



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 379 623**

51 Int. Cl.:
C12M 1/107 (2006.01)
C12M 1/02 (2006.01)
B01F 7/00 (2006.01)
B01F 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06777124 .6**
96 Fecha de presentación : **30.08.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **2064308**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.06.2009**

54 Título: **Agitador para un fermentador, fermentador y un procedimiento de funcionamiento de un fermentador.**

30 Prioridad: **02.09.2005 DE 10 2005 041 798**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.04.2012

73 Titular/es: **Agraferm Technologies AG.**
Färberstrasse 7
85276 Pfaffenhofen/Ilm, DE

72 Inventor/es: **Friedmann, Johann y**
Heck, Christian

74 Agente/Representante:
Jiménez Duch, Rocío

ES 2 379 623 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

Agitador para un fermentador, fermentador y un procedimiento de funcionamiento de un fermentador.

5 La presente invención se refiere a un agitador para un fermentador, un fermentador y un procedimiento de funcionamiento de un fermentador.

10 Para producir biogás, se usan fermentadores como recipientes de fermentación, quemándose el biogás resultante en calderas o motores para la generación de energía. Como materias primas para la producción de biogás, en principio pueden usarse todo tipo de biomásas que tengan como componentes principales carbohidratos, proteínas, grasas y celulosa. Las sustancias orgánicas que pueden usarse para la producción de biogás son en su mayoría productos residuales o subproductos procedentes de diversos sectores y áreas de actividad. De la agricultura, por ejemplo, Por ejemplo, de la agricultura se usan estiércol líquido y sólido, residuos procedentes de la producción vegetal, pero también plantas cultivadas especialmente para este fin, por ejemplo maíz. También pueden usarse residuos vegetales 15 procedentes de la fermentación y la industria del procesamiento de verduras, junto con lodos orgánicos y efluentes del procesamiento industrial. Además, también es posible usar productos animales o productos de desecho de las aguas municipales.

20 El biogás es una mezcla de gases resultante de la descomposición microbiana anaeróbica de sustancias orgánicas, con el 50% al 70% conformado por el metano conductor de energía de alto valor (CH_4) Otros constituyentes son dióxido de carbono del 30% al 40% (CO_2) además de trazas de sulfuro de hidrógeno, nitrógeno, hidrógeno y monóxido de carbono.

25 Debido a su contenido de energía relativamente alto, el biogás puede utilizarse como conductor de la energía para la generación de calor y energía. El valor calórico medio del biogás es de aproximadamente 6.000 kcal/m^3 ($= 25.000 \text{ kJ/m}^3$). Por lo tanto, el valor calórico de un m^3 corresponde a aproximadamente 0,6 l de aceite de calefacción.

30 Se conoce el uso de fermentadores en las plantas de biogás, con un volumen típico, por ejemplo, de 150 m^3 a 3.000 m^3 . En casos concretos, los fermentadores pueden ser mucho mayores. Por ejemplo, se conoce un fermentador para una planta de biogás con un volumen de 8.000 m^3 . El sustrato se mantiene en el fermentador durante varios días, creándose biogás por la actividad de los microorganismos. A través de la transformación bioquímica, el biogás se desulfuriza en el fermentador, lo que implica que el sulfuro de hidrógeno se convierte en azufre cuando se suministra oxígeno al espacio de gas del fermentador. Para evitar la formación de capas de escoria y capas de sedimentación, el sustrato se agita, dependiendo de su composición. Además, esto facilita el escape de los gases de desprendimiento, 35 Después, el sustrato fermentado se retira a un lugar de almacenamiento final, que debe cerrarse herméticamente tan lejos como sea posible, ya que puede escapar biogás residual.

40 Después, el biogás recién producido se seca y se limpia con un filtro de seguridad. La biomasa resultante tras la fermentación es apta como fertilizante biológico. Con respecto a la estructura de una planta de biogás, se hace referencia a la patente de modelo de utilidad Alemana DE20 2005 012 340.

45 Hasta la fecha, se han usado principalmente fermentadores horizontales para la fermentación seca. Dichos fermentadores horizontales están formados, por ejemplo, por un cuerpo hueco delgado muy largo que contiene un agitador con un único árbol que se extiende sobre toda la longitud del fermentador. La longitud de un fermentador de este tipo puede ser, por ejemplo, de hasta 25 m. Los extremos del árbol agitador del agitador se montan en las paredes opuestas del cuerpo del fermentador. Un árbol agitador de esta longitud es mecánicamente difícil de controlar, ya que se dan momentos considerables en el árbol. En consecuencia, hay muchos fermentadores con varios árboles en el agitador, cada uno haciendo un recorrido horizontal y en ángulos rectos con respecto la dirección axial del fermentador. Aquí, la carga mecánica de los árboles agitadores individualmente es significativamente menor, pero 50 cada árbol agitador requiere un mecanismo de tracción por separado, que, a su vez, supone un coste considerable. Además, el sellado de los soportes de los árboles en las paredes interiores del fermentador es extremadamente problemático. Este fermentador también forma un paso alargado por el que los materiales de insumo se suministran en un extremo y los productos fermentados se eliminan desde el otro extremo. Un paso de este tipo tiene una sección transversal rectangular y se compone de segmentos de hormigón. La producción de un paso de hormigón rectangular es 55 cara.

60 Independientemente del modo de construcción del fermentador, existe el problema con estos fermentadores conocidos de que, para reemplazar un agitador, es necesario vaciar el fermentador, con el fin de conseguir acceder a los puntos de montaje en el cuerpo del fermentador. Ya que los agitadores están sujetos a un desgaste inevitable, el funcionamiento del fermentador ha de interrumpirse a intervalos regulares con el fin de hacer el mantenimiento de los agitadores.

65 El documento DE 20 2004 004 101 U1 describe un fermentador para una planta de biogás con un dispositivo agitador que tiene un árbol agitador en posición vertical. En su extremo inferior éste tiene la forma de un árbol hueco, por lo que puede empujarse por un tubo de guía montado indeleble en el fermentador. El árbol agitador está equipado con palas agitadoras abisagradas, para que el árbol agitador pueda retirarse fácilmente de forma vertical para su mantenimiento o reparación.

ES 2 379 623 T3

A partir del documento DE 20 2004 012 236 U1 se conoce otro agitador con un eje giratorio montado en un ángulo. Integrado en el extremo inferior de este árbol giratorio y agitador se encuentra una unidad de cojinete, por lo que para realizar el trabajo de mantenimiento o reparación el cojinete se retira junto con el árbol giratorio del fermentador.

5

El documento DE 20 2004 005 331 U1 describe un agitador que puede retirarse a través de una abertura en una pared lateral o cubierta de un recipiente fermentador. Este agitador tiene un tubo alargado, cuyo extremo se inserta holgadamente en un cojinete de acoplamiento. Montado en el tubo se encuentra un árbol que gira los elementos agitadores equipados en el exterior del tubo.

10

En el documento DE 44 19 782 A1 se describe un fermentador horizontal provisto con un árbol agitador soportado por el centro. El árbol se divide en el centro, con los extremos respectivos soportados por un cojinete central.

15

El documento DE 10 2004 027 077 A1 describe otro agitador para un recipiente de fermentación, que puede insertarse en el recipiente en un ángulo. Con su extremo libre, el agitador descansa sobre una plataforma de montaje, respecto a la cual está montado de forma giratoria.

20

El documento DE 20 2004 017 610 U1 describe una planta de biogás con un fermentador, en la que se proporciona un agitador con un árbol horizontal. En esta realización, el material para la fermentación se suministra en la parte superior, con una salida para la salida del material fermentado cerca de la base.

25

El documento DE 201 21 701 U1 describe un aparato para la descomposición de sustancias orgánicas. Éste tiene un reactor o fermentador en el que las sustancias orgánicas se mantienen a flote desde una entrada hasta una salida situada a una distancia de la anterior y sustancialmente en el mismo nivel horizontal. Ésta pretende facilitar la orientación del proceso cuasi-continuo, y con ésta también pueden dispensarse las sustancias orgánicas.

30

El documento DE 201 11 480 U1 muestra un fermentador con un agitador que gira alrededor de un árbol agitador vertical. Situados en una corta distancia del árbol se encuentran los medios agitadores que mantienen el contenido del fermentador en movimiento. En la base en el borde del fermentador se deja una arqueta por la que se guían los sedimentos que se forman en la base del fermentador. Los sedimentos que se depositan aquí se retiran de la arqueta por medio de una tubería.

35

El documento DE 200 11 783 U1 describe un fermentador con un diseño similar, provisto en su borde con un tipo de arqueta, desde la cual los sedimentos que se depositan en el fermentador pueden eliminarse por medio de un transportador de tornillo.

40

El documento DE 102 24 665 A1 muestra un fermentador con la forma de un recipiente cerrado en el que el material que se va a fermentar se suministra por la parte superior, y se elimina por el fondo. Este fermentador se proporciona con medios agitadores capaces de girar alrededor de un eje vertical.

45

El documento DE 31 38 452 A1 muestra otro fermentador con un recipiente de fermentación cilíndrico con un tubo de entrada en la parte superior del recipiente y un tubo de salida diametralmente opuesto en la parte inferior del recipiente.

50

El documento EP 1 394 246 A1 describe un dispositivo agitador para un fermentador que tiene un recipiente de fermentación cilíndrico. Montados sobre el exterior radial de cada recipiente de fermentación se encuentran dos árboles agitadores, ambos girando rápidamente el contenido por todos sus alrededores y también haciéndolo circular por todo el recipiente.

55

Este fermentador puede proporcionarse en particular con un módulo agitador en el que se integran los árboles agitadores y el motor de accionamiento. El módulo agitador puede retirarse como una unidad verticalmente del fermentador para los trabajos de reparación y mantenimiento. En la base del fermentador hay receptáculos para alojar los extremos de los árboles agitadores.

60

El documento EP 0 307 500 A1 describe un generador de biogás portátil con un contenedor cilíndrico inclinado montado en un vehículo. En una pared final el contenedor tiene una boquilla de llenado, y en la superficie cilíndrica tiene una salida de descarga.

65

El documento DE 196 21 914 C1 muestra otro fermentador con un tipo de arqueta en el medio del fermentador, desde el cual pueden retirarse las capas de sedimentación por medio de un accionamiento de tornillo. La invención se basa en el problema de la creación de un agitador para un fermentador, un fermentador y un procedimiento de funcionamiento de un fermentador, que permitan una operación más fácil y eficiente del fermentador.

El problema se resuelve gracias a un agitador con las características de la reivindicación 1, un fermentador con las características de la reivindicación 8, y un procedimiento con las características de la reivindicación 10 o la reivindicación 15. Se exponen desarrollos ventajosos de la invención en las reivindicaciones dependientes pertinentes.

ES 2 379 623 T3

El agitador de acuerdo con la invención para un fermentador, en particular un fermentador para fermentación seca, comprende:

al menos un árbol agitador vertical, en el que se equipan una o más palas,

un mecanismo de tracción para girar el árbol agitador, actuando el mecanismo de tracción sobre la sección final superior del árbol agitador, y

un cojinete de centrado para centrar el extremo inferior del árbol agitador, en el que el cojinete de centrado está diseñado para liberarse del árbol agitador de tal manera que el árbol agitador pueda centrarse empujando el cojinete de centrado y pueda mantenerse en el último únicamente por la fuerza de la gravedad del árbol agitador, y el cojinete de centrado tiene un embudo de inserción y se proporciona con una sección de centrado, y

en la sección final inferior del árbol agitador se proporciona un eje de mangueta, montado por medio de un cojinete para que pueda girar con respecto al resto del árbol agitador, y el eje de mangueta tiene un elemento de acoplamiento que se acopla de forma positiva con algo de juego en la sección de centrado.

Con este agitador es posible tirar del árbol agitador hacia arriba desde el cojinete de centrado durante el funcionamiento del fermentador, y retirarlo del fermentador. Después, el árbol agitador puede someterse a mantenimiento e insertarse de nuevo en el cojinete de centrado del fermentador, o de otro modo reemplazarse por otro árbol agitador. No hay necesidad de vaciar el fermentador para este propósito, por lo que el árbol agitador puede reemplazarse mucho más rápido que en el caso de fermentadores convencionales. Si el fermentador tiene uno o más árboles agitadores adicionales, el aún así el funcionamiento puede continuar.

El cojinete de centrado tiene un embudo de inserción que facilita la inserción del árbol agitador en el cojinete de centrado. El embudo de inserción se monta indeleble en el fermentador, para que en principio pueda ser de cualquier tamaño deseado. Se conocen accesorios de inserción para los árboles agitadores. Sin embargo, estos tienen la desventaja de que, en el caso de un fermentador lleno de sustrato, deben desplazar el sustrato. En el caso del agitador de acuerdo con la invención, sólo se mueve a través del sustrato el árbol agitador alargado relativamente delgado con las palas.

Además, se proporciona en la sección final inferior del árbol agitador un eje de mangueta que, por medio de un cojinete, está montado para que pueda girar con respecto al resto del árbol agitador. Este cojinete para girar el árbol representa la parte más laboriosa del árbol agitador. Con el montaje del cojinete en el árbol agitador, el cojinete puede retirarse del fermentador para su mantenimiento junto con el árbol agitador. Ya que el eje de mangueta se proporciona con un elemento de acoplamiento que se acopla positivamente con algo de juego en una sección de centrado del cojinete de centrado, el eje de mangueta se monta no giratorio en el fermentador, para que el árbol agitador se monte de una manera definida por medio del cojinete previsto entre el eje de mangueta y el resto del árbol agitador.

Preferiblemente, el cojinete de centrado tiene en su sección inferior una abertura desde la cual el material puede desplazarse cuando el árbol agitador se inserta en el cojinete de centrado.

La invención tiene un agitador en el que el árbol agitador está equipado con varias palas agitadoras, que ajustarse en diferentes ángulos con respecto a la vertical. Esto hace posible ajustar la viscosidad del sustrato del fermentador. En este sentido también es posible proporcionar varias palas agitadoras en el árbol agitador, con diferentes ángulos de inclinación, para que las capas de sustrato de diferente viscosidad puedan someterse a grados variables de presión.

Si las palas agitadoras se configuran principalmente en vertical, entonces mezclarán el sustrato sólo en la dirección radial. Por este medio es posible reaccionar específicamente para separar las capas del fermentador. Si las palas agitadoras se configuran en un ángulo con respecto a la vertical entonces, dependiendo del grado de inclinación, el sustrato se mezclará progresivamente en la dirección vertical. El ajuste de la inclinación de las palas agitadoras permite de este modo controlar que el sustrato fluya en el fermentador. La combinación de un árbol alineado en vertical y las palas agitadoras con ángulos de inclinación ajustables permite un enfoque selectivo con respecto al sustrato capa por capa.

El fermentador de acuerdo con la invención comprende:

un alojamiento con al menos una placa soporte y una o más paredes laterales que alojan la placa soporte,

un agitador de acuerdo con la invención, para mezclar el sustrato en el fermentador,

un dispositivo de alimentación para el suministro de materiales de insumo, y

una salida de descarga, en la que el dispositivo de alimentación para suministrar los materiales de insumo se sitúa en la sección superior del fermentador y la salida de descarga se encuentra en la sección inferior del fermentador.

ES 2 379 623 T3

Por lo tanto, en el fermentador de acuerdo con la invención el flujo va desde la parte superior a la parte inferior, lo que facilita un funcionamiento continuo, mientras que pueden formarse tres zonas con material de diferente densidad en el fermentador. La zona más superior es la zona de licuefacción, en la que el sustrato introducido se licúa. La zona central es la zona de metanación, en la que el material ya licuado y algo compactado emite la mayor parte de su metano.
5 En la zona inferior, la zona de descarga, se encuentra el sustrato completa o casi completamente descompuesto, que tiene la mayor densidad. Debido al flujo pasante desde la parte superior a la parte inferior, las fases de descomposición están hidráulicamente disociadas, lo que optimiza el rendimiento del gas.

10 En la realización preferida del fermentador de acuerdo con la invención, el agitador se proporciona con un árbol agitador alineado en vertical. Por este medio, cada una de las palas agitadoras unidas al árbol agitador se mueve en un plano horizontal, y el sustrato del fermentador se mezcla en planos horizontales. Esto estimula la formación de las zonas de descomposición que se han descrito anteriormente.

15 El procedimiento de acuerdo con la invención para el funcionamiento de un fermentador, en particular un fermentador para fermentación seca para plantas de biogás, se distingue por el hecho de que los materiales de insumo para la fermentación seca se suministran a la sección superior de la fermentación, y el sustrato fermentado se elimina desde la sección inferior del fermentador.

20 El flujo pasante desde la parte superior hasta la parte inferior facilita la distribución en zonas a la que se ha hecho referencia anteriormente.

25 Preferiblemente el sustrato del fermentador se mezcla radialmente, lo que promueve la formación de zonas. Para esto, además es necesario para que la mezcla tenga lugar lentamente, por ejemplo, con una velocidad de giro del árbol agitador (o de los árboles agitadores) en el intervalo de 0 a 20 rpm o hasta un máximo de 60 rpm.

30 Si el fermentador se maneja con esta formación de zonas, entonces el material de partida suministrado en la parte superior se convierte gradualmente en el producto, al mismo tiempo que se hunde hacia abajo en el fermentador. Dichos fermentadores también se describen como reactores tubulares o reactores de flujo pistón. Sin embargo, la facilidad para ajustar la inclinación de las palas agitadoras también permite un modo de funcionamiento diferente del fermentador, en el que el sustrato se mezcla en vertical desde la parte superior a la parte inferior o desde la parte inferior a la parte superior.

35 Preferiblemente, el fermentador funciona con la formación de zonas que se ha descrito anteriormente, sin embargo, estando las palas agitadoras ajustadas con una cierta inclinación en la sección superior, para que el material de partida recién introducido se mezcle más intensamente con el sustrato que ya se encuentra en el fermentador.

La invención se explica en detalle y a modo de ejemplo a continuación con la ayuda de los dibujos, que muestran esquemáticamente en:

40 Figura 1: Un fermentador de acuerdo con la invención en una vista en sección, junto con el dispositivo de alimentación.

Figura 2: Una sección a través del fermentador de la Figura 1 en el área de un agitador.

45 Figura 3: Una sección parcial de la parte final inferior de un agitador.

Figura 4: El cojinete de centrado con un embudo de inserción de las figuras 1 a 3, visto en ángulo desde arriba.

50 Figura 5: La inserción de un agitador en el fermentador en seis pasos.

Figura 6: El cuerpo del fermentador con una cubierta parcialmente abierta.

Figura 7: Una sección a través del cuerpo del fermentador de la figura 6 en un área de la esquina inferior

55 Figura 8: La estructura de una planta de biogás con el fermentador de acuerdo con la invención.

Figura 9: Un diagrama de flujo de proceso de los procesos que operan en la planta de biogás de la figura 8, y

60 Figura 10: Los flujos del fermentador de la figura 1.

Un fermentador (1) tiene un cuerpo de fermentador (2) para mantener un sustrato (3) (figura 1).

65 El cuerpo de fermentador (2) está formado por una placa soporte (4), circular cuando se ve desde arriba, las paredes laterales (5) que rodean la placa soporte (4) y una cubierta (6) (figuras 6, 7). Las paredes laterales (5) y la cubierta (6) están hechas de elementos de hormigón prefabricado.

La figura (7) muestra una vista en sección a través de un área de esquina inferior del cuerpo del fermentador con una base circular (7), la placa soporte (4) hecha de hormigón armado y las paredes laterales (5) hechas de hormigón

ES 2 379 623 T3

armado. La base circular (7) y la placa soporte (4) descansan sobre una capa limpia (8) hecha de macro-hormigón. Los elementos de hormigón prefabricado individuales de las paredes laterales (5) se apuntalan con canales en los segmentos de las paredes laterales (5) en las que transcurren las bridas de tensión (no mostradas).

5 La cubierta también está hecha de varios elementos de hormigón prefabricado, formando cada uno segmentos circulares individuales. Las secciones de la cubierta descansan con sus extremos anchos sobre la pared lateral (5) y con sus extremos estrechos sobre una columna de soporte (9) prevista en el centro del cuerpo del fermentador (2). Algunos segmentos de la cubierta (6) se proporcionan con una abertura (10), cuya función se explicará en más detalle más adelante.

10 El fermentador (1) tiene al menos un agitador (11). El agitador (11) comprende: un árbol agitador (12) que es aproximadamente vertical, un mecanismo de tracción (13) que actúa sobre la sección final superior del árbol agitador (12) varias palas agitadoras 14, cada una fijada al árbol agitador (12) por medio de una varilla de pala (15), y un cojinete de centrado (16) montado sobre la placa soporte (4) para alojar la sección final inferior del árbol agitador (12).

15 El mecanismo de tracción (13) está formado por un motor eléctrico y un mecanismo de transmisión, y está montado sobre la cubierta (6). El mecanismo de tracción (13) se fija a una placa de cubierta (17) que cubra la abertura (10) de la cubierta (6). El árbol agitador (12) pasa a través de la placa de cubierta (17) con la ayuda de un cojinete convencional. No son necesarios más elementos de sellado ya que, durante un funcionamiento normal, el sustrato no entra en contacto con la cubierta (6) o la placa de cubierta (17).

20 El árbol agitador (12) está formado por un tubo de acuerdo que se extiende desde la cubierta (6) hasta justo por encima de la superficie de la placa soporte (4). Las varillas de las palas (15) se sujetan al árbol agitador (12). Esta sujeción puede realizarse en cualquier punto sobre el árbol agitador (12). Es posible de este modo variar el número y la disposición de las palas agitadoras. Las palas agitadoras no necesitan estar dispuestas sobre un plano, como se muestra en las figuras (1) y (2). Pueden compensarse una con respecto a la otra sobre el árbol agitador (12) en cualquier ángulo deseado.

25 Cada una de las palas agitadoras (14) y las varillas de las palas (15) tiene bridas con los orificios correspondientes (no mostradas) para sujetarse entre sí por medio de conexiones roscadas. Gracias a esto también es posible sujetar las palas agitadoras (14) a las varillas de las palas (15) en diferentes ángulos de inclinación de la vertical. De este modo, es posible variar la superficie de desplazamiento eficaz de las palas agitadoras (14) en el sustrato (3) del fermentador. Cuando más pronunciado es el ángulo de las palas agitadoras (14), mayor es la superficie de desplazamiento eficaz.

30 La figura 3 muestra una vista en sección de la sección final inferior del árbol agitador (12) que encaja en el cojinete de centrado (16). El cojinete de centrado (16) tiene un embudo de inserción (19) que conduce a la sección de centrado situado por debajo. Vista desde arriba, la sección de centrado (20) es rectangular y está formada por cuatro paredes laterales. En principio, la sección de centrado puede tener cualquier forma, lo que proporcionará un acoplamiento no giratorio con un elemento de acoplamiento correspondiente (28). En particular, la forma de la sección de centrado y el elemento de acoplamiento correspondiente puede ser la de cualquier otro poliedro deseado. La sección de centrado (20) se monta a una distancia h por encima de una placa soporte (21). La sección de centrado (20) y el embudo de inserción (19) se mantienen por paredes de soporte (22) que se extienden radialmente aproximadamente hacia fuera desde la sección de centrado (20). Ya que la sección de centrado (20) se ajusta a una distancia h por encima de la placa soporte (21), se forman un espacio libre y/o varias aberturas entre la sección de centrado (20) y la placa soporte (21), a través de los cuales puede desplazarse cualquier sustrato en el cojinete de centrado (16) cuando un árbol agitador (12) se inserte en el cojinete de centrado (16).

35 En el centro del cojinete de centrado (12) se proporciona un pedestal (23) en forma de una base metálica sólida. El pedestal se proporciona con un punto de centrado (24) hacia arriba.

40 Tanto el pedestal (23) como el cojinete de centrado (16) se sueldan a la placa soporte (21) y se fijan como una unidad a la placa soporte (4) del fermentador (1) en puntos predeterminados. Ya que el cojinete de centrado (16) se fija indeleble en el fermentador, el embudo de inserción (19) puede ser en principio de cualquier tamaño deseado. Un embudo de inserción grande hace que la inserción del agitador en el fermentador sea considerablemente más fácil. El punto de centrado (24) proporciona un alineamiento muy preciso de la sección final inferior del árbol agitador (12) en el fermentador.

45 El extremo inferior del árbol agitador (12) comprende un eje de mangueta (25) que se monta de forma giratoria en el cuerpo de árbol tubular (26) del árbol agitador (12). El eje de mangueta (25) está formado por una varilla alargada sólida (27) y un elemento de acoplamiento (28) previsto en la sección final inferior de la varilla (27). El elemento de acoplamiento (28) se extiende radialmente desde la varilla (27) y, visto desde arriba, tiene superficies límite externas de una forma rectangular tal que puede ajustarse con un juego mínimo en la sección de centrado (20). En el borde continuo inferior del elemento de acoplamiento (28) se forman chaflanes de entrada (29). La cara final inferior de la varilla (27) tiene la forma de una concavidad cónica que encaja positivamente en el punto de centrado (24). Por lo tanto, el eje de mangueta (25) se sitúa en el centro mediante el cojinete de centrado (16) y el pedestal (23), y el acoplamiento positivo entre la sección de centrado (20) y el elemento de acoplamiento (28) realiza la localización no giratoria del eje de mangueta (25).

ES 2 379 623 T3

En el cuerpo de árbol tubular (26), una corta distancia por encima de la cara final superior del eje de mangueta (25), se proporciona un tope circular con forma de disco (30). Entre este tope (30) y esta cara final se encuentra un cojinete de rodillos esféricos (31), a través del cual la carga del árbol agitador (12) se transfiere al eje de mangueta (25), y que permite el giro del cuerpo del árbol (26) con respecto al eje de mangueta (25).

5

En el área entre el cojinete de rodillos esféricos (31) y el elemento de acoplamiento (28), se disponen alternativamente cojinetes de agujas (32) y manguitos de plástico (33) que incluyen el eje de mangueta (25). Sobre la superficie interna del cuerpo del árbol (26) en el área bajo el tope (30) se proporciona un tubo a presión (34) que sirve, por una parte, para insertar el eje de mangueta (25) con los cojinetes (31), (32) en la sección final inferior del cuerpo del árbol (26), mientras que por otro lado sitúa el eje de mangueta (25) con los cojinetes (31), (32) y los manguitos de plástico de forma precisa en el cuerpo del árbol (26).

10

En el área entre el elemento de acoplamiento (28), el tubo a presión (34) y el cojinete de agujas inferior (32) se proporciona un conjunto de sellado (35) que comprende varios elementos de sellado, lo que evita la penetración de sustrato en el espacio entre el eje de mangueta (25) y el cuerpo del árbol (26).

15

Durante el funcionamiento del fermentador, el árbol agitador (12) de acuerdo con la invención puede retirarse hacia arriba, lo que implica que el elemento de acoplamiento (28) esté por fuera del cojinete de centrado (16). Sólo el cojinete de centrado (16) y el pedestal (23) permanecen en el fermentador (1). Estos son los componentes de acero pesados que no están sujetos a ningún desgaste significativo y no requieren un mantenimiento regular. Los cojinetes sustancialmente más propensos a un mantenimiento intensivo (31), (32) se retiran del fermentador junto con el árbol agitador (12) y se puede someter a mantenimiento fuera del fermentador, sin ninguna necesidad de interrumpir el funcionamiento del fermentador.

20

En la extracción e inserción del árbol agitador, las palas agitadoras (14) y sus varillas de las palas asociadas (15) están tan alineadas que pueden guiarse a través de la abertura (10) en la cubierta (6) del fermentador (1). La inserción del agitador (11) en el fermentador (1) se muestra esquemáticamente en la figura 5.

25

En la presente realización, cada una de las palas agitadoras (14) y las varillas de las palas (15) tiene una longitud total de 1,4 m. La abertura (10) preferiblemente tiene una anchura ligeramente mayor de, por ejemplo, 1,5 m, para que la resistencia de la cubierta (6) no se vea perjudicada, mientras que al mismo tiempo que el agitador (11) junto con el árbol agitador (12) pueden retirarse y volverse a insertar. El reemplazo completo de un árbol agitador tarda unas pocas horas.

30

Para el suministro de materiales de insumo en el fermentador 1 se proporciona un dispositivo de alimentación (36) (figura 1) que comprende un depósito de almacenamiento (37), un transportador de tornillo (38) y un canal transportador (39). El canal transportador conduce a la parte superior del fermentador. Puede conducir a una abertura en la cubierta (6), o en el área del borde superior de la pared lateral (5). En la presente realización, la abertura (40) se sitúa en el área del borde superior de la pared lateral (5). Para retirar el material fermentado, se proporciona una salida de descarga (41) en el área del borde inferior de la pared lateral (5). En la salida de descarga (41) se acopla una bomba (no mostrada), que transporta el material fermentado para su procesamiento adicional.

35

Ya que la entrada de alimentación (40) está en la parte superior del fermentador y la salida de descarga (41) en la parte inferior, el fermentador es alimentado de la parte superior a la parte inferior. Preferiblemente, la entrada de alimentación (40) y la salida de descarga (41) están diametralmente opuestas en el fermentador de forma que, al fluir a través del fermentador, el sustrato deba recorrerlo completamente de una vez.

45

El funcionamiento del fermentador (1) se describe en detalle más adelante con la ayuda de la representación esquemática de la figura (10), que muestra una vista en planta del fermentador circular (1) con dos agitadores (11).

50

Los materiales de insumo se suministran en la parte superior del fermentador (1) a través de la entrada de alimentación (40). Los materiales de insumo adecuados para la fermentación seca son sustancialmente cualquier biomasa apilable que pueda reciclarse con un contenido en peso seco de al menos el 25%. Estos incluyen, por ejemplo, silo de maíz, ensilado de cereales de planta completa, ensilado de hierba, ensilado de remolacha azucarera, ensilado de remolacha forrajera y cereales (centeno, triticale, cebada, trigo).

55

Los dos agitadores (11) funcionan en la misma dirección de giro. La velocidad de giro es lenta, con un máximo de 60 rpm. La velocidad de giro típica en intervalos de funcionamiento normales de 0 a 20 rpm. Se ha descubierto que, con esta disposición de un árbol agitador alineado en vertical y el giro continuo lento del árbol agitador, todo el sustrato (3) del fermentador (1) se pone en movimiento (véase la flecha 42). Para este fin, es ventajoso que el fermentador sea circular cuando se ve desde arriba.

60

También se ha descubierto que sólo es necesario un árbol agitador para mover todo el sustrato. Por motivos de seguridad, sin embargo, se instalan dos o más árboles agitadores para que el sustrato pueda mantenerse continuamente en movimiento, incluso si un árbol agitador falla. Esto evita cualquier subida del nivel de líquido del fermentador a través de inclusiones de biogás en las capas de escoria.

65

ES 2 379 623 T3

Con la rotación y la circulación continua del sustrato en el fermentador, se desarrollan tres zonas de descomposición (43), (44) y (45) (figura 1). Estas tres zonas de descomposición se estratifican una encima de la otra. La zona superior es una zona de licuefacción (43). La zona central una zona de metanación (44) y la zona inferior una zona de descarga (45).

5 Estas tres zonas de descomposición se desarrollan cuando las palas agitadoras 14 se alinean sustancialmente en vertical, para que no se genere un movimiento ascendente o descendente apreciable en el sustrato. Dichas palas agitadoras alineadas en vertical (14) actúan únicamente sobre el sustrato principalmente en niveles separados, para que los niveles no se mezclen entre sí. Preferiblemente, las palas superiores o las palas agitadoras (14) situadas en la zona de licuefacción (43) se ajustan en un ligero ángulo de la vertical, para que el material de partida recién añadido se mezcle inmediatamente con el sustrato en la zona de licuefacción.

10 En otro modo de funcionamiento, las palas agitadoras están inclinadas con respecto a la vertical. Con un ángulo de inclinación de 20° a 70° y en particular de 30° a 60°, el sustrato se mezcla en vertical a una extensión considerable. Si todas las palas agitadoras de un árbol agitador están inclinadas en la misma dirección, entonces se desarrolla un flujo vertical del sustrato a lo largo del árbol agitador sobre toda la altura que se llena con el sustrato. Dependiendo de la dirección del árbol agitador, el flujo a lo largo del árbol agitador se dirige hacia arriba o hacia abajo. En dicho modo de funcionamiento, no se desarrollan zonas de descomposición horizontales, pero en su lugar todo el sustrato se mezcla uniformemente.

20 La zona de licuefacción contiene el sustrato menos descompuesto que, debido a su alto contenido orgánico, tiene la menor densidad. Con la licuefacción progresiva el material se hunde debido a la descomposición biológica desde la zona de licuefacción a la zona de metanación, en la que se emite la mayor parte del metano.

25 Debido a su alta densidad, el sustrato excesivamente descompuesto llega a la zona de descarga, desde la cual se elimina a través de la salida de descarga (41).

30 El biogás desprendido durante este proceso se acumula bajo la cubierta (6) y se sustrae a través de una abertura (46) en la cubierta (6).

El nivel en el fermentador se controla por medio de una sonda (no mostrada). Si el nivel de llenado excede una altura determinada, la bomba para la descarga del material descompuesto se conecta automáticamente.

35 El fermentador (1) se alimenta continuamente por medio del dispositivo de alimentación (36). El depósito de almacenamiento (37) del dispositivo de alimentación (36) puede llenarse por el operario en lotes, controlando la unidad de control la alimentación continua por medio del transportador de tornillo (38). A través de la descarga controlada por la sonda radar, la retirada del material descompuesto también es continua.

40 El tiempo medio de retención hidráulica típico es aproximadamente 40 días en el fermentador. La tasa de carga específica es 8 kg de materia orgánica seca/m³/d.

Preferiblemente, el fermentador (1) está equipado con un calentador que permite calentar el sustrato en el fermentador, para que pueda mantenerse una temperatura de fermentación óptima en el fermentador.

45 A continuación, se explica una planta de biogás con el fermentador de acuerdo con la invención. La planta de biogás tiene un fermentador (1) con el dispositivo de alimentación (36), un postfermentador/gasómetro combinado (47), una estación de bombeo (48), una instalación de almacenaje para los productos sólidos de fermentación (49), dos plantas combinadas de calefacción y electricidad (50), un tanque de aceite (51), una bengala de emergencia de biogás (52), una estación de transformadores 53 y un punto de llenado (54) para los productos líquidos de fermentación.

50 En el depósito de almacenamiento (37) del dispositivo de alimentación (36), el ensilado se mezcla con los adyuvantes de fermentación, y esta mezcla se suministra como material de insumo al fermentador (1). El biogás producido en el fermentador se suministra a través de la estación de bombeo (48) al postfermentador/gasómetro combinado (47). Los sustratos fermentados se suministran a través de la estación de bombeo (48) al postfermentador/gasómetro (47) directamente o de otra manera a través de un desintegrador (55). El postfermentador/gasómetro (47) es un recipiente de almacenamiento de gran volumen con una doble membrana, encontrándose el biogás entre las dos membranas y debajo de la membrana inferior del producto líquido de fermentación. El producto líquido de fermentación puede retirarse del postfermentador/gasómetro (47) y/o el fermentador (1) y separarse mediante un separador (56) de sus constituyentes sólidos, que pueden usarse como fertilizante orgánico, después de lo cual el producto líquido de fermentación separado se suministra al postfermentador/gasómetro (47). Por lo tanto, el contenido de sustancia seca del postfermentador/gasómetro (47) puede controlarse mediante el separador (56). Estos fertilizantes tienen un contenido de sustancia seca típico del 30% al 35%.

65 El sustrato descompuesto en el fermentador (1) también puede usarse directamente como fertilizante orgánico. Éste es un fertilizante líquido con un contenido de sustancia seca del 10% al 15%.

ES 2 379 623 T3

El biogás almacenado en el postfermentador/gasómetro (47) se suministra a través de una trampa de condensados (57) a las plantas combinadas de calefacción y electricidad (50) para generar energía y calor. El tanque de aceite (51) se proporciona para abastecer las plantas combinadas de calefacción y electricidad (50) con aceite de ignición. El biogás también puede quemarse por una bengala de emergencia (52) cuando las plantas combinadas de calefacción y electricidad son incapaces de procesar la cantidad de biogás suministrada.

La invención puede resumirse brevemente como se indica a continuación:

La invención se refiere a un agitador para un fermentador, un fermentador y un procedimiento de funcionamiento de un fermentador.

El árbol agitador tiene un árbol agitador que, de acuerdo con la invención, se mantiene aproximadamente recto en el fermentador. Por estos medios, el sustrato del fermentador circula en planos horizontales. Esto permite la formación de varias zonas de descomposición estratificadas.

Preferiblemente, el agitador también está diseñado de forma que pueda retirarse hacia arriba desde el fermentador durante el funcionamiento continuo. Debido a esto, no es necesario vaciar el fermentador para realizar los trabajos de mantenimiento en el agitador.

20 Lista de números de referencia

1	fermentador
2	cuerpo del fermentador
25	3 sustrato
	4 placa soporte
30	5 pared lateral
	6 cubierta
	7 base circular
35	8 capa limpia
	9 columna de soporte
40	10 abertura
	11 agitador
	12 árbol agitador
45	13 mecanismo de tracción
	14 pala agitadora
50	15 varilla de pala
	16 cojinete de centrado
	17 placa de cubierta
55	18
	19 embudo de inserción
60	20 sección de centrado
	21 placa soporte
	22 paredes de soporte
65	23 pedestal

ES 2 379 623 T3

	24	punto de centrado
	25	eje de mangueta
5	26	cuerpo de árbol
	27	varilla
	28	elemento de acoplamiento
10	29	chaflán de entrada
	30	tope
15	31	cojinete de rodillos esféricos
	32	cojinete de agujas
	33	manguito de plástico
20	34	tubo a presión
	35	conjunto de sellado
25	36	dispositivo de alimentación
	37	depósito de almacenamiento
	38	transportador de tornillo
30	39	canal transportador
	40	entrada de alimentación
35	41	salida de descarga
	42	flecha
	43	zona de licuefacción
40	44	zona de metanación
	45	zona de descarga
45	46	abertura
	47	postfermentador/gasómetro
	48	estación de bombeo
50	49	instalación de almacenaje
	50	planta combinada de calefacción y electricidad
55	51	tanque de aceite
	52	bengala de emergencia de biogás
	53	estación de transformadores
60	54	punto de llenado
	55	desintegrador
65	56	separador
	57	trampa de condensados.

ES 2 379 623 T3

REIVINDICACIONES

1. Agitador para un fermentador, con al menos un árbol agitador vertical (12), al que se ajustan una o más palas agitadoras (14), un mecanismo de tracción (13) para girar el árbol agitador (12), actuando el mecanismo de tracción (13) sobre la sección final superior del árbol agitador (12), y un cojinete de centrado (16) para centrar el extremo inferior del árbol agitador (12), en el que el cojinete de centrado (16) está diseñado para liberarse del árbol agitador (12) de tal manera que el último pueda centrarse empujando el cojinete de centrado (16) y pueda mantenerse en el cojinete de centrado (16) únicamente por la fuerza de la gravedad del árbol agitador, en el que el cojinete de centrado (16) tiene un embudo de inserción (19) y se proporciona con una sección de centrado (20), en el que la sección de centrado está por debajo del embudo de inserción (19) y en la sección final inferior del árbol agitador (12) se proporciona un eje de mangueta (25), montado por medio de un cojinete (31) para que pueda girar con respecto al resto del árbol agitador, y el eje de mangueta (25) tiene un elemento de acoplamiento (28) que se acopla de forma positiva con algo de juego en la sección de centrado.
2. Agitador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque las palas agitadoras (14) pueden ajustarse en diferentes ángulos con respecto a la vertical.
3. Agitador de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el cojinete de centrado (16) tiene una sección de centrado (20) que, visto desde arriba, tiene la forma de un poliedro, en particular un cuadrado.
4. Agitador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el cojinete de centrado (16) tiene en su parte inferior una abertura a través de la cual el material puede desplazarse sobre la inserción del árbol agitador (12) en el cojinete de centrado (16).
5. Agitador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque hay un pedestal (23) en el cojinete de centrado (16), en el que el pedestal (23) se proporciona con un punto de centrado (24) dirigido hacia arriba.
6. Agitador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el árbol agitador (12) comprende un cuerpo de árbol tubular (26) en el que se monta el eje de mangueta (25), proyectando el eje de mangueta (25) una distancia corta desde el cuerpo de árbol (26), y se proporcionan uno o más rodamientos, cojinetes de rodillos y/o cojinetes de agujas (32) entre el eje de mangueta (25) y el cuerpo del árbol (26).
7. Agitador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque las palas agitadoras (14) pueden fijarse al árbol agitador (12) en posiciones que pueden seleccionarse libremente.
8. Fermentador, con un alojamiento (2) que comprende al menos una placa soporte (4) y una o más paredes laterales (5) que rodean la placa soporte (4), un agitador (11) diseñado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, un dispositivo de alimentación (26) para suministrar los materiales de insumo, y una salida de descarga (41), en el que el dispositivo de alimentación (36) para el suministro de los materiales de insumo se proporciona en la sección superior del fermentador (1), y la salida de descarga (41) se proporciona en la sección inferior del fermentador (1).
9. Fermentador de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la salida de descarga (41) del fermentador (1) se dispone diametralmente opuesta al dispositivo de alimentación (36) y el fermentador (1) tiene varios agitadores (11).
10. Procedimiento de funcionamiento de un fermentador, en el que se usa un fermentador de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, los materiales de insumo para la fermentación seca se suministran en la parte superior del fermentador (1), y el sustrato fermentado se retira desde la parte inferior del fermentador (1).
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque los materiales de insumo tienen un contenido de sustancia seca de al menos el 25%.
12. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11, **caracterizado** porque el sustrato del fermentador (1) se mezcla radialmente mediante el agitador (11), dando como resultado la creación de varias zonas de descomposición (43, 44, 45) en capas una encima de la otra.
13. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado** porque la inclinación de las palas agitadoras (14) desde la vertical se encuentra en el intervalo entre 20° y 70°, y preferiblemente en el intervalo entre 30° y 60°.
14. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado** porque el árbol agitador (12) en el fermentador funciona a una velocidad máxima de giro de 60 rpm.
15. Procedimiento de funcionamiento de un fermentador, en el que el fermentador tiene un alojamiento (2) con una cubierta (6) y un agitador (11) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 con un árbol agitador vertical y varias palas agitadoras (14) que se extienden horizontalmente desde el árbol agitador, y con una abertura (10) prevista en la cubierta (6), en el que en la inserción y la retirada del agitador (11) por el giro del árbol agitador, las palas

ES 2 379 623 T3

agitadoras (14) se alinean individualmente con respecto a la abertura (10) para que el árbol agitador pueda insertarse y retirarse a través de una abertura (10) que es ligeramente mayor que la longitud de las palas agitadoras individuales (14).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

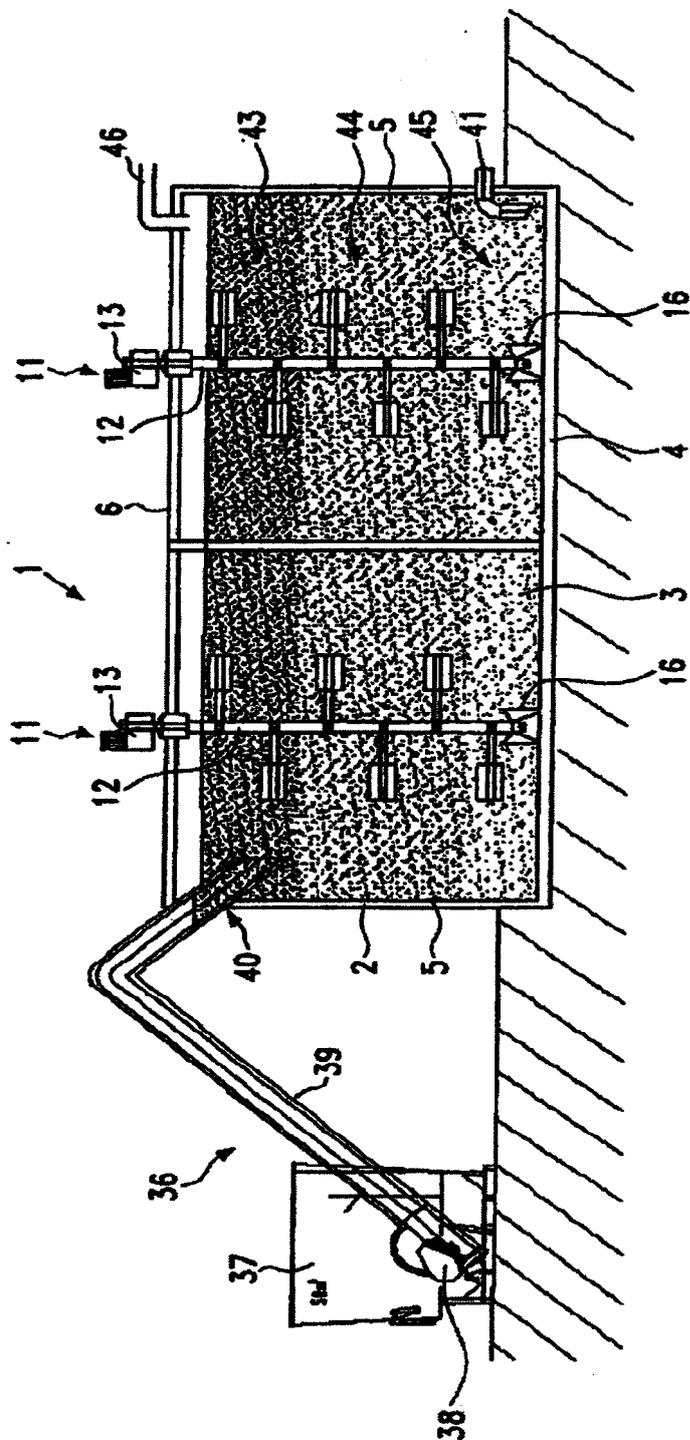


Fig.1

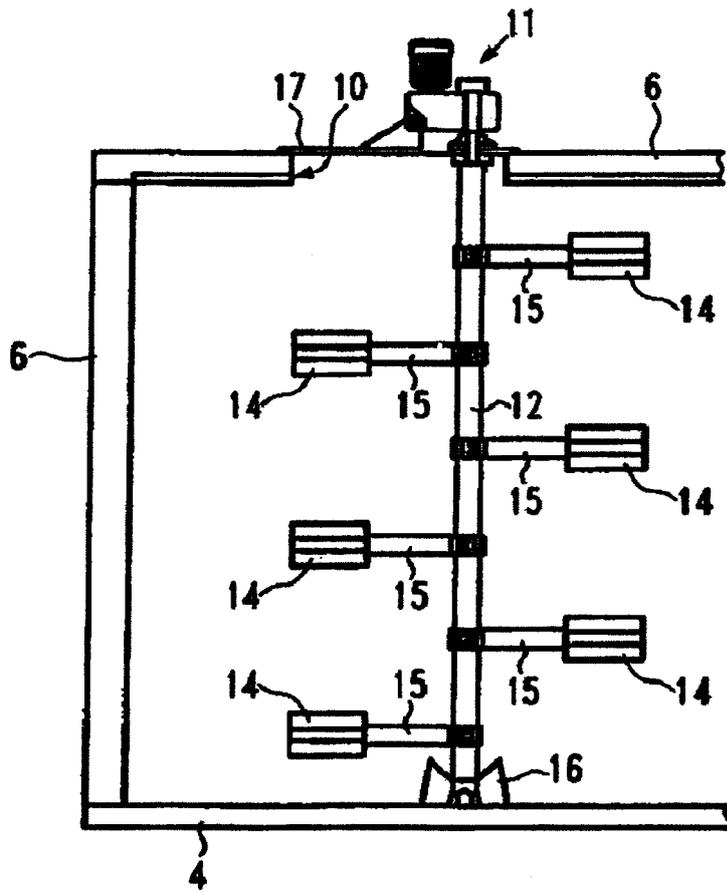


Fig.2

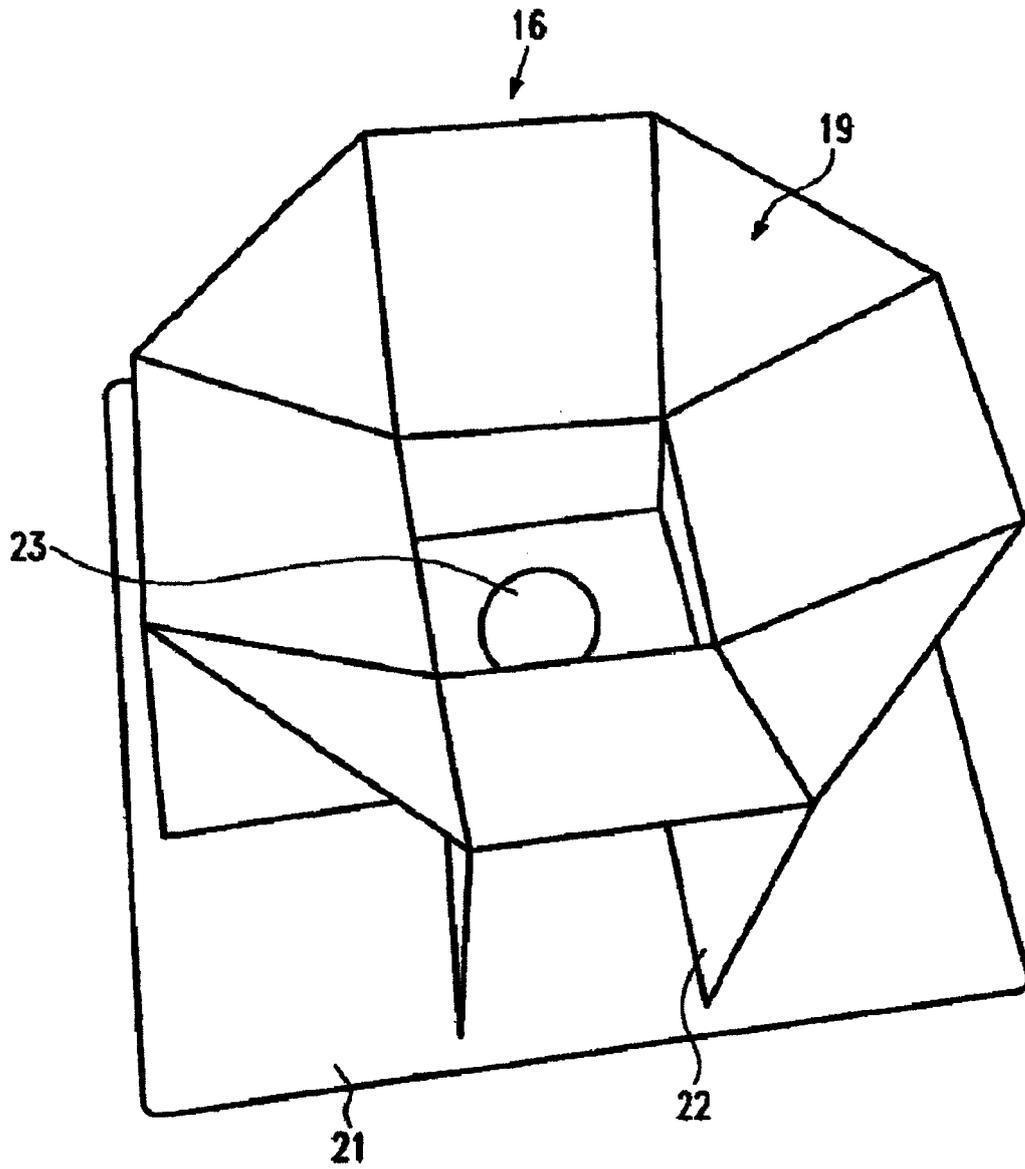


Fig.4

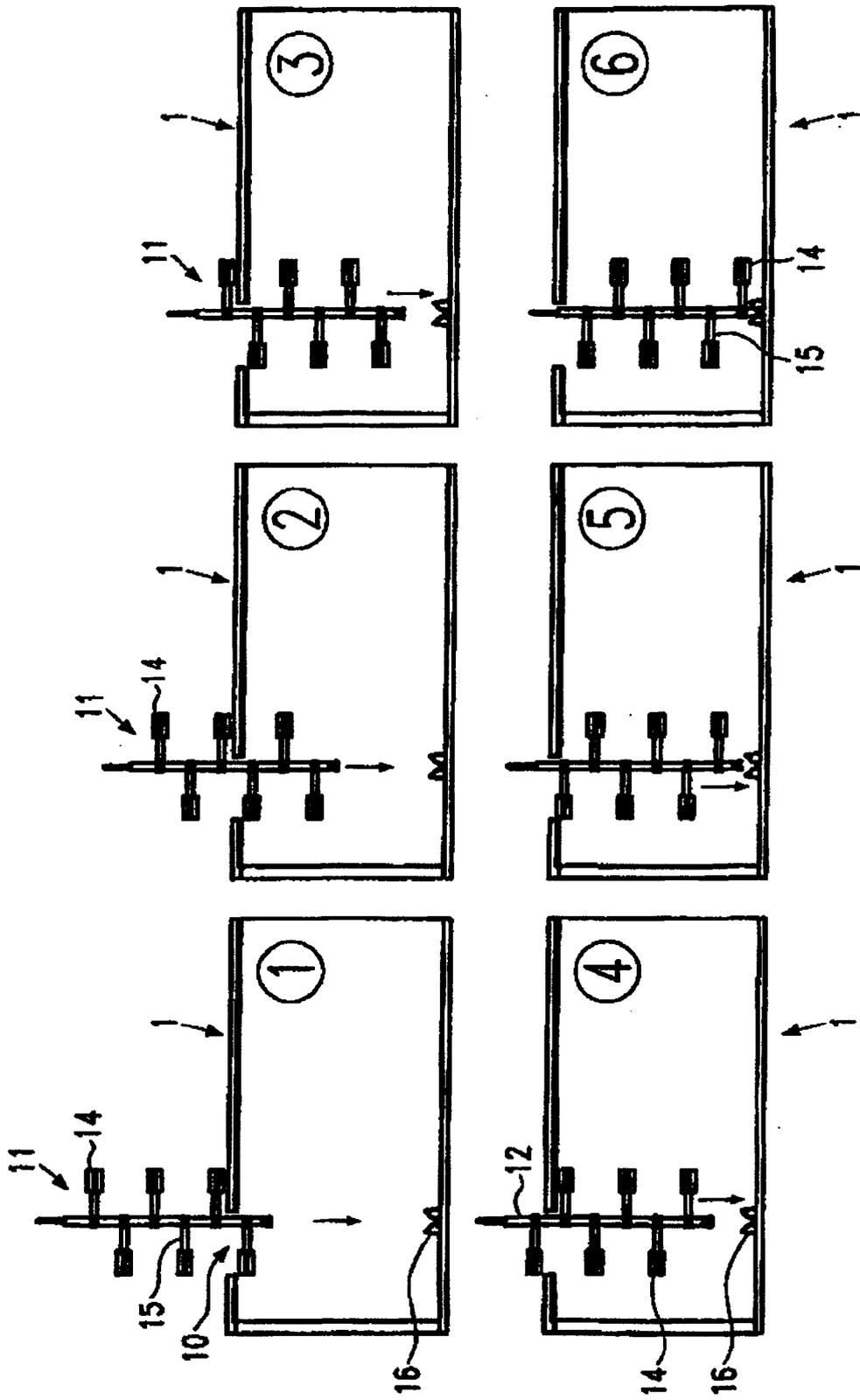


Fig.5

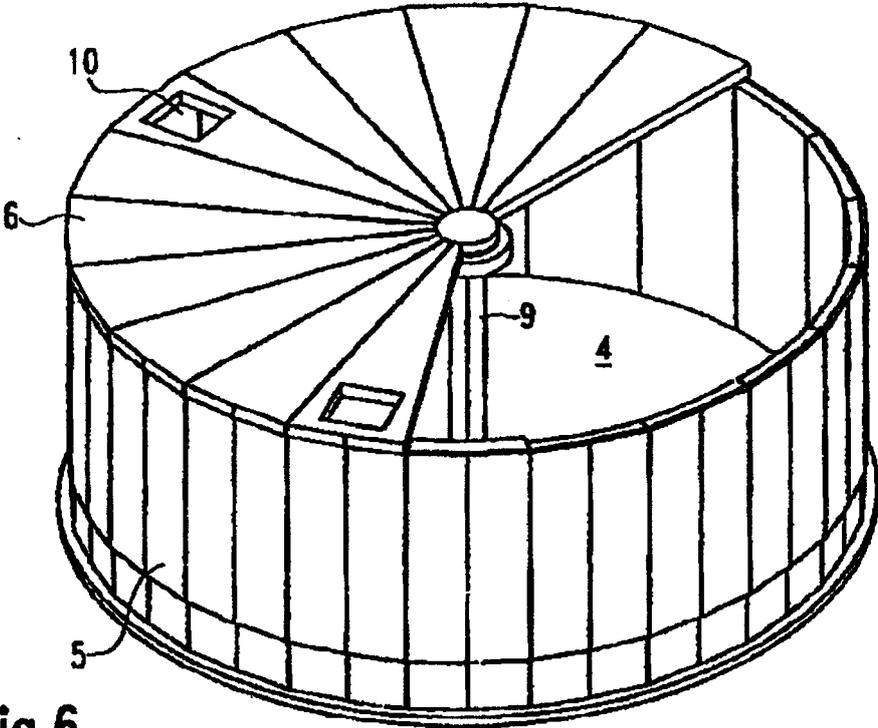


Fig. 6

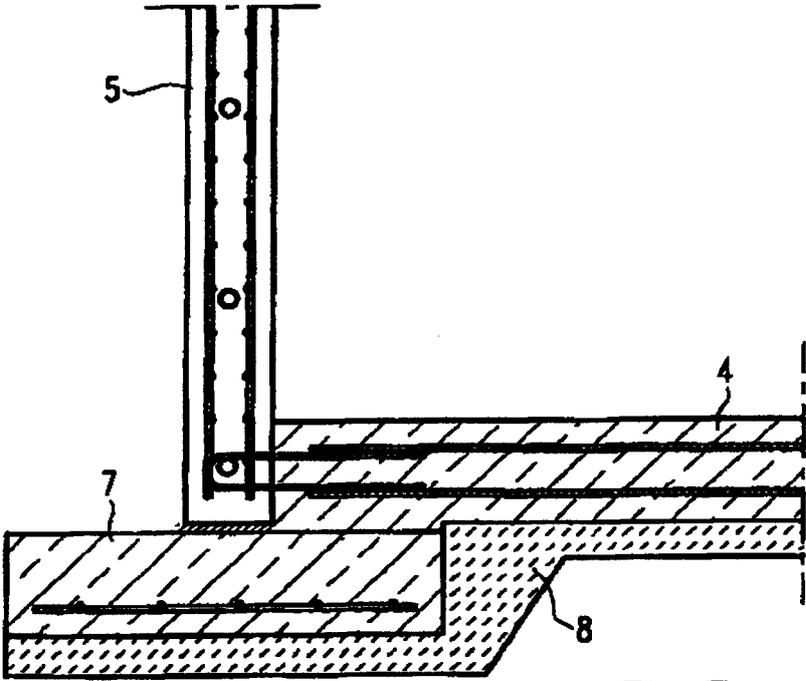


Fig. 7

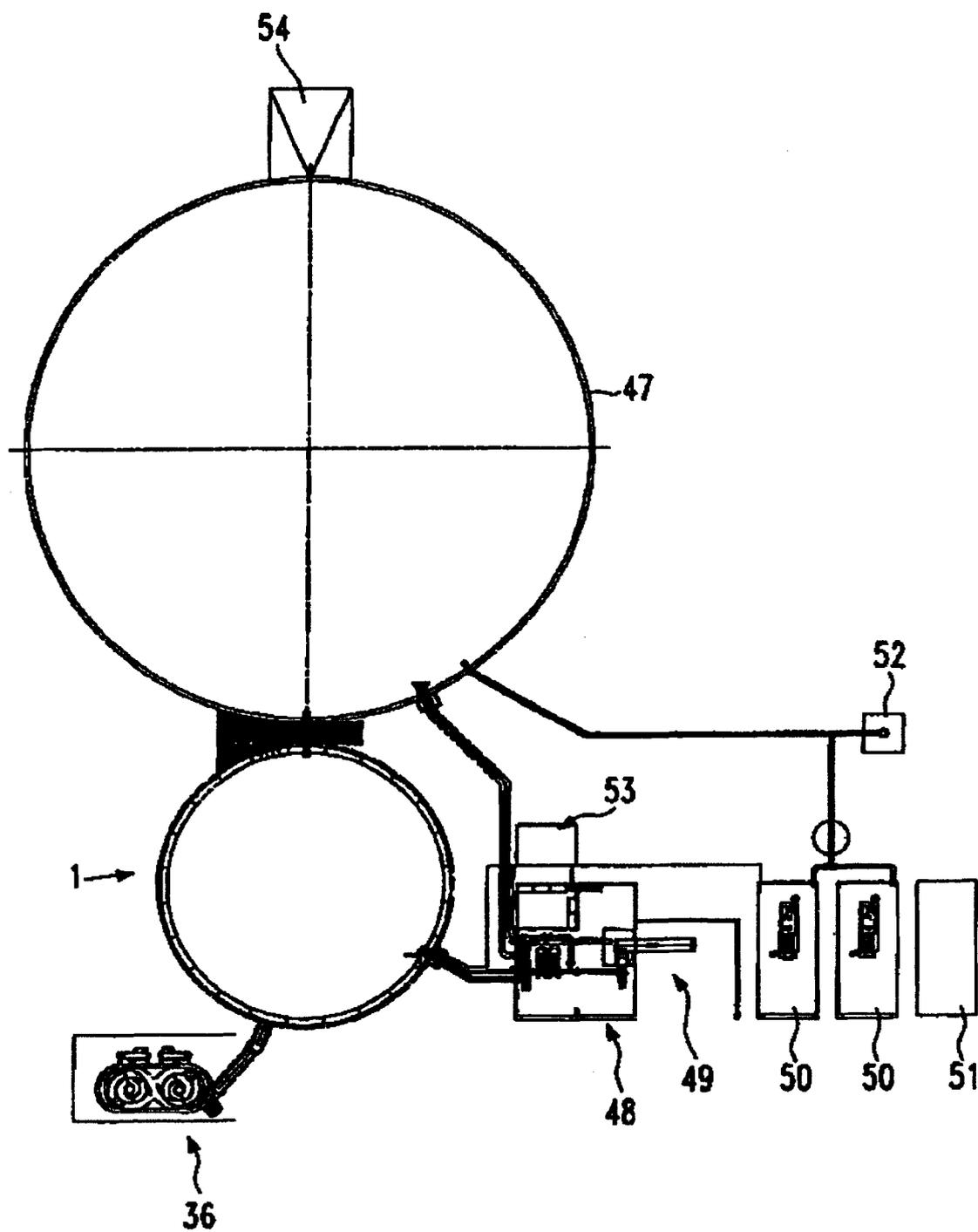


Fig.8

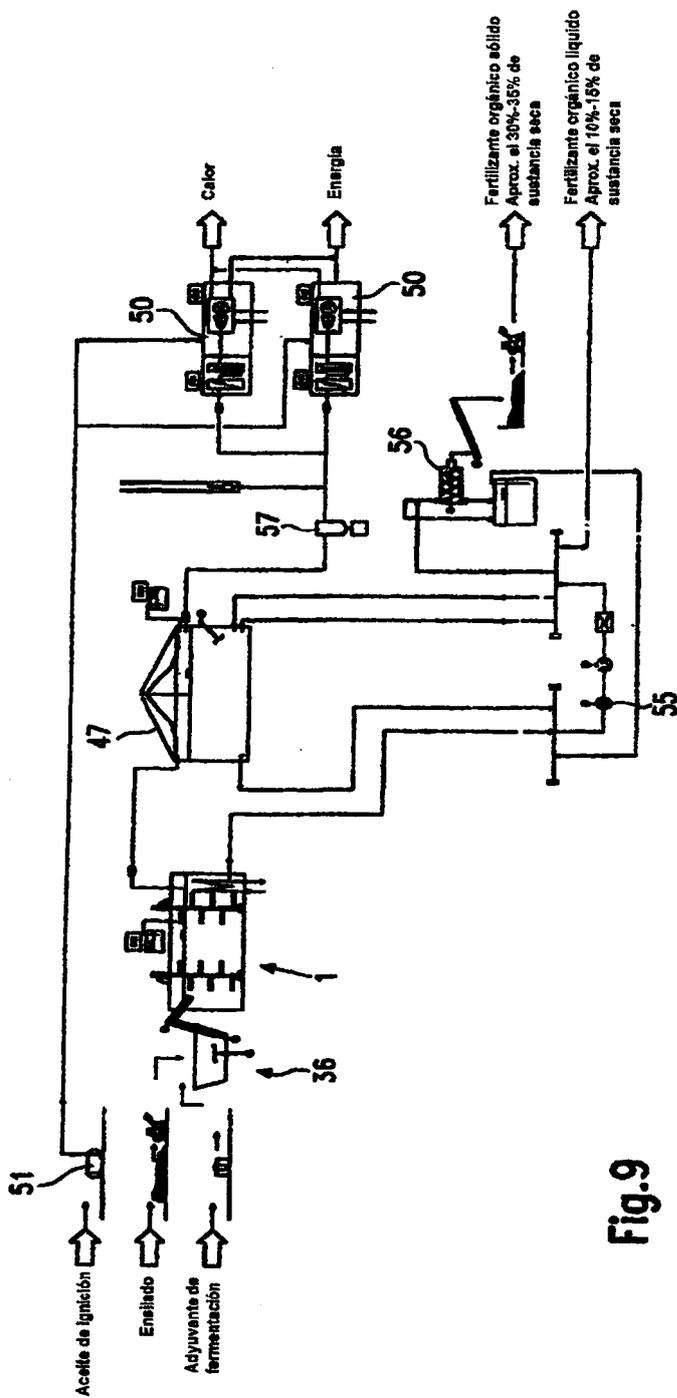


Fig.9

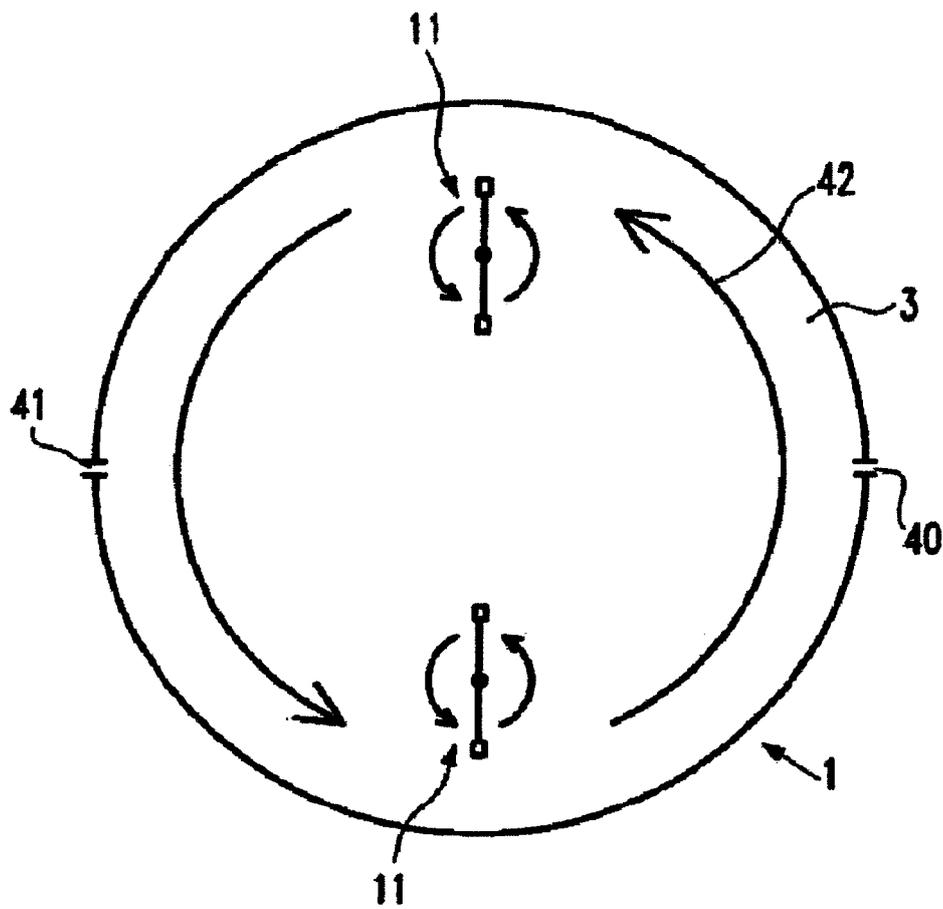


Fig.10