

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 152**

51 Int. Cl.:

**D21B 1/34**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2010 E 10700152 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2398959**

54 Título: **Tratamiento, tal como corte, remojo y/o lavado, de material orgánico**

30 Prioridad:

**13.01.2009 DK 200900052**

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

**24.05.2013**

73 Titular/es:

**BIOGASOL APS (100.0%)**

**Lautrupvang 2A  
2750 Ballerup , DK**

72 Inventor/es:

**BELDRING, FINN y  
LUKIC, DRAGAN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 404 152 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

Tratamiento, tal como corte, remojo y/o lavado, de material orgánico.

## 5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un aparato y un procedimiento de tratamiento de material, en el que el tratamiento comprende, por ejemplo, el corte, remojo, lavado del material y, si es necesario, el procesamiento con productos químicos y calor. Siendo el material a tratar material orgánico particulado, preferiblemente un material orgánico que comprende partes fermentables y el tratamiento según la presente invención se refiere, entre  
10 otras cosas, a al menos formar parte de un procedimiento que convierte el material en susceptible para un procesamiento adicional en una planta de producción de bio-etanol; en el que dicho procesamiento adicional puede incluir, típicamente, una descomposición, por ejemplo, descomposición de paja, para liberar lignina.

## 15 ANTECEDENTES Y OBJETOS DE LA INVENCION

En un procedimiento de fermentación adaptado para producir bioetanol, frecuentemente, se requiere un procesamiento inicial del material orgánico antes de la fermentación. Frecuentemente, dicho procesamiento tiene diferentes objetivos, tales como remojar (por ejemplo, para eliminar silicatos, sales y elementos minerales, tales como piedras, grava, arena y arcilla y/o para aumentar el contenido de agua), cortar, oxidar, deshidratar el material orgánico, y estos se realizan secuencialmente. De esta manera, visto globalmente, el material orgánico debe  
20 hacerse susceptible a la fermentación.

Los aspectos particulares importantes relacionados con la conversión del material orgánico en susceptible a la fermentación son remojo, corte y/o lavado del material orgánico. Además, otros aspectos se refieren al tratamiento del material orgánico mediante un tratamiento químico y/o enzimático del material. Por supuesto, dicho aspecto  
25 puede combinarse con remojo, corte y/o lavado.

Remojo, en el presente contexto, significa preferiblemente que el material orgánico que típicamente se considera que está seco (con referencia a un contenido de líquido deseado) necesita absorber fluido, siendo preferiblemente agua, tal como agua corriente. El remojo puede usarse también para liberar y/o disolver materia contaminante. En  
30 algunos casos, el material seco puede denominarse también como material no remojado.

Cortar, en el presente contexto, significa preferiblemente que el material orgánico es cortado en pedazos, tal como en pedazos más pequeños que su tamaño inicial (antes de ser cortado).

Lavado, en el presente contexto, significa preferiblemente que la materia contaminante es separada del material orgánico, típicamente, en primer lugar, siendo liberado por y/o disuelto en el líquido y, en segundo lugar, siendo separado. La materia contaminante puede ser piedras, grava, partículas de metal, silicatos, sales, elementos minerales en general, arena, arcilla o sus combinaciones. Frecuentemente, la materia contaminante es materia  
35 particulada y, frecuentemente, se encuentra en la superficie de la materia.

El documento US 2008/0054108 describe un triturador que tiene un tanque para recibir materiales a ser triturados. Un rotor está fijado a la salida giratoria de un motor, comprendiendo el rotor un cubo anular giratorio y una pluralidad de paletas que sobresalen, de manera generalmente axial, desde el cubo. Las paletas tienen un borde lateral orientado hacia una dirección axial y una pluralidad de dientes están provistos en el borde lateral de las paletas para proporcionar una trituración rápida de material con un consumo de energía reducido.  
40

El documento US 6.234.415 describe un triturador que incluye un rotor montado en un tubo contiguo a una placa de cribado que tiene orificios. El rotor incluye paletas helicoidales, cuyo diámetro disminuye hacia el extremo exterior del rotor. Las paletas del rotor tienen, en la proximidad de la placa de cribado, un elemento similar a un hombro que sobresale radialmente hacia fuera. El elemento forma un dispositivo generador de presión y generador de subpresión que ejerce un efecto alterno sobre la pulpa conforme el rotor gira, contrarrestando, de esta manera, la obstrucción de los orificios de las placas de cribado.  
50

Ambos de estos dispositivos funcionan de manera que el flujo en el tanque comprende la recirculación en el tanque del líquido presente en el tanque, lo que hace que el tiempo de retención del material a triturar no sea controlable. El tiempo de retención no controlable no es la preocupación principal en el triturado, donde la distribución de tamaños del material triturado es el parámetro crucial. Por lo tanto, los documentos indicados anteriormente describen también trituradoras en las que se usa recirculación para garantizar que todo el material triturado que sale de la cámara de triturado es menor que un tamaño definido por filtrado y en las que se usa recirculación para  
55 evitar la obstrucción del filtro.  
60

El documento US 3.990.643 describe un receptáculo que aloja una suspensión de papel de desecho y un rotor situado contiguo a una parte de la pared de receptáculo. Hay provista una primera salida en la pared en la región del rotor de manera que la pulpa producida triturando el papel de desecho por el rotor pueda ser descargada desde el receptáculo. Un colador está interpuesto en la primera salida, y hay provista una segunda salida en una parte opuesta de la pared y dispuesta para descargar materia que tiene una baja gravedad específica desde el receptáculo.

Las trituradoras descritas pueden ser usadas para propósitos de trituración, el patrón de flujo incluye recirculación interna de manera que el material puede ponerse en contacto o no con el rotor un número de veces, de manera que el material contenido en un líquido en el triturador consiste en material que tiene una distribución de tamaños que puede resultar en una deposición, lo que a su vez puede resultar, por ejemplo, en una obstrucción. Además, el tiempo de retención del material en el líquido se considera como no controlable, al menos por la razón de recirculación.

Otra cuestión adicional relacionada con dicha recirculación es que el tiempo de retención del material en el líquido puede ser desconocido y no controlable. Esto puede convertirse en un problema si, por ejemplo, se desea un remojo hasta un cierto nivel (contenido de agua en el material) ya que uno de los parámetros que gobiernan el procedimiento de remojo es el tiempo de retención. Particularmente, esto puede llegar a ser un problema cuando se desea disolver minerales tales como sales.

Una cuestión particular se refiere a conseguir que el material a tratar sea asimilado en un líquido. Frecuentemente, el material a tratar tiene una densidad considerablemente menor que la del líquido y, en dichos casos, ese material tiende a flotar como una "tapa" sobre una superficie superior del líquido, dificultando el remojo del material. Especialmente cuando se trata con materiales muy hidrófobos, tales como paja de cereal, materiales de desecho de maíz, serrín, materiales de residuo de arroz, virutas de madera, caña energética, sorgo, hierba "miscanthus", hierba "switchgrass", etc.

Otra cuestión adicional se refiere a la naturaleza destructiva que las partículas contaminantes, tales como piedra y pedazos de metal, pueden tener sobre el borde cortante.

De esta manera, un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato y un procedimiento que al menos mitiguen algunos o más de los problemas relacionados con el aparato y los procedimientos conocidos.

Un objeto adicional y en muchos casos importante de la invención es convertir un material inicialmente seco en susceptible de ser bombeado, de manera que el material pueda ser bombeado hacia, y pueda ser usado como un sellado hidráulico en, un sistema de procesamiento aguas abajo.

#### SUMARIO DE LA INVENCION

De esta manera, se pretende que el objeto descrito anteriormente y varios otros objetos sean obtenidos en un primer aspecto de la invención, proporcionando un aparato para el tratamiento de material, comprendiendo el tratamiento, pero sin limitarse a, corte, remojo y/o lavado del material, comprendiendo el aparato

- un receptáculo que comprende elementos de pared que definen un contenedor adaptado para contener fluido y material a tratar
- un elemento de descarga en comunicación de fluido aguas arriba con el interior del receptáculo y en comunicación de fluido aguas abajo con una conexión de fluido, comprendiendo el elemento de descarga
- un generador de vórtice,
- medios de bombeo dispuestos para bombear fluido con material desde el receptáculo hacia el generador de vórtice y a la conexión de fluido aguas abajo,
- en el que
- el generador de vórtice y los medios de bombeo, en combinación, están adaptados para generar un vórtice en forma de una hélice cónica en el fluido, extendiéndose el vórtice dentro del receptáculo.

De esta manera, mediante la presente invención, se ha proporcionado un aparato en el que se usa un vórtice para controlar la asimilación de material en un fluido, siendo preferiblemente líquido, tal como agua, de manera que al menos el tiempo de retención del material en el receptáculo puede ser controlado en un materia suave.

Puede decirse que el material que sale del aparato está fluidizado en el sentido de que el material está asimilado en un líquido. Conforme el material ha sido fluidizado, puede ser presurizado y bombeado, por ejemplo, mediante medios de bombeo y/o medios de presurización adicionales, por ejemplo, hacia un sistema de procesamiento aguas abajo. Además, la fluidización hace que el material con líquido sea capaz de proporcionar un sello líquido en

el sentido de que el fluido gaseoso o líquido no pasará tan fácilmente (o no pasará en absoluto) a través del líquido con el material, como habría sido capaz de hacer si el material estuviera en su forma seca inicial.

5 Una característica específica obtenible en conexión con la presente invención es la generación de un vórtice en forma de una hélice cónica. Hélice cónica, en el presente contexto, significa preferiblemente un vórtice en el que la trayectoria del elemento de fluido sigue la superposición de una espiral de Arquímedes y una hélice. Cabe señalar que aunque las matemáticas de la espiral de Arquímedes y la hélice estipulan estrictamente la evolución de una hélice cónica, en la presente invención la hélice cónica puede desviarse de dicha descripción matemática, aunque se desee dicho un patrón de flujo. Sin embargo se ha usado "hélice cónica" para hacer referencia a una trayectoria de flujo que es al menos similar a una hélice cónica en la que los elementos de fluido siguen una trayectoria hacia un eje central en un movimiento en espiral, así como en un movimiento a lo largo del eje central.

10 Típicamente, el vórtice generado comprende velocidades angulares variables en la dirección axial y dirección radial en relación a un eje de rotación del vórtice. Típicamente, esto se obtiene, entre otras cosas, en base al acoplamiento viscoso y la amortiguación interna en el fluido, las condiciones de contorno y el generador de vórtice.

15 Además, frecuentemente se evitan los vórtices secundarios, es decir, preferiblemente otros vórtices diferentes a la hélice principal cónica que toman la mayor parte del espacio en el recipiente y que son generados por el generador de vórtice y los medios de bombeo en combinación.

20 Los componentes del flujo axial del vórtice son controlados, de manera ventajosa, controlando los medios de bombeo. En muchos casos prácticos, los medios de bombeo pueden considerarse como unos medios "de arrastre en el vórtice" en una dirección hacia el generador de vórtice.

25 En el presente contexto se usan diversas expresiones técnicas. Aunque estas expresiones se usan en un sentido ordinario para la persona con conocimientos en la materia; a continuación se presenta una breve explicación acerca de algunas de estas expresiones.

30 "Generador de vórtice" se usa, preferiblemente, en el sentido de un elemento que crea un vórtice en un fluido. Los ejemplos típicos de generadores de vórtice considerados en la presente memoria son elementos giratorios que comprenden brazos de rotor que se extiende en una dirección radial.

35 "Flujo inverso" se usa, preferiblemente, para hacer referencia a un régimen de flujo en el que existe un flujo que va en una dirección que es opuesta a una dirección de flujo principal definida, preferiblemente, desde una entrada a una salida. En dicho contexto, el flujo inverso puede considerarse como patrones de flujo secundarios, tales como vórtices secundarios, en los que el patrón de flujo primario es la hélice cónica.

40 En el aparato, el material no remojado puede ser dispuesto, preferiblemente, por los medios adaptados en el vórtice según es descargado desde un tubo sumergido en el líquido en el receptáculo.

45 Más adelante, en la presente memoria, se hará referencia más detalladamente a dichos medios adaptados para disponer el material no remojado en el vórtice en relación, por ejemplo, a realizaciones específicas de la invención. Por ejemplo, los medios adaptados para disponer el material no remojado pueden comprender, por ejemplo, un suministro de fluido que proporciona un chorro de fluido, tal como se describe a continuación.

Preferiblemente, los medios de bombeo pueden estar posicionados aguas abajo del generador de vórtice.

50 En muchas realizaciones preferidas, el elemento de descarga comprende, preferiblemente, un canal de flujo que se extiende hacia fuera desde el receptáculo. En dichas realizaciones, el generador de vórtice está posicionado, preferiblemente, aguas abajo en el canal de flujo, tal como se observa desde una entrada del canal de flujo. De manera ventajosa y preferible, el canal de flujo del elemento de descarga puede tener forma de embudo que se estrecha hacia el generador de vórtice. De manera alternativa, el canal de flujo del elemento de descarga puede tener, preferiblemente, un área de sección transversal constante.

55 Preferiblemente, el aparato puede comprender un separador para separar una corriente de fluido que contiene material que ha pasado a través del elemento de descarga y una corriente residual de fluido que contiene material sustancialmente no tratado.

60 Preferiblemente, el separador puede estar posicionado aguas abajo del elemento de descarga y, preferiblemente, aguas abajo de los medios de bombeo.

Preferiblemente, el separador puede comprender medios de deshidratación, tales como una o más centrifugadoras o medios para la sedimentación del material tratado.

5 Las realizaciones preferidas del aparato pueden comprender una línea de flujo de recirculación que suministra fluido extraído desde el receptáculo al receptáculo. Preferiblemente, dicha línea de flujo de recirculación de fluido puede estar conectada al separador, de manera que el fluido residual es recirculado al receptáculo.

10 Al menos el elemento de pared que constituye la parte inferior del receptáculo puede tener, preferiblemente, un contorno interno redondeado, conformado como un corte longitudinal en un cilindro. Además, los elementos de pared que constituyen el lado del receptáculo pueden ser elementos planos. Sin embargo, pueden usarse otras formas de los elementos de pared, por ejemplo, redondeada, de manera que pueda ayudar a mantener el vórtice en el receptáculo.

15 De manera preferible y ventajosa, el receptáculo puede comprender internamente uno o más elementos giratorios y/o uno o más de los elementos de pared que definen el contenedor es/son giratorios. De esta manera, las condiciones de contorno para el flujo en el receptáculo pueden ser controladas, por ejemplo, para reforzar el vórtice.

20 Las realizaciones preferidas del aparato pueden comprender un único elemento de descarga. De manera alternativa, el aparato puede comprender, preferiblemente, más de un elemento de descarga. En realizaciones que comprenden más de un elemento de descarga, los elementos de descarga pueden estar posicionados, preferiblemente, contiguos unos a los otros en los mismos elementos de pared. De manera alternativa o en combinación con los mismos, los elementos de descarga pueden estar posicionados, preferiblemente, uno opuesto al otro, en los elementos de pared opuestos.

25 De manera preferible y ventajosa, el aparato puede estar adaptado para proporcionar una corriente presurizada de material tratado.

30 Preferiblemente, el generador de vórtice puede comprender un elemento cortante giratorio y el elemento cortante puede estar adaptado, preferiblemente, para cortar el material que fluye en un fluido hacia el elemento cortante. Preferiblemente, el elemento cortante puede comprender una pluralidad de brazos que se extienden radialmente con bordes cortantes que apuntan en la dirección de rotación.

35 Tal como se ha descrito anteriormente, las realizaciones preferidas de la invención pueden comprender medios adaptados para disponer el material no remojado en el vórtice. En consecuencia, las realizaciones preferidas del aparato pueden comprender un suministro de fluido adaptado para producir un flujo de fluido, siendo preferiblemente un chorro, emergiendo en el líquido contenido en el contenedor durante el funcionamiento del aparato. Preferiblemente, la salida del suministro de fluido puede estar dispuesta por debajo de la superficie del fluido. De manera ventajosa, el suministro de fluido puede formar parte, preferiblemente, de la línea de flujo de recirculación. Preferiblemente, el suministro de fluido puede estar adaptado para suministrar el fluido en una dirección que es sustancialmente paralela a la velocidad del vórtice en el receptáculo en el punto de suministro del fluido.

45 Preferiblemente, el elemento de pared que constituye la parte inferior del receptáculo se inclina con relación a la dirección horizontal y una salida de materia puede estar provista, de manera adicional y preferible, en la posición en la que la parte inferior tiene su sección interna posicionada más baja.

50 Preferiblemente, el aparato puede comprender o puede comprender adicionalmente un dispositivo de alimentación para suministrar material a tratar al líquido contenido en el receptáculo. Preferiblemente, el dispositivo de alimentación puede comprender medios transportadores para transportar el material a tratar al fluido contenido en el receptáculo, preferiblemente en una posición por debajo de la superficie del fluido. Dichos medios transportadores pueden comprender una cinta transportadora o un transportador de tornillo.

55 Preferiblemente, el dispositivo de alimentación puede estar adaptado para suministrar el material a tratar en una dirección que es sustancialmente paralela a la velocidad del vórtice en el receptáculo en el punto de suministro. Además, el dispositivo de alimentación puede estar adaptado, preferiblemente, para suministrar el material a una velocidad de al menos el 50% de, y preferiblemente a sustancialmente la misma la velocidad que, el fluido en la posición de suministro en el receptáculo del material.

60 Preferiblemente, el dispositivo de alimentación puede estar adaptado para o puede estar adaptado además para suministrar material bajo la superficie del fluido cuando el fluido está presente en el receptáculo. De manera típica y preferible, el dispositivo de alimentación puede estar adaptado para o puede estar adaptado además para suministrar el material al menos 100 mm por debajo de la superficie del fluido cuando el fluido está presente en el

receptáculo.

Preferiblemente, el aparato puede comprender además un dispositivo de medición para medir, preferiblemente de manera continua, la masa del material y/o el contenido de agua en el material que es suministrado al receptáculo.  
5 Preferiblemente, el dispositivo de medición puede estar dispuesto en el dispositivo de alimentación.

De manera preferible y ventajosa, el aparato según la presente invención puede estar adaptado para tratar material seleccionado de entre el grupo que consiste en paja, hierba, mazorcas de maíz, madera, etc., o sus combinaciones.  
10 Preferiblemente, el tratamiento del material puede ser un tratamiento o una combinación de tratamientos que al menos ayuda a hacer que el material sea susceptible de fermentación.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar el aparato según el primer aspecto de la invención. Preferiblemente, dichos procedimientos comprenden controlar la bomba y el generador de vórtice, para establecer un vórtice en el receptáculo en forma de una hélice cónica.  
15

Preferiblemente, el procedimiento puede comprender la adición de líquido al receptáculo, preferiblemente, por debajo de la superficie del fluido presente en el receptáculo. Preferiblemente, la adición de líquido al receptáculo puede ser en forma de un chorro que se extiende por debajo de la superficie del fluido presente en el receptáculo.

20 Preferiblemente y de manera ventajosa, el procedimiento puede comprender el ajuste del nivel de líquido en el receptáculo de manera que el fluido se añada por debajo de la superficie o de manera que un chorro de fluido, que es preferiblemente el fluido añadido al receptáculo, se extienda por debajo de la superficie del fluido presente en el receptáculo.

25 Preferiblemente, el procedimiento puede comprender la recirculación de al menos una fracción del fluido extraído desde el receptáculo a través del elemento de descarga. Preferiblemente, la fracción de fluido que se recircula puede ser liberada del material presente en el fluido cuando el fluido estaba en el receptáculo.

30 Además, el procedimiento puede comprender, preferiblemente, la determinación del contenido de agua del material que sale del receptáculo en base a al menos una detección del nivel de agua en el receptáculo, el agua suministrada al receptáculo, la masa del material alimentado al receptáculo y el contenido de agua del material.

Cada uno de entre el primer aspecto y el segundo aspecto de la presente invención puede ser combinado con cualquiera de los otros aspectos. Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas más adelante.  
35

Las realizaciones preferidas particulares de la presente invención se refieren a remojar el material en ácido que contiene agua.

40 Aunque la presente invención ha resultado ser útil en conexión con el procesamiento de material en situaciones distintas a la ayuda a la conversión del material orgánico en susceptible de fermentación, la descripción de la presente memoria se centra en ese propósito. Esto no debería limitar el alcance de la presente invención a aparatos y procedimientos usados sólo para la producción de bioetanol.

#### 45 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La presente invención y, en particular, las realizaciones preferidas de la misma, se describirán ahora en conexión con las figuras adjuntas, en las que:

50 La Figura 1 muestra una primera realización según la presente invención.  
La Figura 2 muestra una vista en sección transversal del elemento de descarga según la presente invención.  
La Figura 3 muestra una realización de un generador de vórtice.  
La Figura 4 muestra una realización del aparato según la presente invención en la que se aplica un dispositivo de alimentación.  
55 La Figura 5a muestra una realización del aparato según la presente invención en la que se aplica un dispositivo de alimentación alternativo.  
La Figura 5b muestra la realización del aparato según la presente invención mostrado en la Figura 5b en el que se aplica un dispositivo de alimentación alternativo.

60 Las Figuras muestran formas de implementación de la presente invención y no deben interpretarse como limitativas en relación a otras posibles realizaciones que están incluidas dentro del alcance del conjunto de reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UNA REALIZACIÓN

La Figura 1 muestra una primera realización de un aparato para el tratamiento de material según la presente invención. La Figura 1a muestra el aparato en una vista en proyección desde el extremo, 1b en una vista en proyección lateral y la Figura 1c en una vista de proyección superior. El aparato comprende un receptáculo 10 que está conformado como un contenedor que tiene un extremo superior abierto y una parte 14 inferior curvada. Las paredes 16 laterales, así como las paredes 18 extremas del receptáculo son elementos planos y las diversas paredes y la parte inferior están soldadas entre sí para formar un contenedor hermético al fluido, con el extremo superior abierto.

Preferiblemente, el material a tratar es uno o más de los materiales seleccionados de entre el grupo que consiste en paja, mazorcas de maíz, hierba, madera y similares, pero al menos en principio, puede considerarse cualquier material orgánico particulado. Pueden considerarse también combinaciones de materiales. Típicamente, el material es materia particulada que, idealmente, debería ser cortada en trozos más pequeños. Preferiblemente, el fluido utilizado en el presente contexto es agua, aunque puede usarse y seleccionarse otro fluido según un uso particular del aparato.

En una de las paredes 18 extremas (la mostrada a la derecha en la Figura 1), hay dispuesto un elemento 20 de descarga. Este elemento 20 de descarga está adaptado para generar un patrón de flujo vorticial en el receptáculo, tal como se indica en la Figura 1 y al mismo tiempo cortar el material que fluye hacia el elemento 20 de descarga en pedazos más pequeños. En una configuración alternativa, que se describirá más adelante, no se realiza el corte y el elemento de descarga proporciona una descarga que no implica una acción de corte. Tal como se describirá más detalladamente más adelante, el corte puede ser proporcionado, por ejemplo, por un elemento cortante giratorio que comprende brazos que se extienden radialmente que tienen bordes cortantes. Con la rotación de dicho elemento cortante, el material será cortado y se generará un vórtice en el fluido. De esta manera, la acción de corte y la función de generación de vórtice se combinan en un único elemento, aunque esto no tiene que ser así necesariamente, ya que pueden aplicarse dos medios separados, por ejemplo, un cortador y un generador de vórtice.

Tal como se muestra en la Figura 14, la parte 14 inferior está curvada y en la realización se muestra curvada de manera que esté conformada como un corte longitudinal en un cilindro. Este contorno es ventajoso en el sentido de que refleja y ayuda al flujo rotacional en el vórtice de manera que sólo existen limitadas posibilidades de que el flujo cree vórtices secundarios. Aunque, de manera beneficiosa, los elementos 16 laterales podrían ser curvos (vistos desde una perspectiva del flujo), para evitar adicionalmente la creación de vórtices secundarios, los mismos se han fabricado como un elemento plano para facilitar la introducción del material a tratar en el receptáculo.

Aguas abajo del elemento 20 de descarga, hay dispuesta una bomba 22 que bombea el fluido con material cortado a través del elemento 20 de descarga hacia un separador 24 que separa una corriente de fluido que comprende sustancialmente todo el material cortado del fluido. Además, la bomba proporciona succión a través del elemento 20 de descarga en el receptáculo 10. El líquido que no contiene sustancialmente material de corte, al que se hace referencia como una corriente residual, separado de manera similar en el separador 24, es suministrado de nuevo al receptáculo por una línea 26 de flujo de recirculación. En un procedimiento de separación óptimo, la corriente residual no contiene ningún material. Sin embargo, en muchas realizaciones prácticas, la separación puede ser inferior a la ideal y la cantidad de material en la corriente residual depende de la eficacia del separador. De esta manera, sustancialmente, significa, en este contexto, preferiblemente una situación que refleja la eficacia del separador.

La bomba 22 ofrece la posibilidad de transferir y también presurizar el medio, tal como un fluido en el que el material ha sido asimilado, para un procesamiento 24 adicional. El procesamiento adicional puede ser, por ejemplo, un procedimiento de separación en el que el material es separado del fluido y, por ejemplo, el fluido es devuelto al contenedor.

Si el procesamiento adicional es una separación, puede ser realizado, por ejemplo, en forma de una prensa de tornillo, un filtro o una centrifugadora, o medios para la sedimentación del material tratado.

De esta manera, la separación en el separador 24 proporciona una corriente de fluido con material cortado en la que se aumenta el contenido de material cortado por cantidad de volumen total. Esta corriente con mayor concentración de material cortado es suministrada a un tratamiento adicional para prepararla para la fermentación.

Preferiblemente, el patrón de flujo vorticial generado en el receptáculo 10 debería estar caracterizado porque no se genera recirculación interna en el receptáculo. De esta manera, un elemento de fluido, en su trayectoria desde la

salida de la línea 26 de flujo de recirculación sigue constantemente un movimiento en espiral alrededor de un eje horizontal (sin recirculación) haciendo avanzar el elemento de fluido hacia y a través del elemento 20 de descarga. Dicho patrón de flujo se considera que es una hélice cónica. Debido a dicho patrón de flujo, el material que es "atrapado" por el vórtice terminará inevitablemente en el elemento de descarga sólo una vez y debido a que el elemento de descarga está realizando el corte del material, el material será cortado una sola vez.

En consecuencia, la hélice cónica es un vórtice tridimensional en el que la velocidad en la dirección del eje horizontal (o, en general, hacia el elemento de descarga) es controlable mediante el control de la bomba. Un flujo alto a través de la bomba generará una velocidad relativamente más alta hacia el elemento de descarga que un flujo relativamente inferior a través de la bomba. Cabe señalar que las velocidades cerca de las partes de pared se acerca al valor cero cuando las partes pared son estacionarias.

Esto permite un procedimiento de corte altamente controlable, en el que el tamaño al que se corta el material es controlable, ya que la velocidad de avance del material hacia el elemento 20 de descarga puede ser controlada mediante el control de la bomba y la velocidad de corte (ajustando la velocidad del borde cortante) del elemento cortante del elemento 20 de descarga.

En una realización específica, el material a procesar es cortado antes de ser introducido en el receptáculo y el material es extraído, de manera alternativa, desde el centro del vórtice.

La Figura 2 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal del elemento 20 de descarga de la realización mostrada en la Figura 1. El elemento de descarga que comprende un canal de flujo en la forma de un embudo 30 que se extiende hacia fuera desde el receptáculo 10 y está unido en su extremo 32 ancho a la pared 18 extrema de manera que el elemento 20 de descarga está en comunicación de fluido con el interior del receptáculo 10. El embudo 30 se estrecha hacia el elemento 36 cortante, de manera que el extremo 34 estrecho del embudo 30 está dispuesto alejado del receptáculo a una distancia  $\delta$ , tal como se muestra en la Figura 2. En el extremo 34 estrecho, el elemento 36 cortante está dispuesto sobre un eje 38 que está conectado a un motor eléctrico (no mostrado).

El elemento 36 cortante está dispuesto frente a una conexión 40 de fluido que se extiende hacia la bomba 22. Típicamente, la conexión 40 de fluido tiene forma de tubo. El elemento 36 cortante está conformado como brazos que se extienden radialmente desde un centro que coincide con el eje de giro del eje 38 y que tiene bordes cortantes que apuntan en la dirección de giro.

Con el giro del elemento cortante se generará un vórtice que se extiende al receptáculo y a la conexión 40 de fluido. De esta manera, el elemento cortante materializa también el generador de vórtice. La bomba genera un flujo de fluido desde el receptáculo hacia el elemento 36 cortante. De esta manera, puede considerarse que un patrón de flujo está compuesto por la superposición de un flujo no giratorio hacia el elemento cortante, generado por la bomba 22, y el vórtice generado por el elemento 36 cortante giratorio. De esta manera, el material contenido en el fluido en el receptáculo será transportado al elemento 36 cortante, siendo cortado por el elemento cortante, a través del canal 40 hacia el elemento 24 separador.

Con el uso del embudo 30, se minimiza y, típicamente se evita completamente, el flujo inverso en el elemento de descarga (y, en general, en el receptáculo). De esta manera, puede garantizarse en gran medida que el material a cortar pasa el elemento cortante sólo una vez ya que el material cortado no es suministrado de nuevo al receptáculo. Típicamente, esto último resultará en una acumulación de material de corte en el receptáculo y/o en que el material sea cortado en tamaños no controlables.

La Figura 3 muestra, entre otras cosas, el elemento cortante que corta el material y genera el vórtice. El embudo 30 debe ser atornillado a la pestaña 58. El fluido y el material cortado pasan a través de la abertura hacia la bomba 22 (no mostrada), tal como se describe en conexión con la Figura 1. El elemento cortante está dispuesto sobre un eje que se extiende desde un motor 62 eléctrico.

Ahora, con referencia a la Figura 1, se describirá la separación de la materia contaminante realizada en el aparato. Típicamente, la materia contaminante se considera como materia que podría interferir, en sentido negativo, en un tratamiento adicional del material orgánico y/o en la fermentación, e incluye, por ejemplo, piedras, grava, partículas metálicas, etc. Tal como se muestra en la Figura 1, y en particular en la Figura 1b, la parte 14 inferior del receptáculo está inclinada hacia abajo (en relación con la dirección horizontal) en una dirección que se aleja del elemento 20 de descarga.

Típicamente, la materia contaminante se caracteriza en que la densidad de las partículas es sustancialmente

diferente de la densidad tanto del fluido como del material a cortar. En consecuencia, y debido a que hay presente un vórtice en la materia contaminante en el receptáculo, por ejemplo, en forma de partículas, caerá directamente hacia la parte 14 inferior debido a la gravedad o será forzada hacia la parte inferior por una combinación de una fuerza centrífuga debido a que la partícula sigue, al menos hasta cierto punto, el movimiento en espiral del vórtice en combinación con la acción de la gravedad. Una salida 42 de materia está posicionada en la sección más baja de la parte inferior inclinada; en la realización mostrada en la Figura 1, esta es la esquina izquierda del receptáculo, tal como se muestra en la Figura 1b.

Una vez que la materia contaminante se encuentra en la superficie de la parte inferior inclinada, la gravedad la forzarán, o al menos ayudará a forzarla, hacia la salida 42 de materia. Dependiendo de la manera en la que se extrae la materia desde el receptáculo, parte del fluido puede salir del receptáculo con la materia. Sin embargo, la cantidad de líquido retirada desde el receptáculo junto con la materia se elige, típicamente, tan pequeña que no destruye el patrón de flujo vorticial dentro del receptáculo.

De lo indicado anteriormente se deduce que tanto el corte como el remojo del material tienen lugar en el aparato según la presente invención. En un aspecto adicional, el aparato está adaptado para realizar un remojo, mientras que la función de corte se deja fuera. Este aspecto se materializa mediante la inclusión de los mismos elementos, tal como se ha descrito anteriormente, aunque el elemento cortante giratorio se sustituye con un rotor que comprende brazos de rotor con bordes romos, de manera que un contacto entre los brazos del rotor y el material no crea un corte del material. Cabe señalar que los brazos giratorios de rotor pueden realizar algún tipo de rasgadura, rotura o acción similar sobre el material. Sin embargo, dicha acción debería minimizarse y no se considera como una acción de corte ya que dicha acción requiere algún tipo de borde cortante.

El vórtice en el interior del receptáculo generado por el rotor o el elemento cortante giratorio puede ser reforzado por una serie de medios diferentes. Por ejemplo, puede hacerse que la pared 18 extrema (o un elemento de pared separado posicionado internamente contiguo a la pared 18 extrema) opuesta al elemento 20 de descarga pueda girar en la misma dirección que la rotación del vórtice. Esto alterará las condiciones de contorno para el vórtice en la pared extrema desde velocidad cero hasta una velocidad que es diferente de cero, de manera que se fortalece el vórtice. De manera similar o en combinación con esto, puede hacerse que la pared extrema (o un elemento de pared separado) en el elemento 20 de descarga sea giratoria.

Otro ejemplo de fortalecimiento del vórtice es aplicar más de un elemento de descarga, tal como, por ejemplo, dos, tres, cuatro o más elementos de descarga. Por ejemplo, dos elementos de descarga posicionados contiguos uno al otro en el mismo elemento de pared crearán, cada uno, un vórtice en los embudos que se extienden al receptáculo. Los vórtices de los embudos se fusionarán en un único vórtice en el receptáculo. Si los elementos de descarga están dispuestos, uno frente al otro, en la pared extrema opuesta del receptáculo se consiguen resultados similares aunque dicha configuración requiere que los elementos de corte o los brazos del rotor giren en la misma dirección (cuando se observa desde una dirección), de manera que los vórtices creados giren en la misma dirección; si no, los vórtices tienden a destruirse mutuamente. De esta manera, las configuraciones preferidas comprenden elementos de descarga en las dos paredes 18 extremas opuestas o elementos de descarga posicionados en solo una de las paredes 18 extremas. Debe enfatizarse que estas configuraciones son combinables y son aplicables en realizaciones relacionadas, por ejemplo, con lavado, remojo, corte, etc., o sus combinaciones.

Una de las características de la presente invención se refiere al remojo del material. Típicamente, el material a remojar tiene, inicialmente, una densidad que hace que fluya sobre la superficie del fluido en el receptáculo. Se ha encontrado, en conexión con la presente invención, que una vez que dicho material es capturado por el vórtice, el flujo vorticial transportará el material hacia el centro del vórtice. La cantidad de fluido absorbido por el material está relacionada, entre otras cosas, con el tiempo de retención del material en el fluido y debido a que el material se dirige hacia el centro del vórtice y la tasa de velocidad de flujo en la dirección hacia los medios de descarga es controlable por la bomba 22, el tiempo de retención del material puede ser controlado.

La alimentación del material (que frecuentemente fluirá sobre la superficie del líquido si no se toman otras medidas) puede ser proporcionada, de manera ventajosa y preferible, acelerando el material y suministrando el material acelerado tan profundamente en el vórtice, que la flotabilidad es desequilibrada por las fuerzas viscosas que actúan sobre el material por el vórtice. Frecuentemente, la aceleración del material se realiza de manera que la introducción del material no ralentiza la velocidad del vórtice. Esto resulta en que el material es arrastrado junto con el movimiento del vórtice, en muchos casos en la misma posición radial. Durante este movimiento, el material gradualmente absorberá el líquido, lo que resultará en un cambio en las propiedades de flotabilidad del material, lo que a su vez resulta en que el material fluye hacia el centro del vórtice. En muchas realizaciones prácticas, el vórtice comprende una componente de velocidad radial en la dirección hacia el centro del vórtice y esa componente de velocidad radial ayudará, al menos en parte, a forzar el material hacia el centro del vórtice.

El suministro del material al vórtice es llevado a cabo, ventajosa y preferiblemente, utilizando el flujo del fluido recirculado añadido al receptáculo por una alimentación 52 de fluido (Figura 4a). La alimentación 52 de fluido es posicionada, preferiblemente, de manera que el fluido recirculado es introducido por debajo de la superficie libre del fluido presente en el receptáculo, preferiblemente, en la forma de un chorro, tal como se ha descrito anteriormente. En la realización mostrada en la Figura 1, la alimentación 52 de fluido es el extremo de la línea 26 de flujo de recirculación que se extiende al fluido en el receptáculo. La posición y la dirección en las que el fluido es introducido se seleccionan de manera que la dirección sea sustancialmente paralela a la velocidad del movimiento de rotación del vórtice que se mantiene en el receptáculo en el punto de suministro, tal como se ha indicado anteriormente. Esto es en la realización mostrada en la Figura 1 por debajo de la superficie en la región del vértice del receptáculo. El material a ser empapado, cortado y/o lavado es introducido por debajo de la superficie libre de manera que el chorro de fluido recirculado ayude al menos a introducir el material en el vórtice.

La introducción del material en el chorro de fluido recirculado se realiza, preferiblemente, por una entrada de material que comprende medios de transporte adecuados, tales como cintas transportadoras, tornillos transportadores o similares. Con referencia a la Figura 4, se describe una realización de un dispositivo de alimentación. La alimentación comprende un transportador y la velocidad del transportador se ajusta preferiblemente para coincidir con la velocidad de rotación del vórtice de manera que el material sea introducido en el vórtice con sustancialmente ninguna diferencia en la velocidad.

Además, debido a que la cantidad de líquido suministrada al receptáculo, la cantidad de fluido descargada del receptáculo y la cantidad de material introducida al receptáculo pueden ser determinadas, puede establecerse al menos una estimación del contenido de fluido en el material después del remojo. La estimación puede basarse en el principio de continuidad incluyendo mediciones de diversas cantidades que entran y salen del receptáculo. En consecuencia, el nivel del líquido en el receptáculo puede ser ajustado controlando la cantidad de líquido suministrado al receptáculo a través de la alimentación 52 de fluido.

En una realización adicional, el aparato según la presente invención se usa para lavar el material sin realizar un corte. En este sentido, lavado significa, preferiblemente, que la materia contaminante es separada o al menos liberada del material. En dichos casos, el problema del remojo puede ser considerado como irrelevante y el tiempo de retención no se ajusta para cumplir con un contenido de fluido determinado. En dichos ejemplos, el tiempo de retención es ajustado para permitir un tiempo suficiente para, por ejemplo, liberar, desenredar, etc., la materia contaminante. En cambio, el flujo a través del aparato y las características del vórtice se controlan para proporcionar el tratamiento de lavado requerido.

De esta manera, la presente invención es adecuada tanto para remojar un material que ha sido cortado como para remojar y cortar el material, así como para lavar el material, bien como una acción separada o bien en combinación con el remojo y/o el corte.

La presente invención es adecuada también en combinación con el remojo, lavado y/o corte para permitir la deposición de los productos químicos sobre el material, tal como una deposición homogénea del contenido de ácido en toda la profundidad del material para facilitar una hidrólisis térmica.

Tal como se ha mostrado anteriormente, el elemento 20 de descarga comprende, preferiblemente, un canal 30 de flujo. Sin embargo, se prevé que el canal de flujo pueda dejarse fuera y el generador de vórtice pueda ser dispuesto en el interior del receptáculo.

La Figura 4 muestra una realización de un aparato según la presente invención. Las partes en la Figura 4 que corresponden a las de las Figuras 1, 2 tienen los mismos números de referencia. Una serie de elementos han sido omitidos (por ejemplo, el separador 24 y la línea 26 de flujo de recirculación) solo en aras de la claridad. La Figura 4a muestra la realización según se observa hacia la pared 18 extrema similar a la Figura 1b y la Figura 4b que muestra la realización en una vista lateral similar a la Figura 1b.

La realización mostrada en la Figura 4 comprende un dispositivo 62 de alimentación a través del cual el material 48 es suministrado al líquido contenido en el receptáculo. El dispositivo de alimentación comprende unas cintas 44 y 46 transportadoras. La velocidad de la cinta transportadora iguala, sustancialmente, la velocidad del vórtice en una posición 100 mm por debajo de la superficie del líquido. Además, el dispositivo de alimentación está dispuesto de manera que el material es suministrado donde la velocidad del vórtice está dirigida hacia abajo.

Preferiblemente, el aparato comprende también un dispositivo de medición (preferiblemente incorporado en el dispositivo de alimentación). El dispositivo de medición mide, preferiblemente de manera continua, la masa del

material y/o el contenido de agua en el material. En base a dicha medición y a la detección del nivel de agua en el receptáculo y el agua suministrada al receptáculo, el contenido de agua en el material que sale del receptáculo puede ser establecido (a partir del principio de continuidad que establece que en caso de que no se produzca una acumulación de masa en el receptáculo, la masa que entra y la masa que sale del receptáculo deben ser iguales).

5 El dispositivo 62 de alimentación y, en particular, la cinta 44 transportadora que transporta el material a tratar, introduce el material en el fluido en una posición por debajo de la superficie 50 del fluido. El fluido 52 recirculado es introducido al receptáculo 10 en la misma posición que el material (tal como se ha descrito anteriormente) en una  
10 dirección que es sustancialmente paralela a la velocidad del vórtice 54 en el punto de suministro. Al introducir el líquido recirculado de esta manera, la introducción puede estimular el flujo del vórtice. De manera similar, el dispositivo 62 de alimentación suministra el material en una dirección que es sustancialmente paralela a la velocidad del vórtice 54 en el punto de suministro. De esta manera la combinación del vórtice 54, la cinta 44 transportadora y el fluido 52 recirculado atraparán el material en el flujo vorticial de manera que el material sigue el flujo vorticial hacia el elemento de descarga indicado esquemáticamente por la línea 56 de puntos. Cabe señalar  
15 que el líquido recirculado puede ser remplazado por fluido fresco en las realizaciones anteriores.

La Figura 5a muestra una realización del aparato según la presente invención en la que se aplica un dispositivo 62 de alimentación alternativo a un receptáculo 10. El dispositivo de alimentación está adaptado para disponer el material en el vórtice y el dispositivo de alimentación está adaptado para suministrar el material en una dirección  
20 que es sustancialmente paralela a la velocidad del vórtice en el punto de suministro. En esta realización, el dispositivo 62 de alimentación es un transportador de tornillo que es especialmente ventajoso para transportar materia seca. Usando un transportador de tornillo para introducir el material 48 no remojado en el vórtice 54, pueden obtenerse una velocidad y una dirección adecuadas del material no remojado, independientemente de si el material a introducir es o no susceptible de ser bombeado.

25 La Figura 5b muestra la realización del aparato de la Figura 5a según la presente invención en la que se aplica un dispositivo 62 de alimentación alternativo. La Figura 5b muestra una vista en sección transversal a través del dispositivo 62 de alimentación perpendicular a la dirección longitudinal del aparato.

30 Cabe señalar que el dispositivo según la Figura 5 puede ser usado bien con la superficie del fluido dentro del receptáculo 10 o, bien tal como se indica en la Figura 5b llenado con fluido de manera que la superficie 50 del fluido estará por encima de la superficie superior del receptáculo 10.

35 En las realizaciones descritas anteriormente, el receptáculo se describe, en muchos casos, como un receptáculo en el que existe una superficie libre, sin embargo, la invención puede realizarse también, por ejemplo, en un contenedor circular, por ejemplo, en un cilindro tal como se muestra en la Figura 5.

Tal como se ha indicado anteriormente, la presente invención puede incluir el remojo y/u otros tratamientos que son diferentes del corte. Por ejemplo, el material puede ser tratado mediante una o más enzimas y/o una o más reacciones químicas, tales como reacciones que implican uno o más ácidos. Dicho tratamiento puede ser realizado  
40 añadiendo enzimas y/o sustancias químicas al fluido presente en el receptáculo. Los ejemplos de enzimas son feruloil esterasa, dextranasa, amilasa, glucoamilasa, beta-glucanasa, xilanasa, etc. Los ejemplos de productos químicos son ácidos sulfúricos o hidróxido de sodio.

45 El remojo, tal como se usa en la presente memoria y, particularmente, en la sección de antecedentes de la invención, se refiere, preferiblemente, al efecto de absorción de un fluido en un material a través de los poros o intersticios en el material. Por lo tanto, el remojo es el procedimiento que se produce entre el momento en el que el material no remojado es puesto en contacto con un fluido hasta que el material no remojado es remojado completamente con el fluido, es decir saturado con el fluido. Por lo tanto, el remojo cambia dinámicamente las  
50 propiedades hidrostáticas de un material no remojado como una función del tiempo. Las tasas de remojo pueden aumentarse añadiendo energía, tales como trabajo mecánico, por ejemplo, rotación en una lavadora o transferencia de calor, por ejemplo, calentamiento en una caldera. Cabe señalar que la presente invención no se limita a remojar completamente el material.

55 Un parámetro de control importante cuando se pretende remojar un material hidrófobo en la manera más eficiente es el tiempo de retención, es decir, el tiempo desde que el material no remojado entra en el receptáculo al tiempo en que el material sale del receptáculo. Mediante el aparato según la presente invención, el tiempo de retención puede ser controlado con gran precisión, ya que, sustancialmente, no se produce recirculación en el receptáculo. Por lo tanto, un flujo casi constante a través del receptáculo asegura que todo el material no remojado  
60 experimentará el mismo tiempo de retención. En comparación con los trituradores convencionales, las partes grandes de pulpa experimentan tiempos de retención largos, mientras que las partes pequeñas de pulpa

experimentan tiempos de retención cortos. En aplicaciones tales como la degradación de biomasa, el tiempo de retención es un parámetro crucial ya que controla la profundidad de penetración del fluido en combinación con enzimas y/o productos químicos controlando, de esta manera, el mecanismo de degradación. Si el tiempo de retención no puede ser controlado, diferentes partes del material tendrán profundidades de penetración muy diferentes.

Con el fin de optimizar las condiciones para el flujo vorticial en el receptáculo, pueden realizarse diferentes entradas de energía para estabilizar el flujo vorticial, minimizando las pérdidas a las superficies circundantes. En realizaciones preferidas, esto puede conseguirse haciendo girar la pared opuesta al generador de vórtice minimizando la pérdida por fricción. Además de o usado independientemente, el canal de flujo que se extiende hacia fuera desde el receptáculo en el que el generador de vórtice puede ser colocado puede hacerse girar de manera que el canal de flujo gire junto con el generador de vórtice alrededor de un eje común minimizando, de esta manera, la fricción de fluido en la capa límite cerca de la superficie interior del canal de flujo.

Además, las entradas de energía al vórtice en el receptáculo por medios adicionales introducidos en el receptáculo, tales como un cilindro giratorio en el vórtice helicoidal central pueden ser usadas para añadir energía al vórtice.

También, las entradas de energía al vórtice en el receptáculo pueden realizarse mediante el material no remojado, tal como se ha descrito anteriormente, introduciendo el material en el receptáculo en una posición, velocidad y dirección determinadas. Los medios adicionales adaptados para disponer el material no remojado en el vórtice, pueden ser construidos, en sí mismos, para poseer la capacidad de introducir energía adicional al vórtice, por ejemplo, una cinta transportadora con o sin poleas que añade energía al vórtice (referencia, por ejemplo, a la Figura 4 para una cinta transportadora). La optimización de las condiciones para el vórtice mediante la introducción de material no remojado o mediante medios adaptados para disponer el material no remojado en el vórtice, se realiza, preferiblemente, sustancialmente paralela a la velocidad del vórtice en el punto de suministro.

Cuando el generador de vórtice se coloca fuera del receptáculo, tal como en el canal de flujo, el fluido en el receptáculo es forzado a fluir en un vórtice a través del acoplamiento de fluido entre el fluido en el receptáculo y el fluido en el canal de flujo, cuando se definen estos dos volúmenes de fluido conectados por un acoplamiento de fluido, es decir, la superficie entre los volúmenes, la conexión de fluido puede ser definida como el generador de vórtice en el receptáculo.

Aunque la presente invención ha sido descrita en relación con las realizaciones especificadas, no debería interpretarse como limitada, en modo alguno, a los ejemplos presentados. El alcance de la presente invención es establecido por el conjunto de reivindicaciones adjuntas. En el contexto de las reivindicaciones, las expresiones "que comprende" o "comprende" no excluyen otros posibles elementos o etapas. Además, la mención de referencias tales como "un", "una", etc., no deberían interpretarse como excluyentes de una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a los elementos indicados en las figuras tampoco deberá interpretarse como limitativo del alcance de la invención. Además, las características individuales indicadas en las diferentes reivindicaciones, posiblemente pueden ser combinadas, ventajosa y preferiblemente, y la mención de estas características en diferentes reivindicaciones no excluye que una combinación de características no sea posible y ventajosa.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para el tratamiento de material, en el que el tratamiento comprende el corte, el remojo y/o el lavado del material, en el que el aparato comprende
- 5
- un receptáculo (10) que comprende elementos de pared que definen un contenedor adaptado para contener fluido y material a tratar,
  - un dispositivo (62) de alimentación para suministrar material a tratar al fluido contenido en el receptáculo (10),
  - un elemento (20) de descarga en comunicación de fluido aguas arriba con el interior del receptáculo (10) y en comunicación de fluido aguas abajo con una conexión (40) de fluido, el elemento (20) de descarga comprende un generador (36) de vórtice, **caracterizado por que**
  - una bomba (22) está dispuesta agua abajo del generador de vórtice con el fin de de bombear fluido con material desde el receptáculo hacia el generador (36) de vórtice y a la conexión (40) de fluido aguas abajo,
  - **por que** el que el generador (36) de vórtice y la bomba (22), en combinación, están adaptados para generar un vórtice en la forma de una hélice cónica en el fluido, de manera que el vórtice se extiende al receptáculo,
  - y **por que** la tasa de flujo en la dirección hacia el elemento (20) de descarga es controlable por la bomba (22), de manera que el tiempo de retención del material en el receptáculo (10) puede ser controlado controlando la bomba (22).
- 10
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el elemento (20) de descarga comprende un canal (30) de flujo que se extiende hacia fuera desde el receptáculo, estando posicionado el generador (36) de vórtice aguas abajo en el canal (30) de flujo según se observa desde una entrada del canal de flujo.
- 15
3. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el canal (30) de flujo del elemento (20) de descarga tiene forma de embudo que se estrecha hacia el generador de vórtice.
- 20
4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato comprende un separador (24) para separar una corriente de fluido que contiene material que ha pasado por el elemento (20) de descarga y una corriente residual de fluido que no contiene sustancialmente material tratado, estando posicionado el separador (24) aguas abajo del elemento de descarga, preferiblemente aguas abajo de la bomba (22).
- 25
5. Aparato según la reivindicación 4, en el que el separador (24) comprende medios de deshidratación, tales como una o más centrifugadoras o medios para la sedimentación del material tratado.
- 30
6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato comprende una línea (26) de flujo de recirculación que suministra el fluido extraído desde el receptáculo (10) al receptáculo (10).
- 35
7. Aparato según la reivindicación 6, cuando depende de la reivindicación 4 ó 5, en el que la línea (26) de flujo de recirculación de fluido está conectada al separador de manera que el fluido residual es recirculado al receptáculo (10).
- 40
8. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el receptáculo comprende internamente uno o más elementos giratorios y/o uno o más de los elementos de pared que definen el contenedor es/son giratorios.
- 45
9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el aparato comprende más de un elemento (20) de descarga.
- 50
10. Aparato según la reivindicación 9, en el que los elementos de descarga están posicionados contiguos, unos a los otros, en los mismos elementos de pared.
- 55
11. Aparato según la reivindicación 9, en el que los elementos de descarga están posicionados, unos frente a los otros, en los elementos de pared opuestos.
- 60
12. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el generador de vórtice comprende un elemento cortante giratorio, en el que el elemento cortante está adaptado para cortar el material que fluye en un fluido hacia el elemento cortante.
- 65
13. Aparato según la reivindicación 12, en el que el elemento cortante comprende una pluralidad de brazos que se extienden radialmente con bordes cortantes que apuntan en la dirección de rotación.

14. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una alimentación de fluido adaptada para producir un flujo de fluido, siendo preferiblemente un chorro, emergiendo al líquido contenido en el receptáculo durante el funcionamiento del aparato.
- 5 15. Aparato según la reivindicación 14, en el que la salida de la alimentación de fluido está dispuesta por debajo de la superficie del fluido.
16. Aparato según la reivindicación 14 ó 15, cuando depende de la reivindicación 6-15, en el que la alimentación de fluido forma parte de la línea de flujo de recirculación.
- 10 17. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 14 a16, en el que la alimentación de fluido está adaptada para suministrar el fluido en una dirección que es sustancialmente paralela a la velocidad del vórtice en el receptáculo en el punto de suministro.
- 15 18. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que elemento de pared que constituye la parte inferior del receptáculo está inclinada con relación a la dirección horizontal, con una salida de materia provista, preferiblemente, en la posición en la que la parte inferior tiene su parte interior más baja.
- 20 19. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el dispositivo (62) de alimentación comprende medios de transporte para transportar material a tratar al fluido contenido en el receptáculo, preferiblemente, en una posición por debajo de la superficie del fluido.
- 25 20. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo (62) de alimentación está adaptado para suministrar el material a tratar en una dirección que es sustancialmente paralela a la velocidad del vórtice en el receptáculo en el punto de suministro.
- 30 21. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo (62) de alimentación está adaptado para suministrar el material a una velocidad que es al menos el 50% de, y preferiblemente sustancialmente la misma la velocidad que, el fluido en la posición de suministro en el receptáculo del material.
- 35 22. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato comprende un dispositivo de medición, dispuesto, preferiblemente, en el dispositivo de medición para medir, preferiblemente de una manera continua, la masa del material y/o el contenido de agua en el material que se suministra al receptáculo.
- 40 23. Un procedimiento de funcionamiento del aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que procedimiento comprende
- suministrar material a tratar al fluido contenido en el receptáculo,
  - controlar la bomba y el generador de vórtice para establecer un vórtice en el receptáculo en forma de una hélice cónica, y de manera que no se genere sustancialmente recirculación internamente en el receptáculo.
  - controlar la bomba (22) de manera que el fluido con material sea bombeado desde el receptáculo hacia el generador (36) de vórtice y a la conexión (40) de fluido aguas abajo.
- 45 24. Procedimiento según la reivindicación 25, en el que el procedimiento comprende añadir fluido al receptáculo preferiblemente por debajo de la superficie del fluido presente en el receptáculo y, preferiblemente, en un chorro que se extiende por debajo de la superficie del fluido presente en el receptáculo.
- 50 25. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 25 a 27, en el que el procedimiento comprende ajustar el nivel de fluido en el receptáculo de manera que el fluido se añada por debajo de la superficie o de manera que un chorro de fluido, que es el fluido añadido al receptáculo, se extiende por debajo de la superficie del fluido presente en el receptáculo.
- 55 26. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 25 a 28, en el que el procedimiento comprende recircular al menos una fracción de fluido extraída desde el receptáculo a través del elemento de descarga, preferiblemente en el que la fracción de fluido recirculada es separada del material presente en el fluido cuando el fluido estaba en el receptáculo.
- 60 27. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 25 a 30, que comprende determinar el contenido de agua del material que sale del receptáculo en base a al menos una detección del nivel de agua en el receptáculo, el agua suministrada al receptáculo, la masa del material suministrada al receptáculo y el contenido de agua del material.

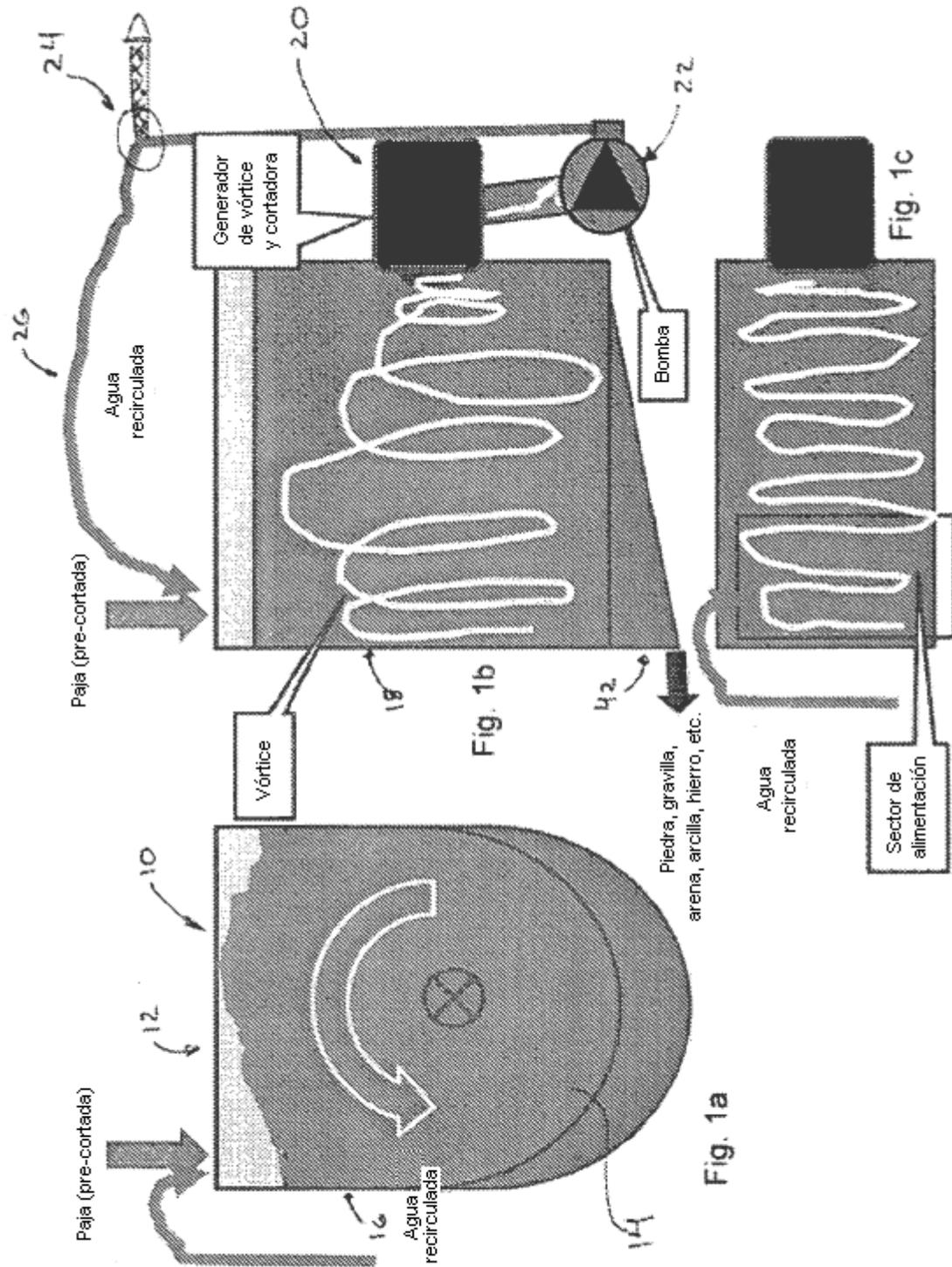


Fig. 1

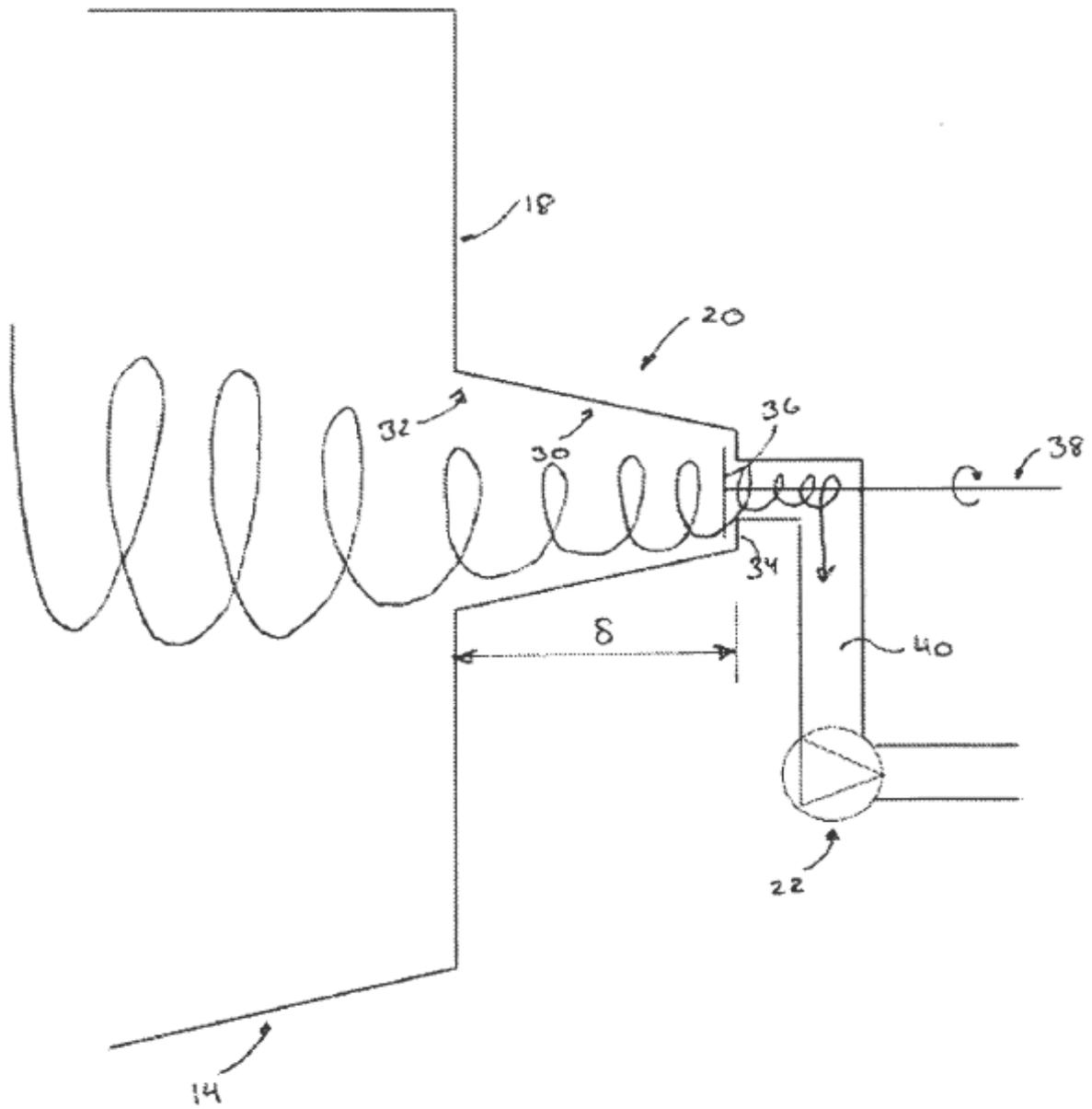


Fig. 2

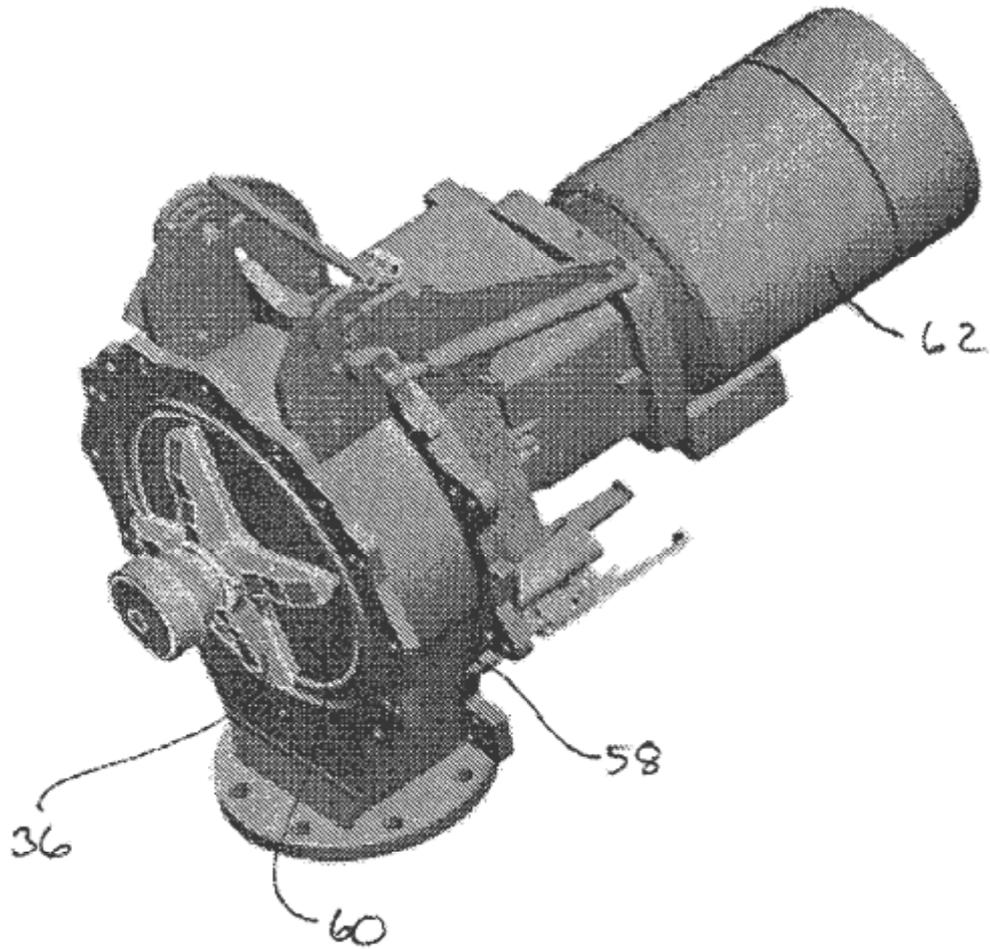


Fig. 3

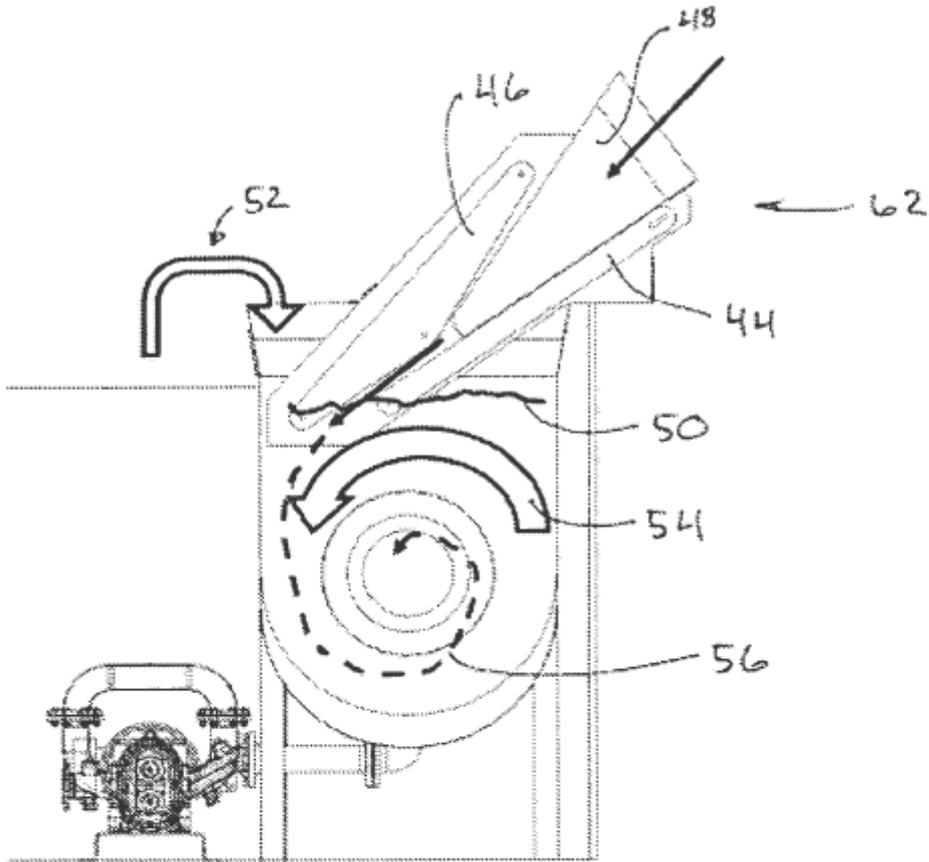


Fig. 4a

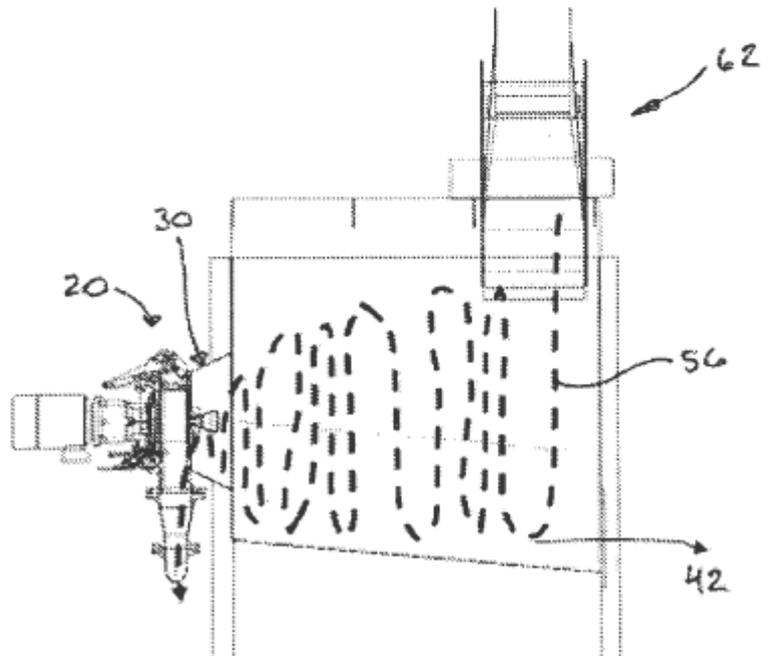


Fig. 4b

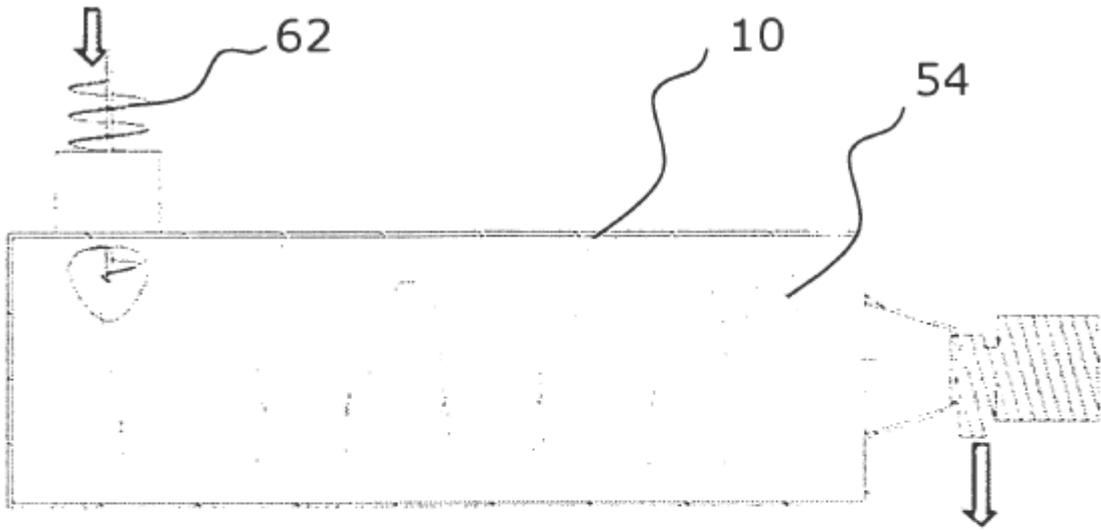


Fig. 5a

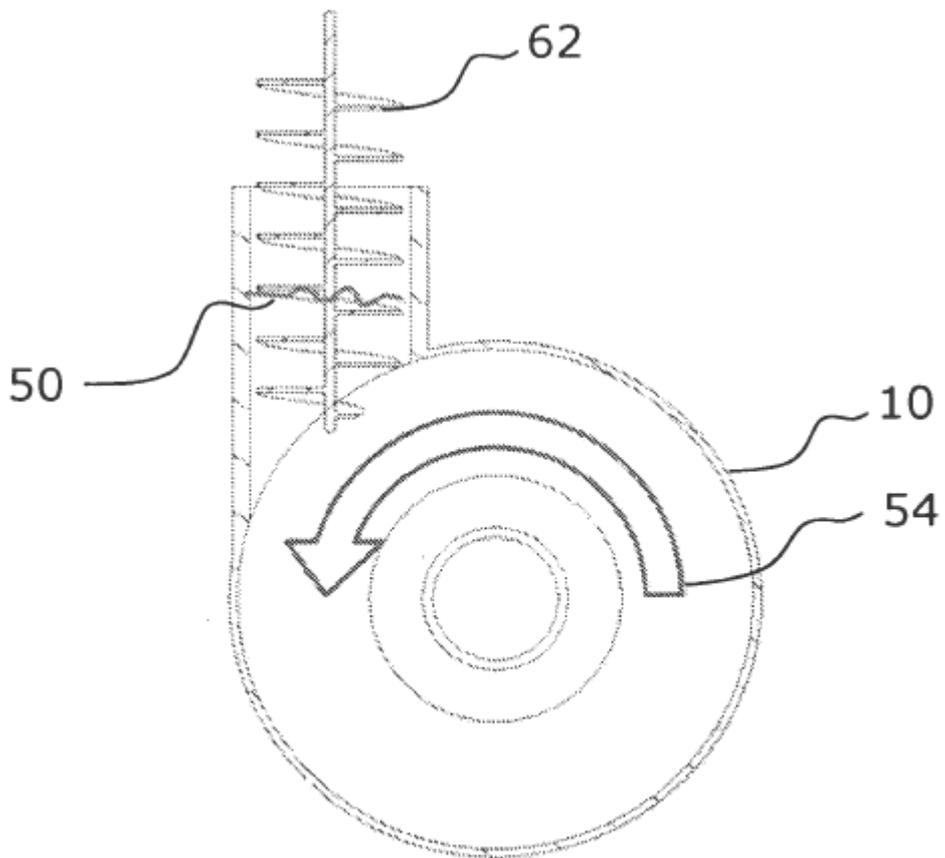


Fig. 5b