominado estallido inverso de vapor de agua, amoníaco o, en general, compuestos químicos y otras mezclas gaseosas, muy calientes fuera del reactor y contracorrente en el sistema de producción de bio-etanol. Dicho estallido inverso puede dar lugar, por ejemplo, a la rotura y destrucción del sistema y en algunos casos causar daños a personas que manejan el sistema.

De este modo, existe un problema relacionado con la prevención de que se produzca un estallido inverso mientras se permite la alimentación de material biológico en el reactor.

En un aspecto adicional, un sistema de producción eficiente puede requerir que el proceso en el reactor se efectúe de modo continuo y, en dichos aspectos, existe un problema adicional relacionado con que las necesidades de alimentación sean continuas.

Se han hecho sugerencias para resolver este problema. Por ejemplo, en el documento US 4.270.976 se sugiere el uso de un alimentador de atornillado de tapón para transportar una pulpa hacia un reactor. La alimentación por tornillo se monta de manera que la pulpa es deshidratada y cotejada durante su transporte hacia la entrada del reactor con objeto de producir un "bio-tapón" que se pretende que produzca un sellado del reactor. Esta solución no ha terminado de remediar el problema y requiere un control exhaustivo en combinación con el contenido de agua, tipo, trituración, cantidad, tamaño de partículas y distribución de la biomasa introducida y la velocidad de alimentación para obtener el tapón. Naturalmente, la constitución del material de partida varía dentro de unos amplios límites y el resultado final es que el problema de seguridad no ha sido resuelto y el procedimiento no es muy efectivo debido a que el tapón producido no siempre produce un sellado hermético.

Con el fin de aumentar la disponibilidad de los métodos de bio-tapón, se ha aplicado diferentes medidas hidráulicas. Por ejemplo, en el documento WO0007806 dichas medidas hidráulicas incluyen un movimiento oscilante de un alimentador de tornillo para proporcionar un compactado adicional al bio-tapón o incluye una válvula en el extremo del alimentador de tornillo que puede cerrar la entrada al reactor.

El documento EP 1775376 describe un aparato para preparar fibras de madera procedentes de virutas de madera alimentando las virutas a través de un tornillo de apisonamiento que comprende medir la conductividad de un tapón de virutas que deja el tornillo y usar el resultado como parámetro de control para controlar el tratamiento aguas abajo de las virutas y/o las fibras.

El documento DE 29 41 504 A1 describe un método para fabricar un material fibroso mecánico a partir de tiras de un material que contiene lignocelulosa mediante la desfibración del material en tiras en una atmósfera de vapor de agua. El método comprende varias etapas en las que el material por medio de un transportador de tornillo es comprimido en un tapón hermético al vapor de agua que se desliza hacia delante.

El documento WO 83/02788 A1 describe un método y un dispositivo para producir pulpa de fibras a partir de un material de partida fibroso que contiene lignocelulosa, en el que dicho material es sometido a precalentamiento en un precalentador mediante vapor de agua y después se tritura a presión aumentada de vapor de agua o gas entre discos de trituración que giran uno respecto al otro en un aparato de trituración para formar una pulpa de fibras que es impulsada desde el aparato en el que se aloja mediante el vapor de agua o el gas al interior de un dispositivo de separación. El material es transportado no sólo al precalentador sino también desde este último al aparato de trituración por medio de un transportador de tornillo formando un tapón hermético al vapor de agua del material.

El documento DE 10 45 221 B describe un método y un dispositivo para crear y triturar un tapón resistente a la presión de material de celulosa. Dicho tapón se crea mediante un transportador de tornillo.

De este modo, hasta ahora el problema del estallido inverso desde el reactor hacia dentro del sistema no ha sido resuelto todavía de forma efectiva y la presente invención busca mitigar al menos algunos de los problemas relacionados con el mismo.

Por lo tanto, sería ventajoso desarrollar un aparato de alimentación mejorado en el que se evite de manera segura el estallido inverso y la contracorriente del material tratado y a su vez se pueda conseguir una alimentación continua.

#### COMPENDIO DE LA INVENCION

Por lo tanto, la invención busca preferiblemente mitigar, aliviar o eliminar una o más de las desventajas mencionadas anteriormente individualmente o en cualquier combinación. En particular, se puede ver como un objeto de la presente invención proporcionar un aparato que tenga la función de alimentar y deshidratar biomasa antes de que dicha biomasa deshidratada se introduzca en un reactor de proceso. En el aparato estos tratamientos, es decir, alimentación y deshidratación se realizan a una presión más alta o igual a la presión dentro del reactor.

Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar una alternativa ventajosa a la técnica anterior proporcionando un aparato de alimentación en el que la alimentación se realice de modo continuo.

La presente invención se refiere a un aparato que puede ser parte de un sistema de pretratamiento en una planta para la producción de bio-etanol. El aparato tiene la función de alimentar y deshidratar biomasa de manera que se controle el contenido de agua en la biomasa antes de que dicha biomasa deshidratada se introduzca en un reactor de proceso, por ejemplo, en un reactor de gasificación. Los procedimientos de alimentación y deshidratación se realizan a una presión mayor o igual a la presión dentro del reactor resolviendo, por lo tanto, el problema de estallido inverso y proporcionando una alternativa al "bio-tapón" referido en la técnica anterior.

El mantener la presión dentro del aparato de alimentación a una presión más alta o igual a la presión dentro del reactor tiene la ventaja de producir un sellado hermético al fluido del reactor inducido por la diferencia de presiones que evita cualquier estallido inverso y flujo de material contracorriente hacia el interior del sistema de producción del bio-etanol. Una diferencia principal con el sistema de "bio-tapón" referido en la técnica anterior es que la invención proporciona un sistema de seguridad fácil que evita físicamente un estallido inverso del vapor de agua.

Una ventaja adicional de la presurización del aparato de alimentación es que éste facilita la alimentación continua, por ejemplo, evitando la necesidad de un sistema de entradas.

Una ventaja incluso adicional del aparato es que la biomasa en la alimentación puede proporcionar una barrera térmica para el reactor, por ejemplo, un pretratamiento térmico de una planta de biogas.

El aparato puede recibir biomasa previamente reducida a pulpa o una suspensión mediante un sistema de pretratamiento que incluye medios para triturar, impregnar la biomasa, es decir, producir una pulpa. La trituración se usa en esta memoria para indicar el proceso de reducir a trozos pequeños o partículas. La pulpa se usa en esta

memoria para indicar una mezcla de fibras de material y un fluido usualmente agua. La suspensión se usa en esta memoria para indicar una suspensión de partículas insolubles usualmente en agua.

5 Aunque la descripción de la presente invención está centrada en la biomasa, se entiende que la invención es generalmente aplicable para controlar el contenido de agua mediante la aplicación de un procedimiento de alimentación y deshidratación a un material en forma de suspensión o pulpa que comprende una mezcla de un líquido y una materia sólida, estando dicho material típicamente en suspensión en el líquido y está impregnado en el líquido.

10 El objeto y varios otros objetos de la invención se consiguen proporcionando, en un primer aspecto, un sistema para producir bio-productos según una parte de caracterización de la reivindicación 1.

15 La alimentación, es esta memoria, se define como la acción o proceso de suministrar material a una maquinaria para su tratamiento adicional que conlleva principalmente el transporte del material pero también el tratamiento parcial del material, por ejemplo, la reducción de su contenido de líquido.

El transporte del material se puede realizar mediante medios de transporte activos o pasivos.

20 En algunas realizaciones, el transporte del material se puede realizar mediante un medio de transporte pasivo de manera que el transporte es proporcionado por la inclinación negativa del recipiente. En este caso, el aparato según la invención se coloca con cierto grado de inclinación negativa con respecto a la dirección del flujo del material entre la entrada de material y la salida de material. La inclinación negativa facilita el flujo del material desde la entrada de material hacia la salida de material por medio de la gravedad. En otra realización, el transporte del material se puede realizar mediante un medio de transporte activo tal como un tornillo de transporte.

25 El tornillo de transporte puede ser accionado por motor de velocidad variable y puede proporcionar el transporte forzado del material hacia la salida de material mediante un movimiento rotatorio a lo largo de su eje.

30 En algunas realizaciones, el medio de transporte del aparato de alimentación, según algunas de las realizaciones de la invención, está adaptado para proporcionar un transporte de dicho material a una velocidad constante.

35 En otra realización, el medio de transporte del aparato de alimentación según la invención, es o comprende una bomba de cavidad progresiva. El uso de una bomba de cavidad progresiva puede proporcionar una ventaja al aparato ya que el precalentamiento del material alimentado se puede realizar en el aparato de alimentación después de haber sido prensada el agua de impregnación fuera del material. Puesto que el aparato de alimentación puede estar bajo una presión por encima de la presión atmosférica, este precalentamiento se puede conseguir usando agua supercalentada, es decir, agua calentada a una temperatura superior a su punto de ebullición, por ejemplo 140° C. El agua supercalentada se puede producir usando el calor que de otro modo sería desaprovechado, por ejemplo, empleando el calor producido por procesos de hidrólisis exotérmica aguas abajo en la planta de producción de bio-etanol.

40 En algunas realizaciones preferidas según la invención, el medio de transporte es o comprende medios de deshidratación tales como una prensa de tornillo.

45 En este caso, el transporte del material y la deshidratación se pueden realizar al mismo tiempo, por ejemplo, mediante una prensa de tornillo. El movimiento de la prensa de tornillo reduce el contenido de líquido del material y, a su vez, transporta dicho material hacia la entrada de material.

50 En otra realización, el transporte y la deshidratación están desacopladas y se realizan respectivamente mediante dos dispositivos diferentes, por ejemplo, una prensa de tornillo que comprime y estruja un líquido fuera del material después de la entrada de material y un tornillo de transporte que transporta el material deshidratado hacia la salida de material, respectivamente.

55 En otras realizaciones, el aparato de alimentación según el primer aspecto de la invención, comprende además en el interior de dicho recipiente medios para deshidratar el material que va a ser alimentado a dicho reactor.

60 La deshidratación del material introducido se puede realizar en combinación con su transporte, como se describió anteriormente o separadamente. Los medios para deshidratar son o comprende, por ejemplo, un transportador de gusano rotatorio. El transportador de gusano rotatorio comprime el material que va a ser deshidratado en una zona del recipiente en el que el líquido comprimido es descargado.

65 En otra realización, los medios para deshidratar son o comprende un pistón recíproco. En esta realización, el movimiento del pistón está sincronizado con la sección interior del material a través de la entrada de material. Después de la introducción el movimiento recíproco del pistón comprime el material empujando el agua antes de dejar espacio para la introducción de material adicional.

- 5 En una realización adicional, los medios para la deshidratación son o comprenden un tornillo de compresión pulsante. La combinación de un movimiento pulsante durante la compresión inducida por un tornillo proporciona una deshidratación más efectiva del material, lo cual proporciona la ventaja del efecto que se consigue cuando una compresión fuerte sigue a una compresión menos fuerte.
- 10 En realizaciones adicionales la deshidratación se puede realizar mediante un transportador de cinturón de filtro en el que la diferencia de presión entre dos lados opuestos del cinturón permite la separación entre el contenido de sólidos del material, que permanece en el cinturón, y el líquido contenido en el material, que se recoge en el otro lado del filtro.
- Un ejemplo adicional de deshidratación puede ser también un separador giratorio, por ejemplo, un centrifugador.
- 15 En general, los medios de deshidratación reducen el contenido de disolvente, tal como el contenido de agua de dicho material al 60%, más preferiblemente al 40%, incluso más preferiblemente al 10% en peso.
- Según se usan en esta memoria, el contenido de agua se define como porcentaje en peso, o simplemente % en peso, como el peso del agua con respecto al peso del material, es decir, % de peso/peso. Por ejemplo un contenido de 60% de agua significa que el 60% del material es agua y el otro 40% es materia seca.
- 20 En otras realizaciones, el medio o los medios deshidratación reducen el contenido de disolvente, tal como el contenido de agua del material hasta el 90%, más preferiblemente hasta el 85%, incluso más preferiblemente hasta el 80% en peso. Un contenido de humedad más alto puede resultar ventajoso para aplicaciones específicas, por ejemplo, para alimentar un reactor de gasificación.
- 25 En una realización, el funcionamiento de dicho medio o medios de deshidratación reducen el contenido de disolvente, tal como el contenido de agua de dicho material al 75%.
- El aparato puede funcionar también con un material con un contenido de sólidos secos entre 0 y 100%.
- 30 La material seca puede estar disuelta o no disuelta, es decir, en suspensión en el disolvente, por ejemplo, fibras suspendidas en aceite.
- En realizaciones adicionales, el aparato de alimentación según la invención, puede comprender preferiblemente una pluralidad de perforaciones a lo largo de la pared interna de dicho recipiente y medios de paso que conectan dichas perforaciones a dicha entrada de un líquido.
- 35 Estas perforaciones pueden tener diferentes formas y tamaños y formar una rejilla de protección del material que permite la difusión del agua fuera reteniendo a su vez el material dentro del recipiente.
- 40 En algunas realizaciones, el aparato de alimentación según la invención, puede comprender preferiblemente un circuito de recirculación de manera que el líquido descargado a través de dicha salida de líquido se reutilice en el tratamiento de prealimentación del material. La recirculación y reutilización de todas las corrientes producidas en la producción de biocombustible es crucial para maximizar la cantidad de bio-etanol y minimizar los residuos de agua de tratamiento. La presencia de un circuito de recirculación permite volver a introducir el líquido descargado, tal como agua, en el proceso y así poder ser usado como agua de impregnación en el primer tratamiento del material antes de entrar en el aparato de alimentación.
- 45 En otras realizaciones, el aparato de alimentación según la invención, comprende además medios para mantener la presión del líquido descargado por encima de la presión atmosférica.
- 50 La ventaja de descargar líquido a alta presión se puede usar para purificar el líquido antes de volver a ser introducido en el procedimiento de producción. Por ejemplo, se puede usar la alta presión como una fuerza impulsora para separar el soluto de una solución usando una membrana, por ejemplo, una membrana de ultrafiltración u ósmosis inversa que retiene el soluto en un lado y permite el paso del líquido puro en el otro lado, haciendo que se purifique suficientemente para su reutilización en el procedimiento de producción.
- 55 En realizaciones adicionales, el aparato de alimentación según la invención, comprende además medios de filtración para reducir el contenido no deseado en el líquido descargado, por ejemplo, antes de entrar en el circuito de recirculación.
- 60 En esta memoria, se definen como medios de filtración los medios de filtración eficientes conducido por presión, por ejemplo, membrana de ósmosis inversa, conducidos por gravedad, por ejemplo, tamices con diferentes tamaños de malla, o inducidos químicamente, por ejemplo, resinas de intercambio iónico. En esta memoria, se define como contenido no deseado como la materia o los elementos, por ejemplo iones metálicos como  $\text{Na}^+$  ó  $\text{K}^+$ , que pueden inhibir el tratamiento adicional del material, por ejemplo, hidrólisis y fermentación.
- 65

La reducción del contenido no deseado en el líquido descargado antes de entrar en el circuito de recirculación tiene, por lo tanto, la ventaja de maximizar la producción de bio-etanol aumentando la eficiencia del procedimiento.

5 En realizaciones adicionales, el aparato de alimentación según el primer aspecto, comprende además, al menos una entrada de líquido para introducir un líquido dentro del recipiente.

10 La presencia de dicha entrada de líquido permite un control preciso del contenido de líquido del material introducido en el aparato. Por ejemplo, la introducción regulada de un líquido, tal como agua de recién aportación, se puede tener pensada en los casos en los que, debido a la naturaleza particular del material introducido, tuvo lugar una excesiva deshidratación.

15 Esta característica permite también introducir líquido de irrigación/lavado para lavar el contenido indeseado fuera del material o para irrigar el sistema durante la operación de mantenimiento. Por ejemplo, el contenido indeseado pueden ser sales, silicatos u otros minerales que pueden estar presentes en la biomasa. Este contenido puede causar la corrosión de los reactores dentro del sistema y también pueden precipitar y obstruir los filtros o las columnas de destilación a lo largo del sistema. La ventaja de introducir un líquido de irrigación/lavado es que permite una operación de aclarado/lavado del material, por ejemplo, biomasa, seguido de la retirada de la mayoría del agua de impregnación del sistema retirando, por lo tanto, todo el contenido indeseado de la biomasa. La presencia de una operación de lavado puede resultar ventajosa en una aplicación específica del aparato, por ejemplo, para lavar paja que va a ser alimentada en una planta energética de combustión.

20 En una realización, el aparato de alimentación según la invención, comprende además medios de monitorización para monitorizar la humedad del material que va a ser alimentado en el reactor.

25 Los medios de monitorización son, por ejemplo, un sensor de humedad electrónico que cuando está colocado en el interior del recipiente una vez en contacto con el material proporciona información acerca de la cantidad de agua contenida en el material.

30 En otra realización, el aparato de alimentación según la invención, comprende además medios automatizados para responder a la salida de dichos medios de monitorización para controlar la cantidad de líquido introducida a través de dicha entrada de líquido y la cantidad de líquido descargado a través de dicha salida de líquido.

35 Por ejemplo, las condiciones de baja humedad detectadas por un sensor de humedad dentro del recipiente desencadenan una respuesta, transmitiendo datos a través del recipiente, lo que permite la inserción de un líquido a través de la entrada de líquido. Una vez conseguido el estado de humedad deseado y detectado por el sensor líquido se desencadena una respuesta correspondiente y se detiene la introducción de líquido.

En otra realización según la invención, los medios de presurización son o comprende al menos una bomba.

40 La presión en el interior de recipiente se puede proporcionar por una o más bombas. Por ejemplo, la presión se puede proporcionar por la bomba, tal como una bomba de desplazamiento o una bomba centrífuga, que impulsa el material hacia la entrada de material y al interior del recipiente, en esta memoria denominada bomba de entrada de material. La presión en el interior del recipiente se puede proporcionar también mediante un medio de presión de gas individual, por ejemplo, para presión atmosférica un compresor de aire. El suministrar el recipiente con una presión que sea más alta que la presión en el interior del reactor, proporciona también la ventaja de proporcionar un aislamiento térmico aguas abajo y más eficiente del reactor.

50 En otras realizaciones, el aparato de alimentación según la invención comprende un alojamiento externo de dicho aparato de alimentación.

Este alojamiento externo puede proporcionar una seguridad extra en evitar cualquier estallido inverso y flujo de material contracorriente al interior del sistema de producción de bio-etanol.

55 En otras realizaciones, los medios de presurización son o comprenden al menos una bomba que proporciona una presión dentro de dicho alojamiento externo mayor o al menos igual a la presión en el interior del reactor.

60 La diferencia de presión entre el reactor y el aparato de alimentación se puede mantener mediante una bomba, tal como un compresor de aire que mantiene la presión del alojamiento externo del aparato de alimentación más alta o al menos igual a la presión en el interior del reactor proporcionando un sellado hermético al fluido del reactor.

En algunas realizaciones, los medios de presurización son o comprenden al menos una bomba que proporciona una presión en el interior de dicho recipiente mayor o al menos igual a la presión en el interior del reactor.

65 La presión en el interior del recipiente se puede proporcionar mediante una bomba de entrada de material y/o una o más bombas secundarias.

En una realización adicional, los medios de presurización comprenden al menos una bomba que proporciona una presión en el interior de dicho recipiente más alta o al menos igual a la presión en el interior del reactor y al menos una bomba que proporciona una presión en el interior de dicho alojamiento externo más alta o al menos igual a la presión en el interior del reactor.

5 La diferencia principal entre el aparato de alimentación y el reactor, que se puede proporcionar mediante los medios de presurización proporcionando una presión en el interior del recipiente, mientras se mantiene el alojamiento externo a una presión más alta o igual a la presión en el interior del reactor, puede proporcionar una seguridad auxiliar para evitar cualquier estallido inverso.

10 En realizaciones adicionales, la entrada de material del aparato de alimentación comprende una válvula tal como una válvula de retención.

15 La presencia de una válvula permite controlar la presión en el interior del aparato.

La presurización de la biomasa dentro del aparato se puede proporcionar también parcialmente mediante los medios de deshidratación por la formación de, por ejemplo, un bio-tapón. Por lo tanto, el proceso de deshidratación puede contribuir a la presurización de la biomasa que va a ser alimentada dentro del reactor.

20 En algunas realizaciones, el aparato de alimentación según la invención comprende medios para añadir agentes químicos al material deshidratado.

25 En otras realizaciones, el aparato de alimentación según la invención comprende además medios para añadir agentes químicos de manera que la adición proporcione variación en la acidez del material.

En un segundo aspecto, el objeto y otros diversos objetos de la invención se consiguen mediante un método para producir bio-productos según la parte de caracterización de la reivindicación 14.

30 En el contexto presente, se usan diversos términos de una manera que resulta común para un experto en la técnica. Sin embargo, con el fin de especificar las características comprendidas en algunos de los términos se presenta más adelante una definición general de algunos de dichos términos.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

35 El método y aparato para alimentar materia a un reactor de proceso según la invención se describirá ahora con más detalle con respecto a las figuras que se acompañan. Las figuras muestran una manera de implementar la presente invención y no se pretende que limiten otras posibles realizaciones que están dentro del alcance del conjunto de reivindicaciones adjuntas.

40 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de pretratamiento de biomasa que incluye un pretratamiento y alimentación a un subsistema del reactor de proceso, que muestra el subsistema de alimentación que tiene una funcionalidad de presurización, deshidratación y alimentación según la invención.

La Figura 2 muestra una representación esquemática de un sistema de pretratamiento de biomasa que incluye un aparato para alimentar materia a un reactor de proceso según la invención.

45 La Figura 3 muestra una sección transversal del aparato de alimentación en detalle según una realización de la invención.

La Figura 4 muestra diversos elementos según una realización de la presente invención.

La Figura 5 muestra una vista de sección transversal de una realización preferida según la invención, en la que el transporte del material se realiza mediante una bomba de cavidad progresiva.

50 La Figura 6 muestra una sección transversal del aparato de alimentación según otra realización de la invención.

La Figura 6a muestra el flujo de pulpa a través del aparato de alimentación según la realización de la invención mostrada en la figura 6.

#### 55 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UNA REALIZACIÓN

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de pretratamiento de biomasa 100 que tiene dos subsistemas principales, a saber, un pretratamiento 101 y una alimentación 102 a un reactor de proceso. El pretratamiento 101 incluye medios para recibir una biomasa seca, medios para impregnar y triturar dicha biomasa, es decir, para producir una pulpa, y medios de bombeo para distribuir dicha pulpa. El aparato de alimentación 102 según la invención incluye medios de presurización para mantener una presión más alta que la presión atmosférica, medios de deshidratación para reducir el contenido de agua de dicha pulpa y medios de transporte para alimentar dicha pulpa al interior de un reactor de proceso.

65 En la Figura 2 se describe con más detalle con respecto a los diversos elementos, una representación esquemática del sistema de pretratamiento de biomasa que incluye un aparato para alimentar materia a un reactor de proceso según la presente invención.

- 5 En el subsistema de pretratamiento 101 la biomasa es recogida y transportada, por ejemplo, a través de un transportador 201, e introducida dentro de un tanque de impregnación 202. En el tanque de impregnación el agua y la biomasa, tal como paja, se mezclan mediante, por ejemplo, un vórtex 203, y se reducen a una pulpa. Un cortador 204, por ejemplo, un disco rotatorio, tritura la pulpa y una bomba 205, por ejemplo, una bomba de desplazamiento, conduce la pulpa al interior del aparato de alimentación 102. El aparato de alimentación 102 comprende una entrada para la pulpa y una zona de deshidratación 1, una zona de lavado 2 para diluir/añadir/lavar la pulpa con un líquido, una zona de prensado 3, una zona de descompresión y transporte 4 y una zona de alimentación 5 para alimentar la pulpa deshidratada y lavada al reactor de proceso.
- 10 En el aparato de alimentación 102, después de introducir la pulpa a través de un conducto 206, se realiza la deshidratación en la zona de deshidratación 1 mediante un medio de deshidratación 207, tal como un tornillo de prensado. El agua de impregnación presada fuera de la pulpa es recogida a través de un conducto 208 y puede llegar a ser parte de un circuito de recirculación y ser reutilizada como agua de impregnación a través de una válvula 209 y un conducto 210. Los medios de deshidratación 207 deshidratan y transportan la pulpa dentro de la zona de lavado 2 en la que se introduce un líquido de lavado, por ejemplo agua, a través de un conducto 211 y se regula por una válvula 212. El líquido de lavado, prensado adicionalmente fuera de la pulpa en la zona de prensado 3, es recogido a través del conducto 213. En el caso en el que dicho líquido sea agua, ésta es recogida junto con el agua de impregnación para su reutilización. El agua de impregnación así como el agua de lavado son descargadas a alta presión y se pueden tratar adicionalmente por medios de filtración para reducir su contenido en sólidos o sales antes de su reutilización. La pulpa se conduce desde la zona de presión 3 a través de la zona de descompresión y transporte mediante los medios de transporte 214, por ejemplo, un tornillo de transporte, a la zona de alimentación 5 antes del reactor de proceso 215.
- 15
- 20 En la realización mostrada en las figuras, la presión de proceso del aparato de alimentación 102 se establece por los medios de presurización 216, por ejemplo, un compresor de aire que aplica una presión al alojamiento externo (no mostrado) del aparato de alimentación 102. Sin embargo, los medios de presurización 216 se pueden omitir y la presurización se puede efectuar por la bomba 205 que impulsa la pulpa al interior del aparato de alimentación 102.
- 25
- 30 La presencia de alta presión inducida por los medios de presurización 216 o por la bomba 205 contracorriente al reactor proporciona un impedimento para que se produzca un estallido inverso de vapor de agua, amoníaco o, en general, compuestos químicos y otros gases muy calientes fuera del reactor y contracorriente en el sistema. Regulando la presión en el aparato de alimentación es posible evitar la diferencia de presión entre la alimentación y el reactor, diferencia que generalmente desencadena dicho estallido inverso.
- 35
- 40 La Figura 3 muestra una sección transversal del aparato de alimentación 102 con detalle según una realización de la invención. El aparato de alimentación comprende un recipiente 301, tal como una cubierta tubular, que incluye una entrada para la pulpa y una zona de deshidratación 1, una zona de lavado 2 para diluir/añadir/lavar la pulpa con un líquido, una zona de presurización 3, una zona de transporte 4 y una zona de alimentación 5 para alimentar la pulpa lavada y compactada al reactor de proceso.
- 45
- 50 La pulpa es introducida en la zona de deshidratación 1 a través de un conducto 302 y deshidratada por un dispositivo de deshidratación tipo tornillo 303 accionado por un motor de velocidad variable 304. El dispositivo de deshidratación de tipo tornillo 303, en términos generales, está dispuesto para desplazar una masa de material en una dirección generalmente axial lejos del conducto 302 y hacia la zona de lavado 2. El agua de impregnación presada fuera de la pulpa es descargada a través del un conducto 305 y proporciona una fuente de agua a alta presión que puede ser reutilizada, por ejemplo, después de su filtración, como agua de impregnación en la primera etapa del procedimiento. La pulpa deshidratada transportada por el tornillo 303 se puede lavar con un líquido de lavado, por ejemplo, agua de recién aportación, en la zona de lavado 2. El contenido de humedad de la pulpa se puede regular mediante la adición controlada de agua de recién aportación a través del conducto 306. El dispositivo de deshidratación tipo tornillo 303 proporciona un mezclado efectivo de la pulpa y el líquido de lavado. El agua añadida es prensada adicionalmente fuera del zona de prensado 3 y descargada a través de las perforaciones 307 para ser recogida para su reutilización. Generalmente, la pulpa que entra en el conducto 302 con un contenido de materia seca de 6% aumenta su contenido seco hasta 25-60% en la zona de prensado 3. Después de la zona de prensado 3, la pulpa prensada en seco es descomprimida y mullida en pequeñas fibras de pulpa por un tornillo transportador 308 en la zona de descompresión y transporte 4. El tornillo de transporte 308 es accionado por un motor de velocidad variable 309 y transporta la pulpa mullida dentro de la zona de alimentación 5, en la que dicha pulpa es alimentada al reactor de proceso (no mostrado).
- 55
- 60 Con referencia a la figura 3, se pueden introducir opcionalmente compuestos químicos líquidos o gaseosos tales como peróxido de hidrógeno dentro de la zona de descompresión y transporte a través del conducto 310 en la zona de alimentación a través del conducto 311.
- 65
- La presurización del aparato de alimentación 102 se puede realizar mediante la bomba (no mostrada) que impulsa la pulpa dentro del aparato de alimentación a través del conducto 302. La presurización se puede proporcionar también a través del conducto 312 por una o más bombas secundarias (no mostradas). El aparato de alimentación completo

102 puede estar presurizado a una presión más alta o igual a la presión dentro del reactor por medios de presurización que mantienen dicha presión dentro del alojamiento externo (no mostrado) del aparato de alimentación 102.

5 La Figura 4 muestra una vista de la sección transversal de los diversos elementos según una realización de la presente invención que incluye un tanque de impregnación 202, un cortador 204, una bomba de desplazamiento 205 y una conexión 217 entre la bomba de desplazamiento 205 y el aparato de alimentación 102 y un reactor de proceso 215. En esta realización, el recipiente 301 del aparato de alimentación se muestra dividido en 4 secciones que se pueden identificar con la sección correspondiente a la zona de deshidratación y lavado 401, la zona de prensado 402, la zona de descompresión y transporte 403 y la zona de alimentación 404. Con preferencia a la Figura 4 como una realización opcional, el aparato de alimentación comprende todas las zonas mencionadas dentro de un único recipiente en vez recipientes individuales conectados como se muestra en la Figura 4.

15 La Figura 5 muestra una vista de sección transversal de una realización preferida según la invención, en la que el transporte del material se realiza mediante una bomba de cavidad progresiva. En la realización mostrada en la figura 5, el elemento de bombeo comprende un rotor una única de hélice 502 y un estator de doble hélice 501. El rotor de una única hélice 502 puede estar hecho de un material metálico, mientras que el estator 501 puede estar hecho de un material polímero elástico, tal como un elastómero. Debido al perfil especial del rotor 502 y del estator 501, se forma una línea de sellado a lo largo del jeme del rotor, que se mantiene en un estado estático o dinámico. A medida que el rotor 502 gira dentro del estator 501, las cavidades 504 avanzan desde la entrada de material 503 hacia la salida de material llevando el material a través del aparato de alimentación hacia el reactor de proceso.

20 La Figura 6 muestran una sección transversal del aparato de alimentación 600 según otra realización de la invención, en la que el transporte del material se realiza mediante un sistema de dos tornillos.

25 En esta realización, una cubierta 609 comprende un entrada 601 para la pulpa, una salida 608 para la pulpa deshidratada y una salida 602 para descargar el agua liberada por la pulpa. La pulpa es introducida en el aparato 600 a través de la entrada 601 y transportada y es primeramente deshidratada mediante el tornillo 604. Esta primera deshidratación ocurre principalmente por gravedad y presión. El agua liberada por la pulpa durante la deshidratación pasa a través del sistema neto 603 y es descargada a través de la entrada 602. El agua descargada puede ser reutilizada, por ejemplo después de su filtración, como se indicó en las realizaciones anteriores. El tornillo 604, en términos generales, está dispuesto para desplazar una masa del material, por ejemplo, la pulpa, en una dirección generalmente axial lejos de la entrada 601, hacia una zona de deshidratación 605, donde la pulpa es prensada durante su transporte. La pulpa a través de un elemento de transporte 606 luego se pone en contacto con un tornillo de alimentación 607 que esta dispuesto para desplazar una masa de material, por ejemplo, la pulpa, en dirección generalmente axial opuesta a la del tornillo 604.

35 El tornillo de alimentación 607 transporta la pulpa deshidratada hacia la salida 608 en la dirección de entrada del reactor (no mostrado). El tornillo 604 y el tornillo de alimentación 607 proporcionan el transporte de la pulpa mediante su rotación sobre, por ejemplo, las ruedas dentadas 610.

40 La Figura 6a muestra el flujo de pulpa a través del aparato de alimentación. La pulpa entra en el aparato 600 siguiendo la flecha 611 y es transportada y deshidratada siguiendo las flechas 612 por medio del tornillo 604 a través de la zona de deshidratación/lavado 613, en la que es prácticamente deshidratada por gravedad y presión. La pulpa entra en una segunda zona de deshidratación 614, en la que es prácticamente deshidratada por medio de presión. Siguiendo las flechas 615 la pulpa es alimentada a través de un tornillo de alimentación 607 hacia la salida 608 del aparato a lo largo de las flechas 616. Desde la salida 608 la pulpa, siguiendo las flechas 617 es alimentada al reactor.

45 Aunque la presente invención ha sido descrita en relación con las realizaciones especificadas, no se debe interpretar como que está limitada de ningún modo a los ejemplos presentados. El alcance de la presente invención se determina mediante el conjunto de realizaciones que se acompaña. En el contexto de las reivindicaciones, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros elementos o etapas posibles. También, la mención de referencias tales como "unos" ó "uno", etc., no se debe interpretar como excluyendo una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a los elementos indicados en las figuras tampoco se interpretará como limitación del alcance de la invención. Además, las características individuales mencionadas en las diferentes reivindicaciones, se pueden combinar posiblemente de manera ventajosa, y la mención de estas características en diferentes reivindicaciones no excluye que no sea posible y ventajosa una combinación de características.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un sistema para producir bio-productos. Tales como bio-etanol, a partir de material de biomasa, comprendiendo el sistema:
- 10 i) un subsistema de pretratamiento (101) para recoger, transportar, reducir a pulpa, triturar, y liberar dicho material de biomasa a un aparato de alimentación (102), comprendiendo dicho subsistema de pretratamiento (101) un cortador (204) adaptado para triturar la pulpa,  
 ii) dicho aparato de alimentación (102),  
 15 iii) un reactor (215) para transformar la estructura química y/o física de dicho material,
- estando dicho aparato de alimentación (102) adaptado para alimentar un material, preferiblemente orgánico, contenido en un líquido dentro de dicho reactor (215) y comprendiendo:
- 20 • un recipiente (301) que comprende una entrada de material para introducir dicho material dentro del recipiente y una salida de material para alimentar dicho material dentro de dicho reactor (215),  
 • medios de presurización para presurizar el material de manera que cuando dicho material está dentro del recipiente (391) se presuriza,  
 • medios de transporte (214) para transportar el material desde la entrada de material a la salida de material para alimentar dicho material dentro del reactor (215),  
 • al menos una salida de líquidos para descargar un líquido fuera del recipiente (301),  
 • dentro de dicho recipiente (301), medios para deshidratar el material que va a ser alimentado dentro de dicho reactor (215),
- 25 en el que los medios de presurización son o están adaptados para proporcionar una presión dentro del recipiente (301) más alta o al menos igual a la presión dentro del reactor (215),  
**caracterizado porque** el subsistema de pretratamiento (101) comprende una bomba (205) en forma de una bomba de desplazamiento adaptada para impulsar la pulpa dentro del aparato de alimentación (102), y porque la pulpa (205) se coloca entre el cortador (204) y el aparato de alimentación (102).
- 30 2.- Un sistema según la reivindicación 1, que comprende además al menos una entrada de líquido para introducir un líquido dentro del recipiente (301).
- 35 3.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los medios de presurización son o comprenden al menos una bomba (216).
- 40 4.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un alojamiento externo de dicho aparato de alimentación (102), y en el que los medios de presurización son o comprenden al menos una bomba que proporciona una presión dentro de dicho alojamiento externo más alta o al menos igual a la presión dentro del reactor (215).
- 45 5.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los medios de presurización son o comprenden una bomba de desplazamiento o una bomba centrífuga.
- 50 6.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha entrada de material comprende una válvula tal como una válvula de retención.
- 7.- Un sistema según la reivindicación 6, en el que dichos medios para deshidratar son o comprenden un transportador de gusano rotatorio, un pistón recíproco o un tornillo de compresión pulsante.
- 55 8.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho medio de transporte es un medio de transporte pasivo de manera que el transporte se proporciona mediante la inclinación negativa de dicho recipiente.
- 9.- Un sistema según las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho medio de transporte es un medio de transporte activo tal como un tornillo de transporte o es o comprende una bomba de cavidad progresiva.
- 60 10.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho medio de transporte es o comprende medios de deshidratación tal como una prensa de tornillo.
- 11.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una pluralidad de perforaciones a lo largo de la pared interna de dicho recipiente y medios de paso que conectan dichas perforaciones a dicha salida de un líquido.

12.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un circuito de recirculación de manera que el líquido descargado a través de dicha salida de líquido es reutilizado en un tratamiento de pre-alimentación del material.

5 13.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además medios de monitorización para monitorizar la humedad del material que va a ser alimentado en el reactor y que comprende medios automatizados para responder a la salida de dichos medios de monitorización para controlar la cantidad de líquido introducido a través de dicha entrada de líquidos y la cantidad de líquido descargado a través de dicha entrada de líquidos.

10 14.- Un método para producir bio-productos, tal como bio-etanol, a partir de material de biomasa, comprendiendo dicho método:

15 i) en un subsistema de pretratamiento (101) recoger, transportar, reducir a pulpa, triturar, y liberar dicho material de biomasa a un aparato de alimentación (102), comprendiendo dicho subsistema de pretratamiento (101) un cortador (204) adaptado para triturar la pulpa,  
ii) alimentar el material, preferiblemente orgánico, contenido en un líquido, desde dicho aparato de alimentación (102) dentro de un reactor (215), donde se transforma la estructura química y/o física del dicho material.

20 comprendiendo dicho aparato de alimentación (102):

- 25
- un recipiente (301) que comprende una entrada de material por medio de la cual dicho material es introducido dentro del recipiente y una salida de material por medio de la cual dicho material es alimentado dentro de dicho reactor (215),
  - medios de presurización que presurizan el material de manera que cuando dicho material está dentro del recipiente (301) está presurizado,
  - medios de transporte (214) que transportan el material desde la entrada de material a la salida de material, con lo que dicho material es alimentado dentro del reactor (215),
  - 30 • al menos una salida de líquidos que descarga un líquido fuera del recipiente (301),
  - dentro de dicho recipiente (301), medios para deshidratar el material que va a ser alimentado dentro de dicho reactor (215),

35 en el que, mediante los medios de presurización, se proporciona una presión dentro del recipiente (301) más alta o al menos igual a la presión dentro del reactor (215),

**caracterizado porque** en el subsistema de pretratamiento (101), la pulpa es triturada mediante el cortador (204) y posteriormente bombeada a través de una bomba (205) en forma de una bomba de desplazamiento, mediante la cual la pulpa triturada es impulsada dentro del aparato de alimentación (102).

40 15.- Un método según la reivindicación 14, en el que el funcionamiento de dichos medio o dichos medios de deshidratación reducen el contenido de disolvente, tal como el contenido de agua de dicho material al 90%, más preferiblemente al 85%, incluso más preferiblemente al 80%, incluso más preferiblemente al 75%, incluso más preferiblemente al 60%, incluso más preferiblemente al 40%, e incluso más preferiblemente al 10% en peso.

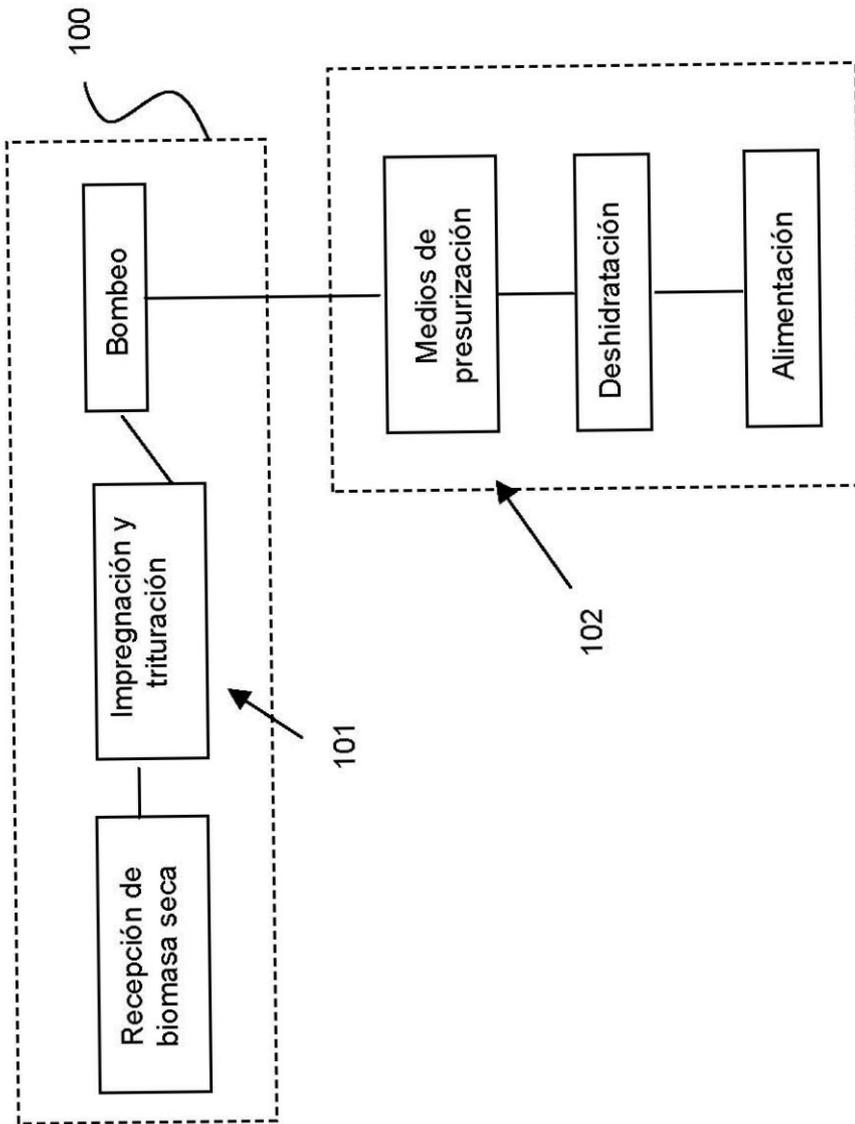


Fig.1

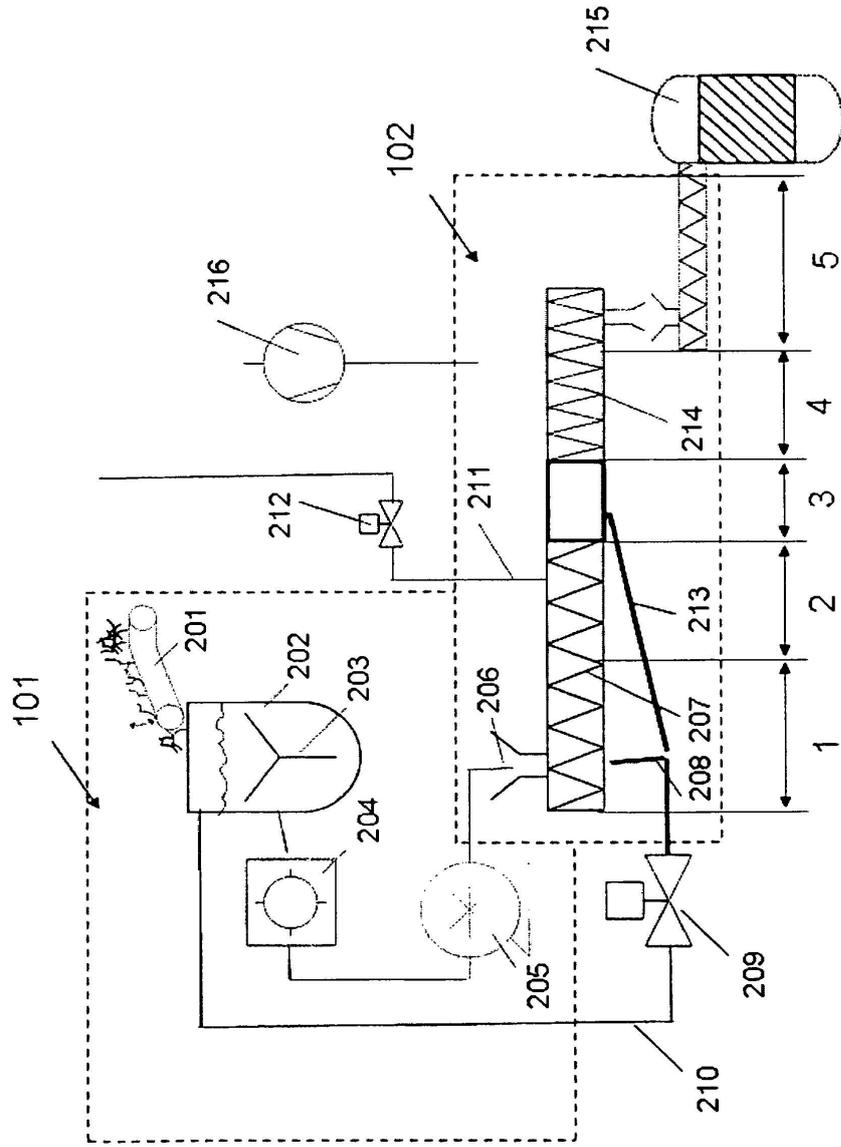


Fig. 2

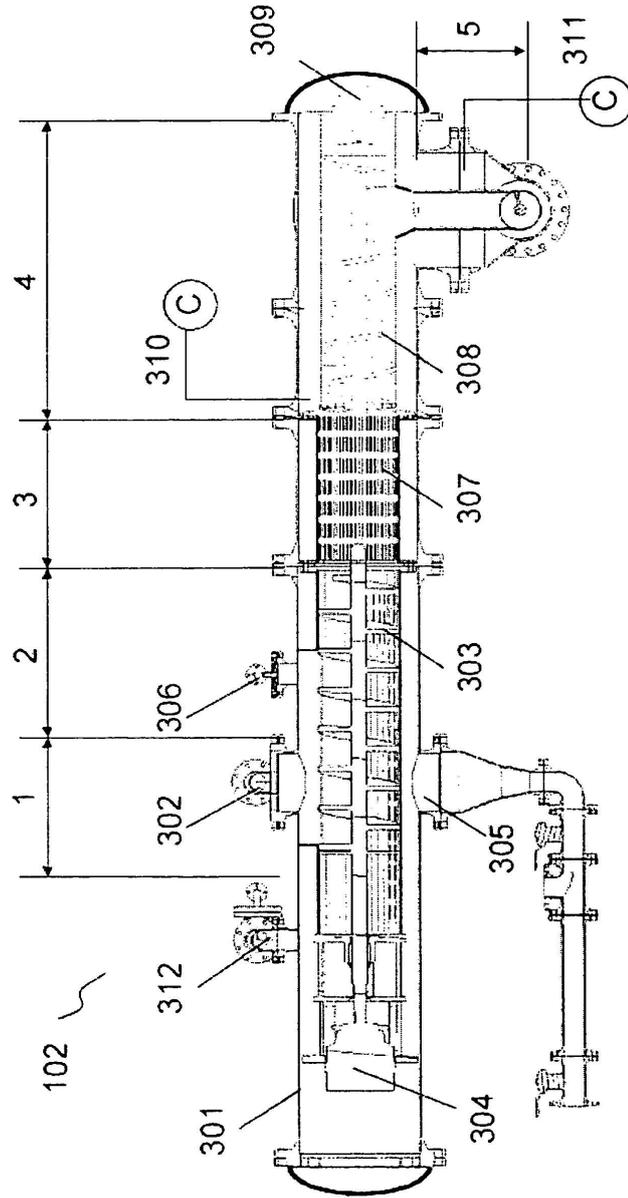


Fig. 3

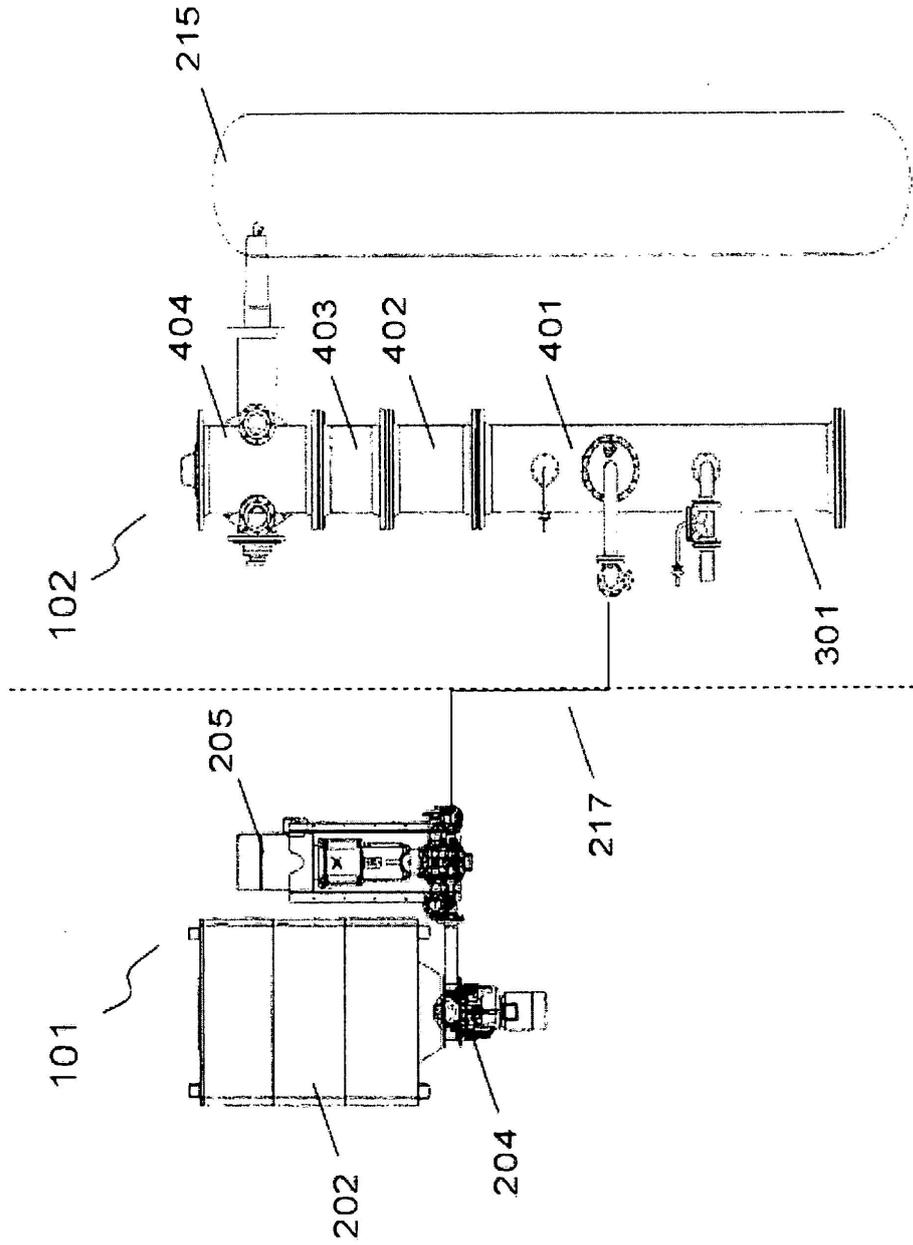


Fig 4

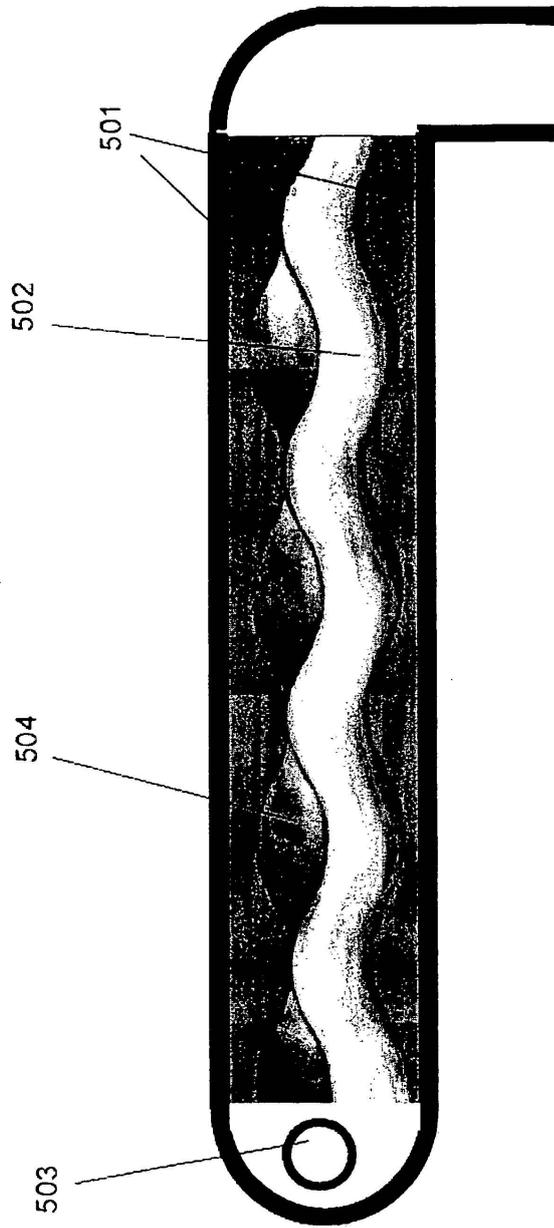


Fig. 5

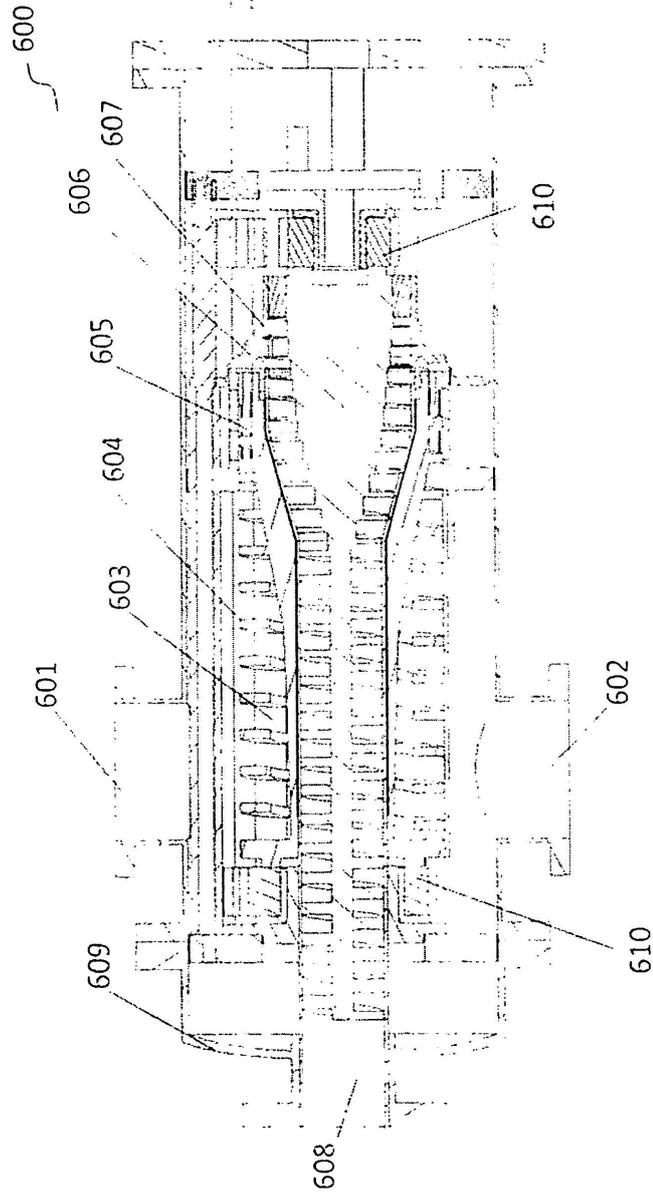


Fig 6

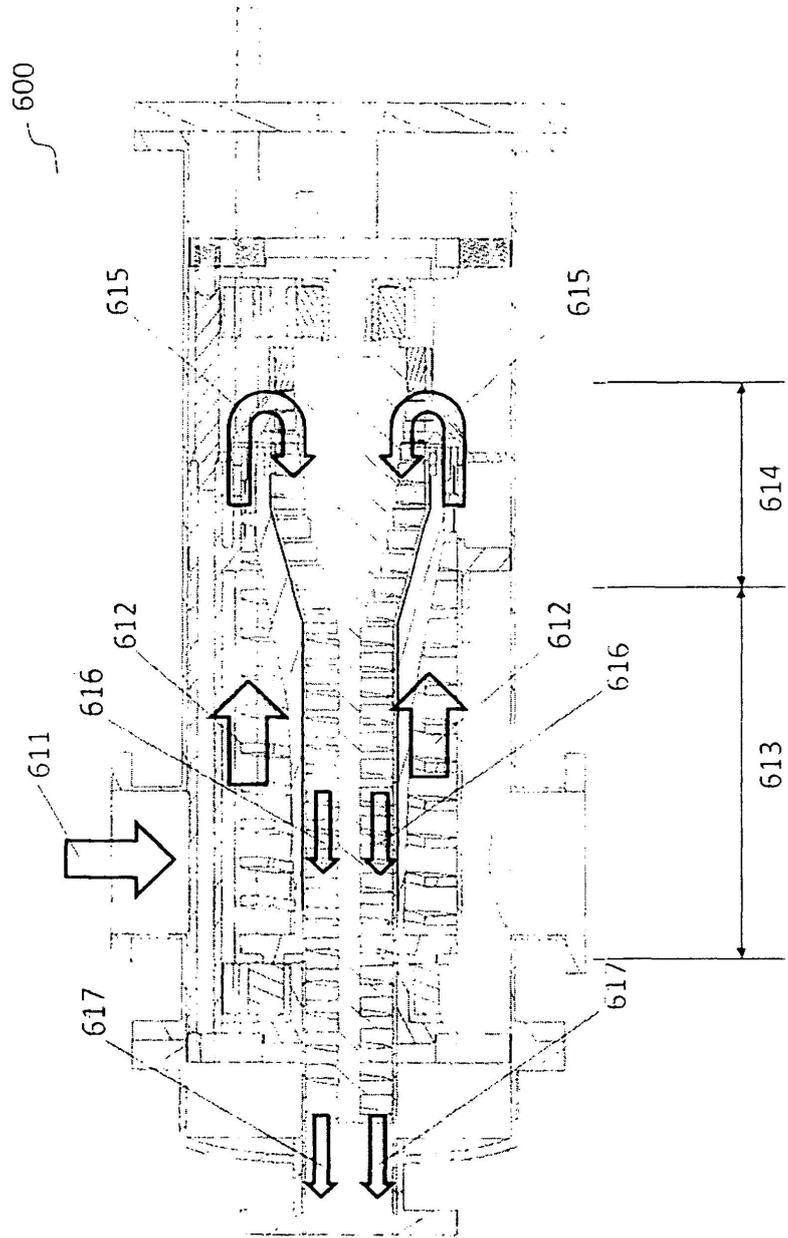


Fig 6a