

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 709**

51 Int. Cl.:

B02C 17/16 (2006.01)

B02C 17/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2015** **PCT/FR2015/051684**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2015** **WO15197972**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2015** **E 15753079 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** **EP 3160650**

54 Título: **Árbol de agitación para molino**

30 Prioridad:

25.06.2014 FR 1455925

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

06.11.2018

73 Titular/es:

CORBION BIOTECH, INC. (100.0%)
One Tower Place, Suite 600
South San Francisco, CA 94080, US

72 Inventor/es:

SEGARD, DAVID y
PATINIER, SAMUEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 688 709 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

Árbol de agitación para molino

La invención se refiere a un árbol de agitación, así como a un molino equipado con tal árbol de agitación. Tal árbol de agitación y tal molino encuentran una aplicación particular para la lisis de biomasa de microorganismos producida a escala industrial, particularmente por fermentación, tales como las microalgas, más particularmente las microalgas del género *Chlorella*.

El campo de la invención es el de los molinos de bolas que comprenden de manera clásica un recinto de tratamiento definido por el volumen interior de un tanque, típicamente cilíndrico, en cuyo interior se puede triturar materia, tal como microorganismos celulares por vía seca, o en medio líquido. La lisis de los microorganismos unicelulares se obtiene por el efecto de las fuerzas de cizallamiento que resultan de la trituración y la colisión entre sí de pequeñas bolas, interiores al recinto, que se ponen en movimiento mediante un árbol de agitación del molino, impulsado en rotación sobre su eje, bajo la acción de un motorreductor.

Los documentos US 3.844.490, US 5.785.262, US 2005/0011976 o, también, WO 2014/005570 muestran tales molinos de bolas, de eje horizontal o de eje vertical. El árbol de agitación de un molino de bolas comprende de manera clásica, y tal como se ilustra en la vista en corte de la figura 1 del documento WO 2014/005570, un eje central a lo largo del que están repartidos los elementos de agitación, globalmente planos y sensiblemente perpendiculares al eje, que denominaremos en lo que sigue «discos de agitación», con objeto de simplificar. Se conoce cómo separar estos discos de agitación unos con relación a los otros gracias a separadores tubulares, montados alrededor del eje, y que se apoyan, cada uno de ellos, en sus extremos sobre dos discos de agitación sucesivos del árbol.

Esencialmente, el montaje de tal árbol de agitación consiste en hacer pasar sucesivamente, y de manera alternativa, los separadores y los discos de agitación sobre el eje central hasta su puesta en contacto. El apilamiento de los separadores y de los discos de agitación se mantiene entre dos topos extremos solidarios con el eje central y cuya distancia se mantiene mediante un sistema de apriete. Usualmente, unas varillas (o piezas alargadas de acero) atraviesan unas acanaladuras de los discos de agitación, sobre el diámetro interno, y con el objetivo de solidarizar en rotación el eje y los discos de agitación.

Por ejemplo, y en el documento US 2005/0011976 A1, en la figura 12, los discos de agitación están designados con 22, el eje central designado con 24 y los separadores, denominados «spacer», designados con 20. Como es visible en la vista en corte de la figura 1 del documento WO 2014/005570, el árbol de agitación comprende un volumen intersticial libre, definido entre la superficie exterior del eje central y las paredes interiores de los separadores tubulares, de los discos de agitación, así como una placa de extremo (a la derecha en la figura 1). Como es visible en esta misma figura, las bolas están dispuestas en el recinto de tratamiento, con la materia a triturar, en el volumen de tratamiento definido entre la pared interior del tanque y la superficie exterior del árbol de agitación.

En cambio, el árbol de agitación sigue siendo estanco, para impedir cualquier inserción de materia y de bolas en la parte hueca de dicho árbol de agitación. En particular, el montaje entre los diversos elementos (separadores, discos de agitación, eje central, placa) es un montaje estanco: los separadores son tubulares, de paredes macizas, completándose la estanqueidad a los fluidos por unas juntas entre las superficies de apoyo a separadores/discos de agitación, juntas que son comprimidas durante el apriete. Unas arandelas de estanqueidad (de cobre) están asociadas a los tornillos utilizados para el apriete de la placa de extremo a fin de impedir las fugas a lo largo de estos últimos, a través de la placa.

La presente firma solicitante ha llevado a cabo ensayos de utilización de tal molino de bolas. En particular, el objetivo buscado es realizar una lisis de microorganismos unicelulares (microalgas de tipo chlorellas), cultivados en un biorreactor, que presentan una concentración de 300 gramos a 400 gramos (de materia seca) por litro. Las microalgas, en medio líquido, son encaminadas, según un caudal constante, al nivel de la abertura de alimentación del molino de bolas, en uno de los extremos del recinto. En el recinto de tratamiento, estas microalgas se someten a lisis, por la acción de las bolas que son desplazadas mediante el árbol de agitación, impulsado sobre su eje a una velocidad próxima a 1.000 rpm, saliendo continuamente por el otro extremo del recinto las células trituradas.

Las microalgas de tipo chlorellas son organismos extremadamente sensibles a la contaminación de origen particularmente bacteriano; es imperativo conservar las condiciones funcionales satisfactorias de manera que se evite cualquier tipo de contaminación durante las operaciones de triturado. La aparición de contaminación es redhibitoria e implica desechar el contenido, además de esterilizar la instalación, antes de la implementación de una nueva producción. La contaminación provoca así paradas de producción consiguientes.

A este respecto, y según las comprobaciones del inventor, la concepción del árbol de agitación, tal como es conocido del estado de la técnica, presenta riesgos, porque una falta de estanqueidad del árbol permitiría una inserción de materia en su parte hueca, que se estancaría, favoreciendo así la aparición de contaminación, en el interior del árbol, que a causa de esta misma falta se propagaría, a su vez, a la materia en el recinto de tratamiento.

Durante los ensayos, la presente firma solicitante examinó por lo tanto con cuidado la estanqueidad del árbol de agitación. En particular, y en las condiciones anteriormente mencionadas, es evidente que el árbol de agitación no era perfectamente estanco.

5 El objetivo de la presente invención es proponer un árbol de agitación para molino de bolas que palíe los inconvenientes anteriormente citados, en particular, que suprima los riesgos de contaminación, tales como los que pueden encontrarse en los árboles de agitación del estado de la técnica.

Otro objetivo de la presente invención es proponer un árbol de agitación tal que requiera, en su utilización, un mantenimiento simplificado.

10 Otros objetivos y ventajas de la presente invención serán evidentes en el transcurso de la descripción que sigue, que no se proporciona más que a título indicativo y que no tiene como objetivo limitarla.

La invención se refiere, en primer lugar, a un árbol de agitación para molino, que comprende:

- un eje destinado a ser impulsado en rotación,

- una sucesión de elementos de agitación, planos, y de separadores, tubulares, montados de manera alternativa sobre el eje, según un apilamiento a lo largo de dicho eje,

15 - unos topes extremos, solidarios con el eje, que mantienen a compresión el apilamiento de elementos de agitación y de separadores.

Según la invención, los separadores tubulares presentan orificios que permiten la libre circulación de los fluidos y la materia, desde el exterior hacia el interior del árbol de agitación, y al contrario.

Según las características opcionales de la invención, tomadas solas o en combinación:

20 - los separadores tubulares son elementos monobloques;

- los orificios tienen diámetros comprendidos entre 4 mm y 50 mm, preferiblemente entre 20 mm y 30 mm;

- los orificios son lisos, o biselados previamente;

- los elementos de agitación están unidos en rotación al eje gracias a unas caras planas entre el eje y los elementos de agitación, o alternativamente por unas piezas alargadas de acero;

25 - el eje es de acero inoxidable 1.4418 o X4CrNiMo16.5.1 según la norma Euronorm;

- los elementos de agitación comprenden, cada uno de ellos, una placa, provista de un orificio central para el paso del eje, sensiblemente perpendicular al eje, y preferiblemente escotaduras pasantes repartidas alrededor de dicho eje;

30 - los separadores se apoyan por sus extremos sobre las caras de los elementos de agitación, por mediación de juntas entre las caras de apoyo de los separadores, por un lado, y las caras de apoyo de los elementos de agitación, por otro lado.

35 La invención se refiere igualmente a un molino de bolas, que comprende un tanque que recibe un árbol de agitación conforme a la invención. Preferiblemente, los orificios de los separadores están dimensionados con un tamaño mayor que el de las bolas de manera que se permite la libre circulación de las bolas desde el exterior hacia el interior del árbol de agitación, y al contrario.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente, acompañada por los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es una vista esquemática, según un plano de corte que pasa por el eje, de un molino de bolas conforme a la invención, equipado con un árbol de agitación según la invención.

40 - La figura 1a es una vista detallada, en perspectiva, de un separador perforado conforme a la invención, con el que está equipado el árbol de agitación del molino de la figura 1.

- La figura 1b es una vista detallada, de frente, de un elemento de agitación, con el que está equipado el árbol de agitación del molino de la figura 1.

- La figura 2 es una vista detallada de la zona encuadrada I-I, tal como se ilustra en la figura 1.

45 - La figura 3 es una vista esquemática que ilustra el aseguramiento en rotación entre el eje y uno de los elementos de agitación por mediación de caras planas.

- La figura 4 es una vista interior de una sección longitudinal del árbol de agitación.
- La figura 5 es una vista según el corte IV-IV, tal como se ilustra en la figura 4.
- La figura 6 es una vista detallada del separador de la figura 4.

La invención se refiere, en primer lugar, a un árbol de agitación 1 para molino, que comprende:

- 5 - un eje 2 destinado a ser impulsado en rotación, típicamente por un motorreductor 12,
- una sucesión de elementos de agitación 3, planos, y de separadores 4, tubulares, montados de manera alternativa sobre el eje, según un apilamiento a lo largo de dicho eje 2,
- unos topes extremos 5, 6, solidarios con el eje, que mantienen a compresión el apilamiento de elementos de agitación 3 y de separadores 7.
- 10 Tal montaje se ilustra a título de ejemplo no limitativo en la figura 1. Esencialmente, el montaje de tal árbol de agitación consiste en hacer pasar sucesivamente, y de manera alternativa, los separadores 4 y los elementos de agitación 3 sobre el eje 2, central, hasta su puesta en contacto. El apilamiento de los separadores 4 y de los elementos de agitación 3 se mantiene entre los dos topes extremos, izquierdo, designado con 5, y derecho, designado con 6, solidarios con el eje central y cuya distancia se mantiene mediante un sistema de apriete.
- 15 Los elementos de agitación 3 pueden comprender, cada uno de ellos, una placa, provista de un orificio central para el paso del eje 2, o preferiblemente unas escotaduras 31 pasantes repartidas alrededor del eje. Cada uno de los elementos de agitación puede ser de contorno no circular, tal como se ilustra en la figura 1b, donde los elementos de agitación 3 preferiblemente están entonces desplazados angularmente, de manera alternativa, por la longitud del eje 2.
- 20 Tal concepción de árbol de agitación se conoce del estado de la técnica, en particular del documento WO 2014/005570. En tal estado de la técnica conocida por la presente firma solicitante, el árbol de agitación es un árbol estanco de manera que impide una inserción de materia, desde el recinto de tratamiento hasta la parte hueca del árbol de agitación.
- 25 Los ensayos realizados por la presente firma solicitante, en las condiciones mencionadas en la introducción, han demostrado sin embargo que esta estanqueidad no era perfecta, constituyendo esta falta de estanqueidad un riesgo de que aparezca contaminación.
- Según el conocimiento actual del inventor, tal falta de estanqueidad se explicaría, durante los ensayos realizados, por la alta carga que se ejerce sobre el árbol de agitación, dinámicamente, provocando tensiones (de flexión y/o torsión) que dan como resultado una pérdida de estanqueidad.
- 30 Según piensa el inventor, naturalmente, sería posible reforzar la estanqueidad del árbol mediante una concepción mejorada del árbol de agitación, por ejemplo aumentando el número de juntas y su calidad. Sin embargo, y según la experiencia del inventor, la estanqueidad de tal árbol de agitación siempre se debería controlar periódicamente, e implicaría necesariamente operaciones de mantenimiento periódicas, difíciles y costosas, tales como los cambios de juntas.
- 35 La invención nace de la comprobación hecha por el inventor de que es problemática la implementación de un árbol de agitación estanco.
- La solución propuesta por el inventor es al revés de la que realizaría el experto en la técnica: puesto que parece difícil asegurar una estanqueidad perfecta del árbol de agitación, la solución propuesta por el inventor es, al contrario, prever unos separadores, ampliamente permeables, de manera que se asegure la evacuación, el vaciado y la limpieza del volumen interior libre en el separador.
- 40 Por lo tanto, el objetivo perseguido en este caso es suprimir en el árbol de agitación las cavidades internas en los separadores, en las que la materia y los fluidos se pueden insertar y, entonces, estancarse, contaminando a su vez la cámara de trituración.
- 45 Según la invención, los separadores tubulares 3 presentan ventajosamente unos orificios 7 que permiten la libre circulación de los fluidos y la materia desde el exterior hacia el interior del árbol de agitación 1, y al contrario. Los orificios 7 tienen diámetros comprendidos entre 4 mm y 50 mm, preferiblemente entre 20 mm y 30 mm.
- Preferiblemente, estos orificios 7 están dimensionados con una dimensión mayor que la de las bolas 11 utilizadas en el molino 10. El paso libre de las bolas a través del separador 4 permite asegurar, durante el funcionamiento, una mejor capacidad de limpieza de las cavidades internas (intersticio It) durante el funcionamiento.

Preferiblemente, la forma geométrica de los orificios 7 está concebida de manera que favorezca una circulación de los fluidos y la materia a triturar, durante la rotación del árbol de agitación, desde el exterior hacia el interior del separador, y al contrario.

5 Los separadores tubulares 4 pueden ser elementos monobloques, por ejemplo cilíndricos. Los orificios pueden estar realizados por mecanizado de la pared del separador tubular. Preferiblemente, estos orificios 7 son lisos, o biselados, con el objetivo de limitar al máximo los depósitos y, así, la aparición y el desarrollo de contaminación.

10 Según las comprobaciones del inventor, esta nueva concepción del árbol de agitación, permeable a los fluidos y a la materia a triturar y, preferiblemente a las bolas de trituración, presenta sin embargo el defecto de exponer el eje central 2 a tensiones más altas que las que se encuentran por un eje central de un árbol de agitación estanco, tal como es conocido del estado de la técnica. En efecto, el eje de un árbol de agitación según el estado de la técnica está protegido de la materia a triturar y de las bolas de trituración, y está sometido así a riesgos de corrosión menores.

15 A fin de paliar esta contrariedad, la elección del material del eje 2 es importante porque determina no solamente su resistencia mecánica en dinámico, en particular a la torsión y a la flexión, sino también su resistencia a la corrosión. De manera que para aumentar la duración de la vida del equipo, según la invención, se puede elegir ventajosamente un acero inoxidable cuyo comportamiento mecánico y el comportamiento frente a la corrosión responden a estas nuevas tensiones, más exigentes. A este efecto, el eje 2 puede ser de acero inoxidable 1.4418 o X4CrNiMo16.5.1 (o un acero martensítico) según la norma Euronorm.

20 Según un modo de realización, ilustrado de manera no limitativa en la figura 3, los elementos de agitación 3 pueden estar unidos en rotación al eje gracias a unas caras planas 20, 30 entre el eje 2 y los elementos de agitación 3. En este caso, el orificio central de los elementos de agitación permite la inserción del eje 2 con el juego de funcionamiento aproximadamente. Estas caras planas 20 y 30 entre el eje 2 y el elemento de agitación 3 cooperan para impedir un movimiento de rotación relativo entre estos dos elementos. Alternativamente, se pueden utilizar piezas alargadas de acero.

25 Según un modo de realización no ilustrado, los separadores 7 pueden apoyarse directamente (es decir, sin juntas) por sus extremos sobre las caras de los elementos de agitación 3. Según una alternativa de realización, ilustrada de manera no limitativa en la figura 2, los separadores 7 se apoyan por sus extremos sobre las caras de los elementos de agitación 3, por mediación de unas juntas 8 entre las caras de apoyo de los separadores 4, por un lado, y las caras de apoyo de los elementos de agitación 3, por otro lado. En tal caso, el objetivo que se pretende con estas
30 juntas 8 no es evidentemente asegurar una estanqueidad al fluido, ya que los separadores son permeables a los líquidos. Estas juntas 8 permiten particularmente facilitar el montaje, al ser más tolerante respecto a las dimensiones de fabricación de las diversas partes, es decir, los elementos de agitación y los separadores. Estas juntas 8 pueden permitir limitar los riesgos de marcar las caras de los elementos de agitación, al nivel de la superficie de apoyo de los separadores 4. A fin de evitar un aplastamiento de las juntas 8 durante el apriete, estas últimas pueden estar
35 recibidas parcialmente en unas acanaladuras 40 rebajadas de las superficies de apoyo de los separadores 7. Las juntas 8 son juntas circulares, preferiblemente anulares.

40 La invención se refiere igualmente a un molino de bolas 10 que comprende un tanque 15 que recibe un árbol de agitación 1 conforme a la invención. Preferiblemente, los orificios 7 de los separadores 4 están dimensionados con un tamaño mayor que el de las bolas 11, de manera que se permite, durante el funcionamiento, la libre circulación de las bolas desde el exterior hacia el interior del árbol de agitación 1, y al contrario. El molino es preferiblemente de eje horizontal.

Se trata preferiblemente de un molino que asegura un tratamiento de la materia, designada con M, continuamente. El molino presenta una entrada 13 para la materia a triturar y una salida 14 para la triturada. Preferiblemente, tal molino está alimentado continuamente, según un caudal determinado.

45 La invención encuentra una aplicación particular como molino industrial. El caudal de alimentación al molino puede estar comprendido entre 0,5 m³/h y 10 m³/h y para concentraciones de materia (de materia seca) de 300 g/l a 400 g/l, condiciones para las que el árbol de agitación 1 está sometido a altas tensiones mecánicas.

50 El mantenimiento del molino puede prever, particularmente entre dos fases de producción, la limpieza de las paredes internas del tanque 15, las paredes internas y externas del árbol de agitación 1, así como del eje 2, alimentando el molino con una solución de limpieza. Durante esta etapa, el árbol de agitación 1 se pone preferiblemente en movimiento de rotación para favorecer la circulación de la solución de limpieza a través del árbol de agitación 1, por mediación de los orificios 7.

Naturalmente, el experto en la técnica podría prever otros modos de realización sin salirse por ello del alcance de la invención tal como se define a continuación.

55

Nomenclatura

- 1. Árbol de agitación,
- 2. Eje,
- 3. Elemento de agitación,
- 5 4. Separadores tubulares,
- 5, 6. Topes extremos,
- 7. Orificios (separadores),
- 8. Junta,
- 10 10. Molino de bolas,
- 11. Bolas,
- 12. Motorreductor,
- 13. Entrada de materia (molino),
- 14. Salida de materia (molino),
- 15 15. Tanque,
- 20. Caras planas (eje),
- 30. Caras planas (elementos de agitación),
- 31. Rebajes (elementos de agitación),
- 20 40. Acanaladuras (para junta)
- M. Materia,
- It. Intersticio (entre eje y separador).

REIVINDICACIONES

1. Árbol de agitación (1) para molino, que comprende:
 - un eje (2) destinado a ser impulsado en rotación,
 - una sucesión de elementos de agitación (3), planos, y de separadores (4), tubulares, montados de manera alternativa sobre el eje, según un apilamiento a lo largo de dicho eje (2),
 - unos topes extremos (5, 6), solidarios con el eje, que mantienen a compresión el apilamiento de elementos de agitación y de separadores,caracterizado porque los separadores tubulares (4) presentan orificios (7) que permiten la libre circulación de la materia y los fluidos desde el exterior hacia el interior del árbol de agitación, y al contrario.
2. Árbol de agitación según la reivindicación 1, en el que los separadores tubulares (4) son elementos monobloques.
3. Árbol de agitación según la reivindicación 1 o 2, en el que los orificios (7) tienen diámetros comprendidos entre 4 mm y 50 mm, preferiblemente entre 20 mm y 30 mm.
4. Árbol de agitación según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los orificios (7) son lisos o biselados.
5. Árbol de agitación según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los elementos de agitación (3) están unidos en rotación al eje gracias a unas caras planas (20, 30) entre el eje (2) y los elementos de agitación (3).
6. Árbol de agitación según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el eje (2) es de acero inoxidable 1.4418 o X4CrNiMo16.5.1 según la norma Euronorm.
7. Árbol de agitación según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los elementos de agitación (3) comprenden, cada uno de ellos, una placa, provista de un orificio central para el paso del eje, sensiblemente perpendicular al eje.
8. Árbol de agitación según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los separadores (4) se apoyan por sus extremos sobre las caras de los elementos de agitación (3), por mediación de juntas (8) entre las caras de apoyo de los separadores (4), por un lado, y las caras de apoyo de los elementos de agitación (3), por otro lado.
9. Molino de bolas (10), que comprende un tanque (15) que recibe un árbol de agitación (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Molino según la reivindicación 9, en el que los orificios (7) de los separadores (4) están dimensionados con un tamaño mayor que el de las bolas (11), de manera que se permite la libre circulación de las bolas desde el exterior hacia el interior del árbol de agitación (1), y al contrario.
11. Procedimiento de limpieza de un molino según la reivindicación 9 o 10, en el que se limpian las paredes internas del tanque (15) y las paredes internas y externas del árbol de agitación (1), alimentando el molino con una solución de limpieza, y preferiblemente poniendo el árbol de agitación (1) en rotación y de manera que la solución de limpieza circule a través del árbol de agitación (1).
12. Utilización de un árbol de agitación (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8 o de un molino según la reivindicación 9 o 10 para la trituración de microorganismos unicelulares, por ejemplo de microalgas de tipo chlorellas.

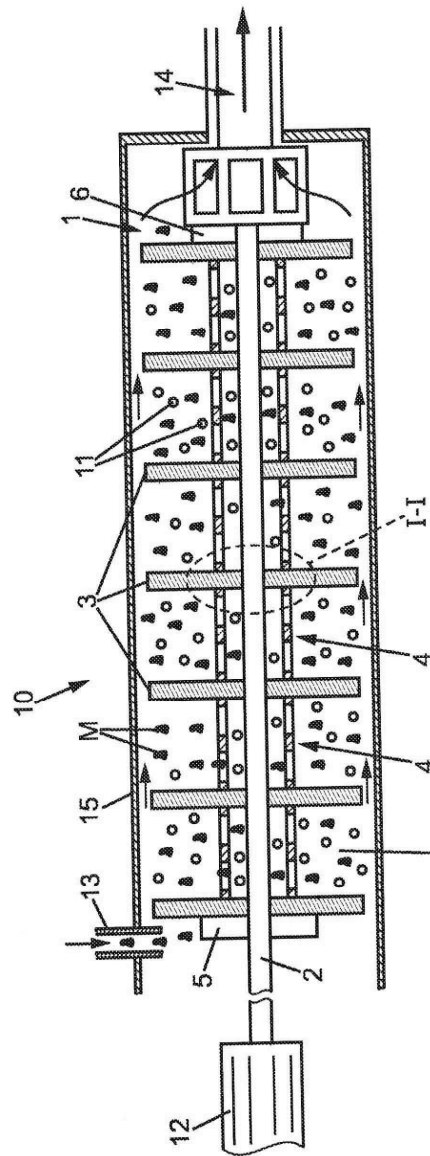


FIG. 1



FIG. 1b

FIG. 1a

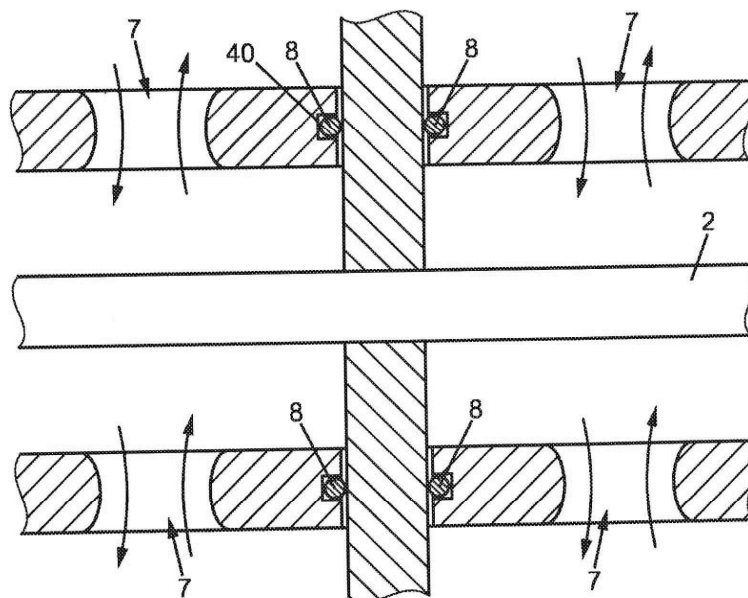


FIG. 2

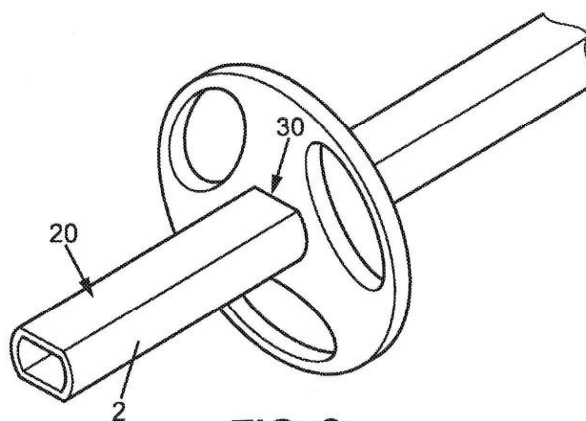
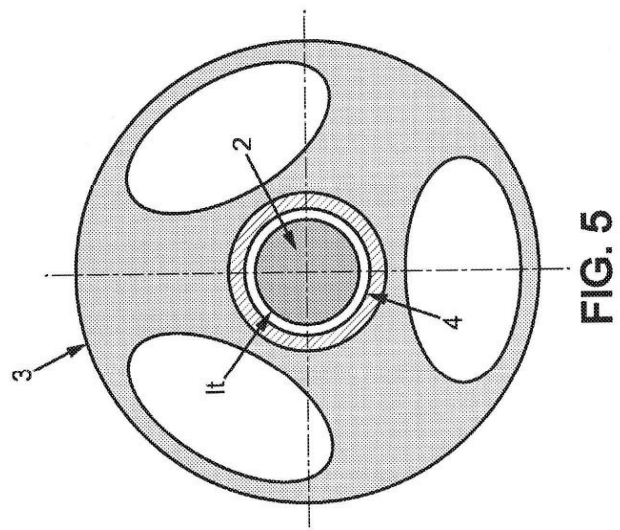
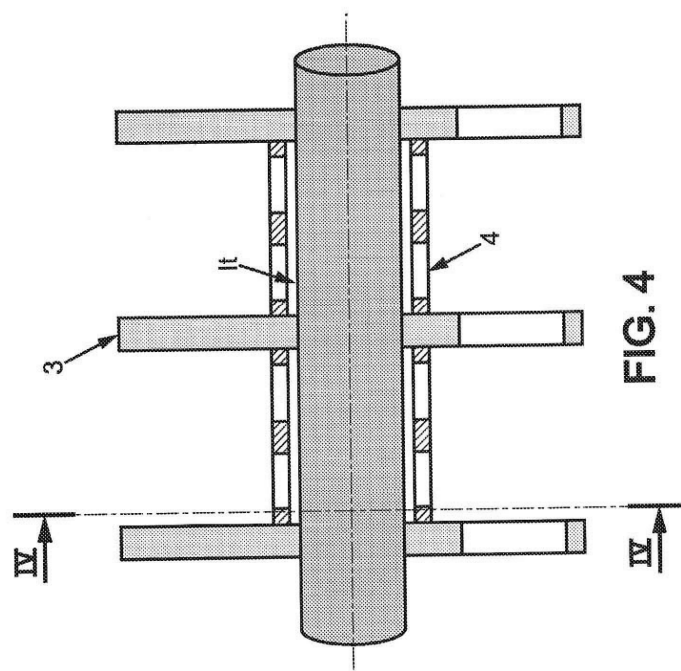


FIG. 3



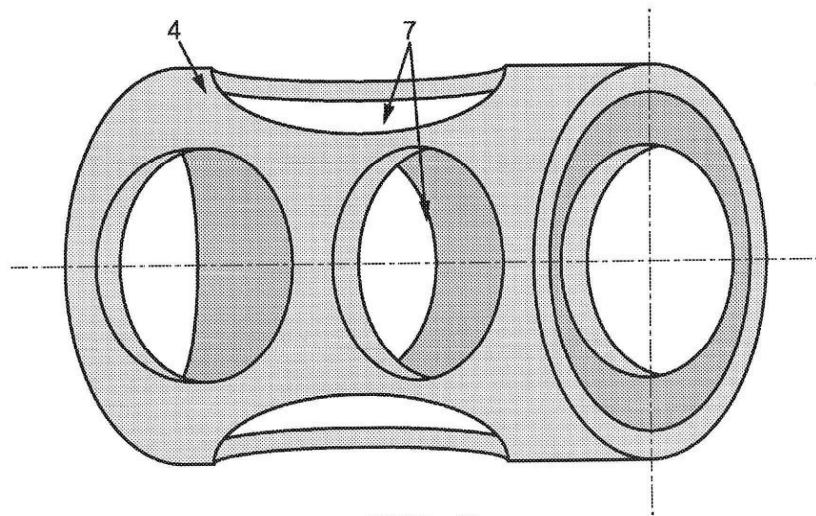


FIG. 6