

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 157 008**

21 Número de solicitud: 201630215

51 Int. Cl.:

C03B 5/18 (2006.01)

C03B 5/187 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

22.02.2016

30 Prioridad:

23.02.2015 EP 15156128

43 Fecha de publicación de la solicitud:

18.07.2016

71 Solicitantes:

**UMICORE AG & CO. KG (100.0%)
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau-Wolfgang DE**

72 Inventor/es:

**SCHOLLMAYER, Jörg y
HEITZENRÖTHER, Michael**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

54 Título: **DISPOSITIVO PARA AGITAR VIDRIO FUNDIDO, APARATO PARA AGITAR VIDRIO FUNDIDO QUE COMPRENDE TAL DISPOSITIVO Y USO DE TAL DISPOSITIVO**

ES 1 157 008 U

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO PARA AGITAR VIDRIO FUNDIDO, APARATO PARA AGITAR VIDRIO FUNDIDO QUE COMPRENDE TAL DISPOSITIVO Y USO DE TAL DISPOSITIVO

- 5 La invención se refiere a un dispositivo, en particular a un agitador, para agitar vidrio fundido, y a un aparato para agitar vidrio fundido que comprende tal dispositivo (o un agitador) y el uso de tal dispositivo (o un agitador) para homogeneizar el vidrio fundido.
- 10 El vidrio fundido necesita homogeneizarse antes de que pueda usarse, especialmente en aplicaciones altamente exigentes. La razón de esto es que el proceso de fusión de los constituyentes por sí solo puede dejar inhomogeneidades, que pueden presentarse como decoloraciones o como secciones con un índice de refracción diferente.
- 15 Debido a la alta viscosidad del vidrio fundido, que conduce a un flujo laminar y a una casi ausencia de mezcla por difusión, se necesita un aparato de agitación. Un aparato de agitación de este tipo consiste esencialmente en una cámara de agitación en la que se coloca un agitador. Tales aparatos de agitación pueden trabajar en un proceso continuo, o pueden ser aparatos por lotes, que tratan un lote de vidrio fundido a la vez.
- 20 La homogeneización de vidrio fundido se basa en el alargamiento repetido, el corte y la redistribución de las inhomogeneidades locales. Por lo tanto, es importante usar un agitador optimizado para realizar todas estas tareas.
- 25 Tales agitadores para vidrio fundido, que incluyen también el agitador de acuerdo con la presente invención, se fabrican, en general, de platino o de una aleación a base de platino, porque este es uno de los pocos materiales que tiene suficiente resistencia mecánica e inercia química a las temperaturas necesarias para fundir el vidrio. Como el precio del platino es muy alto, una importante consideración adicional en el diseño de los agitadores para vidrio fundido es limitar la cantidad del material necesario.
- 30 Un material alternativo que puede usarse, especialmente en aplicaciones de agitación de vidrio menos exigentes, es el molibdeno o una aleación a base de molibdeno, que puede o no puede estar revestido con platino.
- 35 Como alternativa, los agitadores como se ha descrito anteriormente y el agitador de acuerdo con la presente invención, para aplicaciones de vidrio fundido, pueden fabricarse también de iridio o de una aleación a base de iridio.
- 40 Además, debido a las condiciones extremas, en especial la combinación de temperatura y viscosidad, el desgaste del agitador, que conduce a la pérdida de platino y a la contaminación del vidrio, es también una consideración importante, la que se refiere a la velocidad de las palas agitadoras para que sea tan baja como sea posible.
- 45 Si un aparato de agitación se usa en un proceso continuo, hay una consideración adicional, que el agitador no debería tener una función de bombeo significativa, ya que los cambios en la velocidad de rotación provocarían entonces cambios en la caída de presión a través del sistema de suministro de vidrio fundido, lo que a su vez crearía variaciones en las propiedades de los productos de vidrio formados al final del sistema de suministro de vidrio fundido, por ejemplo, láminas de cristal de pantalla.
- 50 Algunos ejemplos de agitadores conocidos para vidrio fundido que no tienen o solo tienen un efecto de bombeo limitado se proporcionan en los documentos DE102008017045, WO2011020625 y US8434329. Sus palas agitadoras se disponen en paralelo a la dirección en la que los agitadores están girando o en ángulo recto con esta dirección, lo que significa que o hay un corte principalmente de las palas agitadoras a través del vidrio fundido que conduce a un efecto de corte en las inhomogeneidades sin mucho alargamiento de la sección no homogénea y la redistribución de las inhomogeneidades, o hay un movimiento principalmente horizontal del vidrio fundido y el posible alargamiento de las inhomogeneidades, sin un efecto de corte significativo, de manera que el rendimiento de homogeneización de estos agitadores no es óptimo.
- 55 En el documento US2009/0025428, se desvela un agitador de no bombeo con palas de agitación dispuestas en un ángulo entre 0° y 90°, de manera que se impone un movimiento horizontal así como vertical sobre el vidrio fundido, conduciendo a una mejor homogeneización. El efecto de no bombeo se obtiene dando a las palas agitadoras diferentes ángulos de manera que, dada una cierta dirección de giro, la acción de bombeo es hacia arriba para algunas palas agitadoras y hacia abajo para otras palas agitadoras.
- 60 Sin embargo, esto provoca que varios ciclos de movimiento relativamente pequeños en la cámara de agitación tampoco sean óptimos para el rendimiento de homogeneización.
- 65 La presente invención está destinada a proporcionar una solución a estas y otras desventajas proporcionando un agitador para agitar vidrio fundido, con lo que el agitador comprende:
- un árbol que tiene una punta y que tiene un eje central, y
 - una o más palas agitadoras internas que están unidas al árbol, y
 - una o más palas agitadoras externas que están unidas al árbol, con lo que las palas agitadoras internas están unidas más cerca del árbol que las palas agitadoras externas,
 - con lo que, cuando se considera el agitador en un sistema de coordenadas cilíndrico con la coordenada axial longitudinal del sistema de coordenadas cilíndrico definida para que coincida con el eje central con lo que el sistema de coordenadas cilíndrico se define además por una coordenada radial y una coordenada angular, tanto la una o más palas agitadoras internas así como la una o más palas agitadoras externas están dispuestas en un ángulo con respecto al eje central, con lo que dicho ángulo está entre 0°

y 90° no incluyendo estos valores, y están dispuestas teniendo un vector normal, en el lado dirigido a la punta, con un componente angular o están dispuestas teniendo una sección de pala con un vector normal, en el lado dirigido hacia la punta, con un componente angular.

5 El componente angular del vector normal garantiza que, durante su uso, se ejerce tanto una fuerza vertical así como una horizontal en el vidrio fundido, conduciendo a un buen rendimiento de homogeneización.

Para evitar dudas, se señala que unido puede significar o unido directamente, o unido indirectamente por medio de otro elemento estructural del agitador.

10 Obsérvese que en función de la definición de la dirección de aumentar el valor de la coordenada axial longitudinal y de la definición de la dirección de aumentar los valores de la coordenada angular, el componente angular especificado del vector normal especificado de una pala agitadora dada puede considerarse positivo o negativo. Esto no es relevante para la definición de la invención ya que la dirección de las palas agitadoras en esta invención solo se considera en relación con las mismas.

15 Debido a la presencia de las palas agitadoras internas y externas, puede obtenerse un control más preciso del movimiento del vidrio fundido a través de la cámara de agitación, y por lo tanto un mayor control sobre el rendimiento de homogeneización por el diseñador de un agitador.

20 En particular, por ejemplo, puede evitarse un movimiento cíclico tal como en el documento US2009/0025428, de manera que puede aproximarse un comportamiento de flujo de pistón del vidrio fundido a través de las mezclas. Por supuesto, mediante la colocación apropiada de las palas agitadoras internas y externas tal movimiento cíclico puede mejorarse también si se desea.

25 Además, puede obtenerse, o evitarse si se desea, una mezcla rápida de vidrio fundido de la zona de entrada en la masa del vidrio fundido en el volumen agitado, obteniendo de este modo más o menos mezcla, como se desee, con el material que ha entrado en la cámara de agitación anteriormente, obteniendo de este modo un buen pulido preliminar de las variaciones de composición dependientes del tiempo.

También puede controlarse mejor el efecto de bombeo, estar o ausente o que sea más constante a través de un intervalo de velocidades de giro, mientras que se mantiene una colocación de las palas agitadoras individuales que sea óptima para la homogeneización, con lo que de nuevo se aumentan las opciones de un diseñador de agitador para obtener un rendimiento deseado en función de los requisitos detallados de una tarea de homogeneización específica.

30 Como una realización alternativa de la presente invención, la una o más palas agitadoras internas están montadas frente al árbol y se aplican preferentemente como unas palas helicoidales o una pala helicoidal.

35 En una realización preferida, la una o más palas agitadoras externas están montadas en barras o tubos que se extienden al menos parcialmente en una dirección radial desde el árbol. Opcionalmente, la una o más palas agitadoras externas tienen cada una dos extremos, con lo que cada uno de estos extremos está montado en una diferente de dichas barras o tubos, con lo que las barras o tubos usados para montar los extremos de una pala agitadora externa específica tienen una posición angular y/o una posición axial diferentes en el árbol.

40 En una realización opcional, la una o más palas agitadoras externas están cada una montada en dos o más de dichas barras o tubos, con lo que las barras o tubos usadas para montar una pala de agitación externa se colocan en unas posiciones angulares en el árbol, que son diferentes entre sí al menos en 30° y que son preferentemente diferentes entre sí en 90°.

45 Esta forma de montar las palas agitadoras externas, con la que se salva la distancia entre las dos barras, permite que se usen unas palas agitadoras relativamente grandes, optimizando de este modo, en comparación con los agitadores conocidos, la relación del material de pala agitadora y la eficacia para la homogeneización y el material de tubo o barra, que no es eficaz para la homogeneización, pero que se fabrica del mismo material, igualmente caro.

50 En una realización particular, al menos una de las palas agitadoras externas es un segmento elíptico en forma de anillo plano abierto, dicho al menos un segmento elíptico en forma de anillo plano abierto se coloca siguiendo una línea formada por la intersección de un cilindro y un plano que realiza un ángulo agudo, entre 0° y 90° excluyendo dichos valores, preferentemente entre 10° y 80° incluyendo dichos valores, más preferentemente entre 20° y 70°, incluyendo dichos valores, con el eje central de ese cilindro, siendo dicho eje central del cilindro co-lineal con el eje central del árbol del agitador.

55 Una realización de este tipo presenta la ventaja de permitir un agarre continuo y homogéneo del vidrio fundido debido a un efecto de bombeo local mejorado y a un efecto de cizallamiento obtenido debido a la forma de pala externa específica, preferentemente de todas las palas.

Opcionalmente, cada una de las palas agitadoras externas es un segmento elíptico en forma de anillo plano abierto.

60 Para evitar dudas, se menciona que las barras o tubos pueden tener cualquier forma de sección transversal, tal como, pero no limitado a, redonda, cuadrada, elíptica.

En otra realización preferida, el borde externo de al menos una de la una o más palas agitadoras externas está provisto de un borde levantado, con lo que preferentemente la totalidad de las palas agitadoras externas están provistas de un borde de este tipo.

65 Esto mejora el efecto lubricante del agitador, y provoca de este modo un alargamiento mejorado de las inhomogeneidades, uno de los principales factores para una buena homogeneización.

En otra realización preferida, el componente angular del vector normal de al menos una sección de pala, en otras palabras, la pala entera o una parte de una pala, de una o más de dichas palas agitadoras internas y externas es negativo y el componente angular del vector normal de al menos una sección de pala de una o más de las palas agitadoras internas y externas es positivo.

5 Esto garantiza que, durante su uso, al menos una pala agitadora mueve el vidrio fundido hacia arriba y al menos una pala agitadora mueve el vidrio fundido hacia abajo, de manera que se garantiza un paso repetido de al menos una parte del vidrio fundido a través del volumen agitado. Este paso repetido induce un aumento del tiempo de mezcla y por lo tanto la calidad de homogeneización del vidrio fundido.

10 En otra realización preferida, el agitador comprende dos o más de dichas palas agitadoras internas, con lo que el componente angular del vector normal de al menos una de dichas palas agitadoras internas es negativo y el componente angular del vector normal de al menos otra de dichas palas agitadoras internas es positivo y con lo que el número y el tamaño de dichas palas agitadoras internas que tiene un vector normal con un componente angular negativo es el mismo que el número y el tamaño de dichas palas agitadoras internas que tiene un vector normal con un componente angular positivo.

15 Esto garantiza que no hay efecto de bombeo neto de las palas agitadoras internas.

Del mismo modo, para obtener una falta de efecto bombeo de las palas agitadoras externas, en una realización preferida, la una o más palas agitadoras externas en su totalidad comprenden dos o más secciones de pala, con lo que el componente angular del vector normal de al menos una de dichas secciones de pala es negativo y el componente angular del vector normal de al menos otra de dichas secciones de pala es positivo y con lo que el número y el tamaño de dichas secciones de pala que tienen un vector normal con un componente angular negativo es el mismo que el número y el tamaño de dichas secciones de pala que tienen un vector normal con un componente angular positivo.

20 En otra realización preferida más, al menos una sección de pala de una de dicha una o más palas agitadoras externas se extiende a través de (o atraviesa) una cierta sección axial (o también llamada vertical) del agitador, con lo que al menos una de dichas una o más palas de agitación internas se coloca en la misma sección axial, con lo que los signos de los componentes angulares de los vectores normales de esta pala agitadora interna y de esta sección de pala de la pala agitadora externa son opuestos.

En el marco de la presente invención, dicha sección axial es un plano que es perpendicular al eje central del árbol del agitador.

30 Esta configuración permite un mejor cizallamiento del vidrio fundido en una región definida en la interfaz entre una pala interna y una pala externa vecina.

En una realización preferida, la mayoría, y preferentemente todas, de la una o más palas agitadoras internas y externas mencionadas están dispuestas en un ángulo con respecto al eje longitudinal central del árbol del agitador que está entre 10° y 80° incluyendo dichos valores, y que está preferentemente entre 20° y 70° incluyendo dichos valores.

35 Debería tenerse en cuenta que en una realización preferida, el componente angular del vector normal de una pala agitadora externa o interna en el lado dirigido hacia la punta, puede ser un solo valor o puede tener solo un único signo a través de toda la pala agitadora externa o interna.

40 En este caso, una pala agitadora interna o externa solo tiene una única sección de pala, de manera que en este caso la expresión sección de pala de una pala agitadora externa es equivalente a la pala agitadora externa y la expresión sección de pala de una pala agitadora interna es equivalente a la pala agitadora interna.

45 La invención se refiere además a un aparato para agitar vidrio fundido que comprende una cámara de agitación y que tiene un agitador de acuerdo con la invención que está montado en la cámara de agitación con lo que el agitador puede girar alrededor del eje central del agitador.

En un contexto de este tipo, la invención, por lo tanto, desvela el uso del agitador de acuerdo con la presente invención para agitar y, por lo tanto, homogeneizar el vidrio fundido.

50 La invención se refiere también a un émbolo para hacer gotear vidrio fundido, comprendiendo dicho émbolo el agitador de acuerdo con la invención, comprendiendo dicho agitador en su punta un elemento de goteo, en particular una cabeza de pistón.

Por lo tanto, en este marco específico, la invención desvela el uso del émbolo de acuerdo con la presente invención para hacer gotear y/o bombear, así como homogeneizar el vidrio fundido.

55 Como un ejemplo de un uso de este tipo, la invención se refiere a un aparato para hacer gotear vidrio fundido que comprende una cámara de goteo y que tiene un émbolo de acuerdo con la invención que está montado en la cámara de goteo con lo que el émbolo puede girar alrededor de su eje central y puede moverse a lo largo dicho eje central.

60 En un marco de este tipo, el émbolo de acuerdo con la invención puede usarse no solo con el fin de agitar, con el efecto de agitación como se describe en la presente solicitud de patente, sino que también con el fin de bombear/hacer gotear vidrio fundido cuando se pone en un movimiento de traslación (vertical) a lo largo de su eje central.

En una realización preferida del agitador y del émbolo de acuerdo con la invención, el agitador y el émbolo están fabricados de platino o de una aleación de platino o de molibdeno o de una aleación a base de molibdeno, o de iridio o de una aleación a base de iridio.

65 Con el fin de explicar la invención, sin limitar la invención en modo alguno, se proporcionan a continuación ejemplos de las realizaciones preferidas, haciendo referencia a las siguientes figuras:

La figura 1, que muestra una vista esquemática en perspectiva de un agitador de acuerdo con la

invención;

La figura 2, muestra una vista lateral del agitador de la figura 1;

La figura 3, que muestra una sección transversal de acuerdo con III-III del agitador de las figuras anteriores;

5 La figura 4, que muestra una sección transversal de acuerdo con IV-IV del agitador de las figuras anteriores;

La figura 5, que muestra una sección transversal de acuerdo con V-V del agitador de las figuras anteriores;

La figura 6a, que muestra el uso del agitador de las figuras anteriores;

10 La figura 6b, que muestra el desplazamiento de vidrio fundido global generado cuando el agitador de la figura 6a está funcionando en condiciones estacionarias;

La figura 7, que muestra una vista esquemática en perspectiva de otro agitador de acuerdo con la invención;

15 La figura 8, que muestra una vista esquemática en perspectiva de otro agitador más de acuerdo con la invención;

La figura 9, que muestra una vista esquemática en perspectiva de otro agitador más de acuerdo con la invención;

La figura 10, que muestra una vista esquemática en perspectiva de otro agitador más de acuerdo con la invención;

20 La figura 11, que muestra dos vistas laterales, en direcciones que son diferentes entre sí en 90° , de otro agitador más de acuerdo con la invención.

La figura 12, que muestra una vista esquemática en perspectiva de un émbolo de acuerdo con la invención;

25 La figura 13, que muestra una vista esquemática en perspectiva de otro émbolo más de acuerdo con la invención;

La figura 14, que muestra una vista esquemática en perspectiva de otro émbolo más de acuerdo con la invención; y

La figura 15, que muestra una vista esquemática en perspectiva de otro émbolo más de acuerdo con la invención;

30 El agitador 1 mostrado en las figuras 1 a 5 se compone principalmente de un árbol 2, que se proporciona en un extremo con un conector 3 para conectar el árbol 2 a una impulsor, y más cerca del otro extremo, que se llama además la punta 4, con un número de palas agitadoras. El árbol 2 tiene un eje longitudinal central L que durante su uso será el eje de rotación del agitador 1.

35 Las palas agitadoras se pueden agrupar en dos grupos, más específicamente las palas agitadoras internas 5, 6, que se unen directamente frente al árbol 2 y que están formadas de manera helicoidal, es decir, formadas como una parte de un helicoides, y las palas agitadoras externas 7, 8 que están unidas a las barras 9 que están unidas al árbol 2.

40 Como se representa en la figura 2, las palas agitadoras externas 7, 8 son palas planas, en particular unos segmentos elípticos en forma de anillo planos abiertos, que están montados en el árbol 2 siguiendo una línea formada por la intersección de un cilindro **C** y un plano **P**, formando dicho plano **P** un ángulo agudo β' , entre 0° y 90° excluyendo dichos valores, preferentemente entre 10° y 80° incluyendo dichos valores, más preferentemente entre 20° y 70° incluyendo dichos valores, con el eje central del cilindro, siendo dicho eje central del cilindro co-lineal con el eje L central del árbol 2 del agitador 1.

45 En una realización preferida representada en la figura 2, el eje L central del árbol 2 está coincidiendo con el eje central del cilindro **C**.

En particular, el eje L central es el eje central de tanto el cilindro como del árbol.

En el marco de la presente invención, el segmento elíptico en forma de anillo plano abierto corresponde a un segmento plano definido por completo en el plano **P** y que tiene un espesor predeterminado.

50 El segmento plano 7 tiene una cara 7a frontal dirigida al conector 3 y una cara 7b dorsal dirigida a la punta 4, siendo las caras frontal y dorsal paralelas entre sí y siendo además paralelas al plano **P** (véase la figura 2).

55 Una realización de este tipo presenta la ventaja de permitir un agarre continuo y homogéneo del vidrio fundido debido a un efecto de bombeo local mejorado y a un efecto de cizallamiento obtenido debido a la forma específica de las palas externas.

Además, las palas agitadoras externas tienen un borde elevado 10 en su borde más externo. Las palas agitadoras internas 5, 6 realizan $\frac{3}{4}$ de vuelta alrededor del árbol 2 y las palas agitadoras externas 7, 8 realizan $\frac{1}{4}$ de vuelta alrededor del árbol 2.

60 En la presente realización, pero no necesariamente, el borde elevado 10 está presente tanto por encima así como por debajo del cuerpo principal de las palas agitadoras externas 7, 8. Este borde elevado 10 sirve para reforzar las palas agitadoras externas 7, 8, pero también tiene una función para mejorar el rendimiento del agitador, como se explicará a continuación.

65 La geometría del agitador se considerará adicionalmente en un sistema de coordenadas cilíndrico, similar al sistema de coordenadas cilíndrico 11 dibujado en la figura 1, pero con la coordenada axial longitudinal z del sistema de coordenadas cilíndrico definida para coincidir con el eje L central y que tiene un valor creciente desde el conector 3 a la punta 4, y que tiene además una coordenada ρ radial y una

coordenada ϕ angular, definidas para tener un valor creciente en la dirección de las agujas del reloj cuando se mira desde el conector 3 a la punta 4.

5 Hay cuatro palas agitadoras internas 5, 6. Todas están colocadas formando un ángulo α de alrededor de 70° con el eje longitudinal central L, con lo que debido a la forma helicoidal de las palas agitadoras internas 5, 6 el ángulo puede variar de manera local.

10 Las dos palas agitadoras internas 5 más cercanas a la punta tienen un vector N normal en el lado de la punta 4 con un componente N_A angular negativo, con una dirección opuesta a la dirección definida de la coordenada ϕ angular, lo que significa que si el agitador 1 se hace girar en una dirección ϕ angular positiva durante su uso, estas palas agitadoras internas 5 crearán un desplazamiento axial del vidrio fundido lejos de la punta 4.

15 Las dos palas agitadoras internas 6 más alejadas de la punta 4 tienen un vector P normal en el lado de la punta 4 con un componente P_A angular positivo, con una dirección que coincide con la dirección definida de la coordenada ϕ angular, lo que significa que si el agitador 1 se hace girar en una dirección ϕ angular positiva durante su uso, estas palas agitadoras internas 6 crearán un desplazamiento axial del vidrio fundido hacia la punta 4.

Como todas las palas agitadoras internas 5, 6 son del mismo tamaño y forma, durante su uso las palas agitadoras internas 5, 6 combinadas no crearán ninguno, o al menos un desplazamiento neto insignificante del vidrio fundido, a cualquier velocidad de rotación.

20 Las palas agitadoras externas 7, 8 están colocadas en las barras 9 que están unidas al árbol 2 en diferentes posiciones angulares y axiales, más específicamente en unas posiciones angulares separadas 90° , en línea con las palas agitadoras externas 7, 8 que realizan $\frac{1}{4}$ de vuelta alrededor del árbol 2. Cada pala agitadora externa 7, 8 está unida en sus dos extremos a una barra 9 diferente, y con lo que algunas barras 9 están unidas a los extremos de las dos palas agitadoras externas 7, 8, y algunas otras barras 9 están solo unidas al extremo de una única pala agitadora externa 7, 8.

25 Obsérvese que en el presente ejemplo las palas externas 7, 8 están unidas a o al menos cerca de los extremos de las barras 9. Sin embargo, también es posible que las palas externas 7, 8 estén unidas a las barras 9 en un punto entre el punto de unión del árbol 2 y el extremo libre de las barras 9.

Las palas agitadoras externas 7, 8 se colocan en la misma sección axial del árbol 2 que las palas agitadoras internas 5, 6.

30 Hay ocho palas agitadoras externas 7, 8. Todas ellas están colocadas formando un ángulo β de alrededor de 45° con el eje longitudinal central.

35 Las cuatro palas agitadoras externas 7 más cercanas a la punta 4 tienen un vector Q normal, en el lado de la punta 4 con un componente Q_A angular positivo, lo que significa que si el agitador 1 se hace girar en una dirección ϕ angular positiva durante su uso, estas palas agitadoras externas 7 crearán un desplazamiento axial del vidrio fundido hacia la punta 4.

40 Las cuatro palas agitadoras externas 8 más alejadas de la punta 4 tienen un vector R normal, en el lado de la punta con un componente R_A angular negativo, lo que significa que si el agitador se hace girar en una dirección ϕ angular positiva durante su uso, estas palas agitadoras externas 8 crearán un desplazamiento axial del vidrio fundido lejos de la punta 4.

Como todas las palas agitadoras externas 7, 8 son del mismo tamaño y forma, durante su uso las palas agitadoras externas 7, 8 combinadas no crearán ninguno, o al menos un desplazamiento neto insignificante del vidrio fundido, a cualquier velocidad de rotación.

El árbol 2, las palas agitadoras internas y externas 5, 6, 7, 8 y las barras 9 están todos fabricados de platino endurecido por dispersión.

45 El uso del agitador es simple y de la siguiente manera, y como se ilustra en la figura 6a.

50 El agitador se coloca, conectado con su conector 3 en un impulsor 12, en una cámara de agitación 13 que tiene una pared interna 21, que está provista de una entrada 14 y una salida 15 para el vidrio fundido. El diámetro d del agitador es solo ligeramente más pequeño que el diámetro D de cámara, que es el diámetro D de la pared interna 21 de la cámara. El vidrio fundido 16 se hace fluir a través de la cámara de mezcla y se hace girar el agitador, como se muestra en la figura 6a, en este ejemplo, en el sentido de las agujas del reloj como se indica por la flecha A cuando se mira desde el impulsor 12 hacia la punta 4.

55 Durante su uso en unas condiciones estacionarias, se establecen entonces dos flujos cíclicos globales 17a, 17b de vidrio fundido 16, yendo ambos repetidamente a través de los volúmenes barridos por las palas agitadoras 5, 6, 7, 8 de manera que las regiones no homogéneas se alargan y se cortan hacia arriba repetidamente y de este modo llegan a ser más pequeñas y a dispersarse mejor en el vidrio fundido 16. En particular se cree que el borde elevado 10 juega un papel importante en lubricar el vidrio fundido 16 cerca de la pared de la cámara de agitación 13, alargando de este modo las impurezas, para cortarse más tarde mediante otras acciones del agitador 1.

60 El borde 10 también juega un papel de estabilización del movimiento de las palas externas durante el giro del agitador.

Por la presencia de dicho borde 10, la estabilidad mecánica de la pala externa se conserva de hecho durante su uso, de manera que no está sujeto a una flexión cuando funciona conjuntamente con el material de vidrio fundido durante la agitación.

65 Solo una mezcla limitada entre los dos flujos 16 se produce en el nivel vertical en la cámara de agitación 13 en la que se encuentran. No se establece un flujo cíclico significativo entre el agitador 1 y la

pared de la cámara de agitación 13, debido a la estrecha distancia entre ellos.

Debido al flujo global del vidrio fundido desde la entrada 14 a la salida 15, se fuerza el vidrio fundido lentamente desde el flujo cíclico superior hasta el flujo cíclico inferior, y a continuación hasta la salida 15.

5 En la figura 6b, se proporciona el desplazamiento del fluido (o vidrio fundido) por dos unidades, una primera unidad **a**, y una segunda unidad **b**, del agitador 1 a lo largo de las secciones I-I (para la unidad **a**) y II-II (para la unidad **b**).

10 En una realización específica desvelada en la figura 6a, cada una de las unidades **a**, **b**, comprende tres barras 9, y está definida entre unas barras primera y segunda paralelas entre sí. Una tercera barra, perpendicular a las barras primera y segunda, se coloca entre dichas barras primera y segunda.

15 En las unidades primera y segunda, las palas agitadoras internas 5, 6 están unidas directamente frente al árbol 2 y están formadas de manera helicoidal, lo que significa formadas como una parte de un helicoide, y las palas agitadoras externas 7, 8 están unidas a las barras 9 que están unidas al árbol 2, de manera que las unidades **a**, **b** primera y segunda forman un elemento de agitación del agitador, como se representa en las figuras 1-5.

Un primer flujo cíclico 17a (figura 6b - sección I-I) de vidrio fundido 16 se establece en un primer volumen definido en la primera unidad **a**.

20 En la primera unidad **a**, se define sustancialmente una región interna 22a mediante el diámetro de las palas interna 22a, y por una distancia d' entre unas barras primera y segunda que definen dicha primera unidad **a**.

En esta región interna 22a de la primera unidad **a**, cuando se hace girar el agitador en el sentido de las agujas del reloj como se indica por la flecha A cuando se mira desde el impulsor 12 hacia la punta 4, el vidrio fundido se desplaza a lo largo del árbol 2 en la dirección del conector 3 (hacia arriba).

25 Además, en la primera unidad **a**, se define sustancialmente una región externa 23a mediante el diámetro d de las palas externas 7, y por la distancia d' entre dichas barras primera y segunda que definen dicha primera unidad **a**.

En esta región externa 23a de la primera unidad **a**, cuando se hace girar el agitador en el sentido de las agujas del reloj como se indica por la flecha A cuando se mira desde el impulsor 12 hacia la punta 4, el vidrio fundido se desplaza a lo largo del árbol 2 en la dirección de la punta 4 (hacia abajo).

30 El primer flujo cíclico 17a de vidrio fundido 16 resulta de la combinación de los desplazamientos interno y externo, en la primera unidad **a**, del vidrio fundido a lo largo del árbol 2.

Un segundo flujo cíclico 17b (figura 6b - sección II-II) de vidrio fundido 16 se establece en un segundo volumen definido en la segunda unidad **b**.

35 En la segunda unidad **b**, se define sustancialmente una región interna 22b mediante el diámetro de las palas interna 22a, y por una distancia d'' entre dichas barras primera y segunda que definen dicha segunda unidad **b**.

En esta región interna 22b de la segunda unidad **b**, cuando se hace girar el agitador en el sentido de las agujas del reloj como se indica por la flecha A cuando se mira desde el impulsor 12 hacia la punta 4, el vidrio fundido se desplaza a lo largo del árbol 2 en la dirección de la punta 4 (hacia abajo).

40 Además, en esta segunda unidad **b**, se define sustancialmente una región externa 23b mediante el diámetro d de las palas externas 7, y por la distancia d'' entre unas barras primera y segunda que definen dicha segunda unidad **b**.

En esta región externa 23b de la segunda unidad **b**, cuando se hace girar el agitador en el sentido de las agujas del reloj como se indica por la flecha A cuando se mira desde el impulsor 12 hacia la punta 4, el vidrio fundido se desplaza a lo largo del árbol 2 en la dirección del conector 3 (hacia arriba).

45 El segundo flujo 17b cíclico de vidrio fundido 16 resulta de la combinación de los desplazamientos interno y externo, en la segunda unidad **b**, del vidrio fundido a lo largo del árbol 2.

50 Obsérvese que en las posibles variantes, especialmente en el procesamiento por lotes del vidrio fundido, el agitador puede ser significativamente más pequeño que la cámara de agitación, que está en este caso formada por el recipiente en el que se realiza la agitación.

En otra variante más, el agitador puede colocarse en un canal largo a través del que fluye el vidrio, con lo que el propio canal forma la cámara de agitación.

55 Los agitadores alternativos mostrados en las figuras 7 a 11 se diferencian del agitador mostrado en la figura 1 por tener un número diferente y una disposición diferente de las palas agitadoras internas y externas.

60 El agitador 1 mostrado en la figura 7 tiene el mismo número y disposición de palas agitadoras internas 5, 6 que el agitador de la figura 1. La disposición de las palas agitadoras externas 8 es diferente, porque este agitador tiene seis palas agitadoras externas 8, que están todas colocadas de manera que tienen un vector R normal, en el lado de la punta 4 con un componente angular negativo. Este agitador 1 tiene un efecto de bombeo externo, cuando se hace girar en una dirección ϕ angular positiva, lejos de la punta. Este efecto de bombeo depende de la velocidad de rotación del agitador 1 de manera que esta agitador 1 es mucho más adecuado para el procesamiento por lotes del vidrio fundido.

65 El agitador 1 mostrado en la figura 8 tiene el mismo número y disposición de palas agitadoras internas 5, 6 que el agitador 1 de las figuras 1 y 7. La disposición de las palas agitadoras externas es diferente, porque además de las palas agitadoras externas 8 del agitador 1 de la figura 7, el agitador 1 de la figura 8 tiene seis palas agitadoras externas 7 más, cuyas palas agitadoras externas 7 adicionales

están todas colocadas de manera que tienen un vector Q normal, en el lado de la punta 4 con un componente angular positivo. Este agitador 1 no tiene un efecto neto de bombeo.

5 El agitador 1 mostrado en la figura 9 tiene una disposición diferente de las palas agitadoras internas 5 que los agitadores 1 descritos anteriormente. Todas las cuatro palas agitadoras internas 5 están colocadas de manera que tienen un vector N normal en el lado de la punta 4 con un componente angular negativo, lo que significa que si el agitador 1 se hace girar en una dirección ϕ angular positiva durante su uso, la pala agitadora interna 5 creará un desplazamiento axial del vidrio fundido lejos de la punta 4. Las palas agitadoras externas 7, 8 están dispuestas de manera similar a la palas agitadoras externas 7, 8 del agitador de la figura 8, solo que su número total es de ocho, en lugar de doce.

10 Como las palas agitadoras externas 7, 8, juntas no tienen un efecto neto de bombeo, y las palas 5 de agitación internas si, este agitador 1 tiene un efecto neto de bombeo.

15 El agitador 1 mostrado en la figura 10 solo tiene un único conjunto de dos palas agitadoras internas 5, ambas colocadas de manera que tienen un vector N normal en el lado de la punta 4 con un componente angular negativo, lo que significa que si el agitador 1 se hace girar en una dirección ϕ angular positiva durante su uso, la pala agitadora interna 5 creará un desplazamiento axial del vidrio fundido lejos de la punta 4. Las palas agitadoras externas 8 están dispuestas como las palas agitadoras externas 8 del agitador de la figura 7, solo que su número total es de cuatro, en lugar de seis. Este agitador 1 tiene un efecto de bombeo específicamente fuerte, de manera que es mucho más adecuado para su uso en el procesamiento por lotes, aunque también puede usarse en los procesos continuos, cuando hay un requisito de un efecto de bombeo.

20 El agitador 1 mostrado en la figura 11 tiene cuatro palas agitadoras internas 6 que están colocadas de manera que tienen un vector normal P en el lado de la punta 4 con un componente angular positivo, lo que significa que si el agitador 1 se hace girar en una dirección ϕ angular positiva durante su uso, la pala agitadora interna 5 creará un desplazamiento axial del vidrio fundido lejos hacia la punta 4.

25 Las palas agitadoras externas 8 están dispuestas en dos grupos de cuatro, que son ambos similares a las cuatro palas agitadoras externas 8 del agitador 1 de la figura 1 que están colocadas lejos de la punta 4. Estas tienen un vector R normal en el lado de la punta con un componente angular negativo, lo que significa que si el agitador se hace girar en una dirección ϕ angular positiva durante su uso, estas palas agitadoras externas 8 crearán un desplazamiento axial del vidrio fundido lejos de la punta 4.

30 Para completar, se observa que también el conector 3 se aplica de manera diferente.

Se observa que en los ejemplos anteriores, las barras 9 se extienden solo en la dirección radial desde el árbol 2 y son barras rectas. Por supuesto, también es posible que las barras 9, tengan de manera adicional una dirección axial y/o angular y/o que estén curvadas.

35 Se observa además, que en los ejemplos anteriores cada una de las palas agitadoras externas 7, 8 tiene un único vector normal.

También es posible que una pala agitadora externa tenga diferentes secciones de pala con diferentes vectores normales. También es posible que una pala agitadora externa tenga varias secciones de pala con unos vectores normales con diferentes componentes angulares entre sí.

40 Una pala agitadora externa de este tipo podría ser, por ejemplo, una combinación de las palas agitadoras externas identificadas por los números 7 y 8 en la figura 9.

45 Estas dos palas agitadoras externas se encuentran en el mismo plano, y por lo tanto, podrían fabricarse fácilmente como una sola pala agitadora externa de una única lámina recta con una sección de pala correspondiente a la pala 7 agitadora externa y una sección de pala correspondiente a la pala 8 agitadora externa.

Esta única pala agitadora externa se montaría a continuación en el árbol como en la figura 9, pero aplicando la barra entre las palas agitadoras externas 7 y 8 más cortas que en la figura 9, de manera que esta barra soportaría la única pala agitadora externa combinada en un solo lado, el lado orientado hacia el árbol 2.

50 La presente invención también se refiere a un émbolo o un dosificador de gota 18.

El émbolo 18 está fabricado con el agitador 1 de acuerdo con la invención, en el que está montado un elemento de goteo 19 o miembro de goteo en la punta 4 del agitador.

Las figuras 12 a 15 proporcionan varias realizaciones del émbolo 18 de acuerdo con la presente invención.

55 El émbolo representado en la figura 12 se corresponde con el agitador de la figura 7, pero en el que se ha unido un elemento de goteo, tal como un pistón o pistón de goteo.

El émbolo representado en las figuras 13 y 15 se corresponde con el agitador de la figura 8, pero en el que se ha unido un elemento de goteo, tal como un pistón o pistón de goteo.

60 El émbolo representado en la figura 14 se corresponde con el agitador de la figura 11, pero en el que se ha unido un elemento de goteo, tal como un pistón o pistón de goteo.

Durante el funcionamiento, el émbolo o dosificador de gota 18 se coloca en una cámara de goteo y se pone en un movimiento de traslación a lo largo del eje L para hacer gotear vidrio fundido fuera de la cámara de goteo.

65 Con el émbolo o dosificador de gota 18 de acuerdo con la presente invención, si dicho dosificador de gota se pone en rotación y traslación de manera simultánea o de manera alternativa, los beneficios de dicho dosificador de gota/émbolo cuando se usa de esta manera es doble: i) permite una agitación y un

goteo simultáneos del vidrio fundido, de manera que el vidrio fundido puede homogeneizarse de manera continua cuando está goteando; y ii) permite una agitación del vidrio fundido antes de la etapa de goteo, de manera que el vidrio fundido puede homogeneizarse durante un cierto período antes de gotear.

5 Para cada uno de estos émbolos, el miembro de goteo 19, o elemento de goteo, o pistón de goteo está soldado a la punta 4 del árbol del agitador correspondiente.

Además, en una realización preferida de los émbolos de acuerdo con la presente invención, el elemento de goteo 19 puede tener diferentes formas.

10 Por ejemplo, en los émbolos de las figuras 12 a 14, el elemento de goteo es un cono o un cono truncado con su base soldada en la punta 4 a través de un medio de conexión 20 en forma de copa, estando la base del cono en contacto con y soldada a una primera cara de dicho medio de conexión 20 y estando una segunda cara del medio de conexión, opuesta a dicha primera cara, soldada directamente a la punta 4 del agitador.

15 En el pistón representado en la figura 15, el elemento de goteo 19 tiene una forma semiesférica con una base que está soldada directamente a la cara delantera del medio de conexión 20.

En una realización preferida del agitador y el émbolo de acuerdo con la invención, el agitador y el émbolo están fabricados de platino o de una aleación de platino o de molibdeno o de una aleación a base de molibdeno, o de iridio o de una aleación a base de iridio.

20 Se entiende que la presente invención no está de ninguna manera limitada a las formas de las realizaciones anteriores y que pueden hacerse muchas modificaciones sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Agitador (1) para agitar vidrio fundido (16), comprendiendo el agitador (1)
 5 - un árbol (2) que tiene una punta (4) y que tiene un eje longitudinal central (L), y
 - una o más palas agitadoras internas (5, 6) que están unidas al árbol (2), y
 - una o más palas agitadoras externas (7, 8) que están unidas al árbol (2), con lo que las palas agitadoras internas (5, 6) están unidas más cerca del árbol (2) que las palas agitadoras externas (7, 8),
 con lo que, cuando se considera el agitador en un sistema de coordenadas cilíndrico (11) con la
 10 coordenada axial longitudinal (z) del sistema de coordenadas cilíndrico (11) definida para coincidir con el eje longitudinal central (L), con lo que el sistema de coordenadas cilíndrico (11) está definido además por una coordenada radial (ρ) y una coordenada angular (ϕ), tanto la una o más palas agitadoras internas (5, 6), así como la una o más palas agitadoras externas (7, 8) están dispuestas en un ángulo (α, β) con respecto al eje longitudinal central (L), con lo que dicho ángulo (α, β) está entre 0° y 90° no incluyendo estos valores, y están dispuestas teniendo al menos una sección de pala con un vector normal (N, P, Q, R), en el lado dirigido hacia la punta (4), con un componente angular (N_A, P_A, Q_A, R_A).
 15
2. Agitador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la una o más palas agitadoras internas (5, 6) están montadas frente al árbol (2) y se aplican preferentemente como palas helicoidales o una pala helicoidal.
 20
3. Agitador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la una o más palas agitadoras externas (7, 8) están montadas en unas barras (9) o unos tubos que se extienden al menos parcialmente en una dirección radial desde el árbol (2).
 25
4. Agitador de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que la una o más palas agitadoras externas (7, 8) tienen cada una dos extremos, con lo que cada uno de estos extremos está montado en una diferente de dichas barras (9) o tubos, con lo que las barras (9) o los tubos usados para montar los extremos de una pala agitadora externa (7, 8) específica tienen una posición angular y/o una posición axial diferentes en el árbol (2).
 30
5. Agitador de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, caracterizado por que la una o más palas agitadoras externas (7, 8) están cada una montadas en dos o más de dichas barras (9) o tubos, con lo que las barras (9) o los tubos usados para montar una pala agitadora externa (7, 8) están colocados en unas posiciones angulares en el árbol, que son diferentes entre sí en al menos 30° y que son preferentemente diferentes entre sí en 90° .
 35
6. Agitador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado por que al menos una de las palas agitadoras externas (7, 8) es un segmento elíptico en forma de anillo plano abierto, preferentemente, cada una de las palas agitadoras externas (7, 8) es un segmento elíptico en forma de anillo plano abierto, estando dicho al menos un segmento elíptico en forma de anillo plano abierto colocado siguiendo una línea formada por la intersección de un cilindro y un plano que forma un ángulo (β), entre 0° y 90° excluyendo dichos valores, preferentemente entre 10° y 80° incluyendo dichos valores, más preferentemente entre 20° y 70° incluyendo dichos valores, con el eje central de ese cilindro, siendo dicho eje central del cilindro co-lineal con el eje central (L) del árbol (2) del agitador (1).
 40
7. Agitador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado por que el borde externo de al menos una de la una o más palas agitadoras externas (7, 8) está provista de un borde elevado (10), con lo que preferentemente todas de las palas agitadoras externas (7, 8) mencionadas están provistas de un borde elevado (10) de este tipo.
 45
8. Agitador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el componente angular (N_A, P_A, Q_A, R_A) de dicho vector normal (N, P, Q, R) de al menos una sección de pala de una o más de dichas palas agitadoras internas y externas (5, 6, 7, 8) es negativo y el componente angular (N_A, P_A, Q_A, R_A) de dicho vector normal (N, P, Q, R) de al menos una sección de pala de una o más de las palas agitadoras internas y externas (5, 6, 7, 8) es positivo.
 50
9. Agitador de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que comprende dos o más de dichas palas agitadoras internas (5, 6), con lo que el componente angular (N_A, P_A) del vector normal (N, P) de al menos una de dichas palas agitadoras internas (5, 6) es negativo y el componente angular (N_A, P_A) del vector normal (N, P) de al menos otra de dichas palas agitadoras internas (5, 6) es positivo y con lo que el número y el tamaño de dichas palas agitadoras internas (5, 6) que tienen un vector normal (N, P) con un componente angular (N_A, P_A) negativo es el mismo que el número y el tamaño de dichas palas agitadoras internas que tienen un vector normal (N, P) con un componente angular (N_A, P_A) positivo.
 55
10. Agitador de acuerdo con las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que la una o más palas agitadoras externas (7, 8) comprenden en total dos o más secciones de pala, con lo que el componente
 60
- 65

- angular (Q_A, R_A) del vector normal (Q, R) de al menos una de dichas secciones de pala es negativo y el componente angular (Q_A, R_A) del vector normal (Q, R) de al menos otra de dichas secciones de pala es positivo y con lo que el número y el tamaño de dichas secciones de pala que tienen un vector normal (Q, R) con un componente angular (Q_A, R_A) negativo es el mismo que el número y el tamaño de dichas secciones de pala que tienen un vector normal (Q, R) con un componente angular (Q_A, R_A) positivo.
- 5
11. Agitador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que al menos una sección de pala de una de dicha una o más palas agitadoras externas (7, 8) se extiende a través de una cierta sección axial del árbol (1), con lo que al menos una de dicha una o más palas agitadoras internas (5, 6) está colocada en la misma sección axial, con lo que los signos de los componentes angulares (N_A, P_A, Q_A, R_A) de los vectores normales (N, P, Q, R) de esta pala agitadora interna (5, 6) y de esta sección de pala de la pala agitadora externa (7, 8) son opuestos.
- 10
12. Agitador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la mayoría, y preferentemente todas, de la una o más palas agitadoras internas y externas (5, 6, 7, 8) mencionadas están dispuestas en un ángulo (α, β) con respecto al eje longitudinal central (L) que está entre 10° y 80° incluyendo dichos valores, y que está preferentemente entre 20° y 70° incluyendo dichos valores.
- 15
13. Un émbolo (18) para hacer gotear vidrio fundido, comprendiendo dicho émbolo un agitador (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicho agitador (1) en su punta (4) un elemento de goteo (19).
- 20
14. Agitador (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que dicho agitador (1) está fabricado de platino o de una aleación de platino o de molibdeno o de una aleación a base de molibdeno, o de iridio o de una aleación a base de iridio.
- 25
15. Émbolo (18) de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que dicho émbolo (18) está fabricado de platino o de una aleación de platino o de molibdeno o de una aleación a base de molibdeno, o de iridio o de una aleación a base de iridio.
- 30

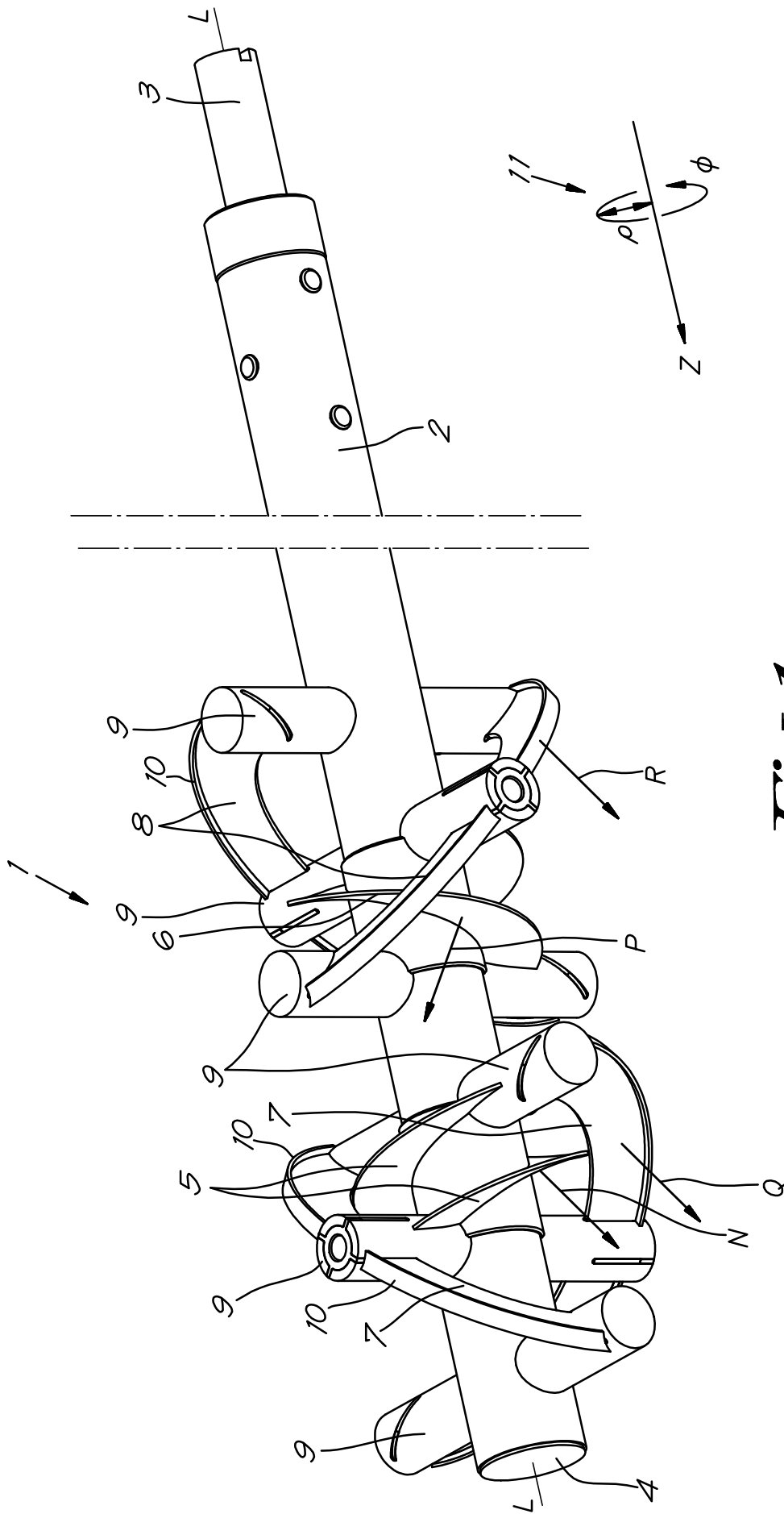


Fig. 1

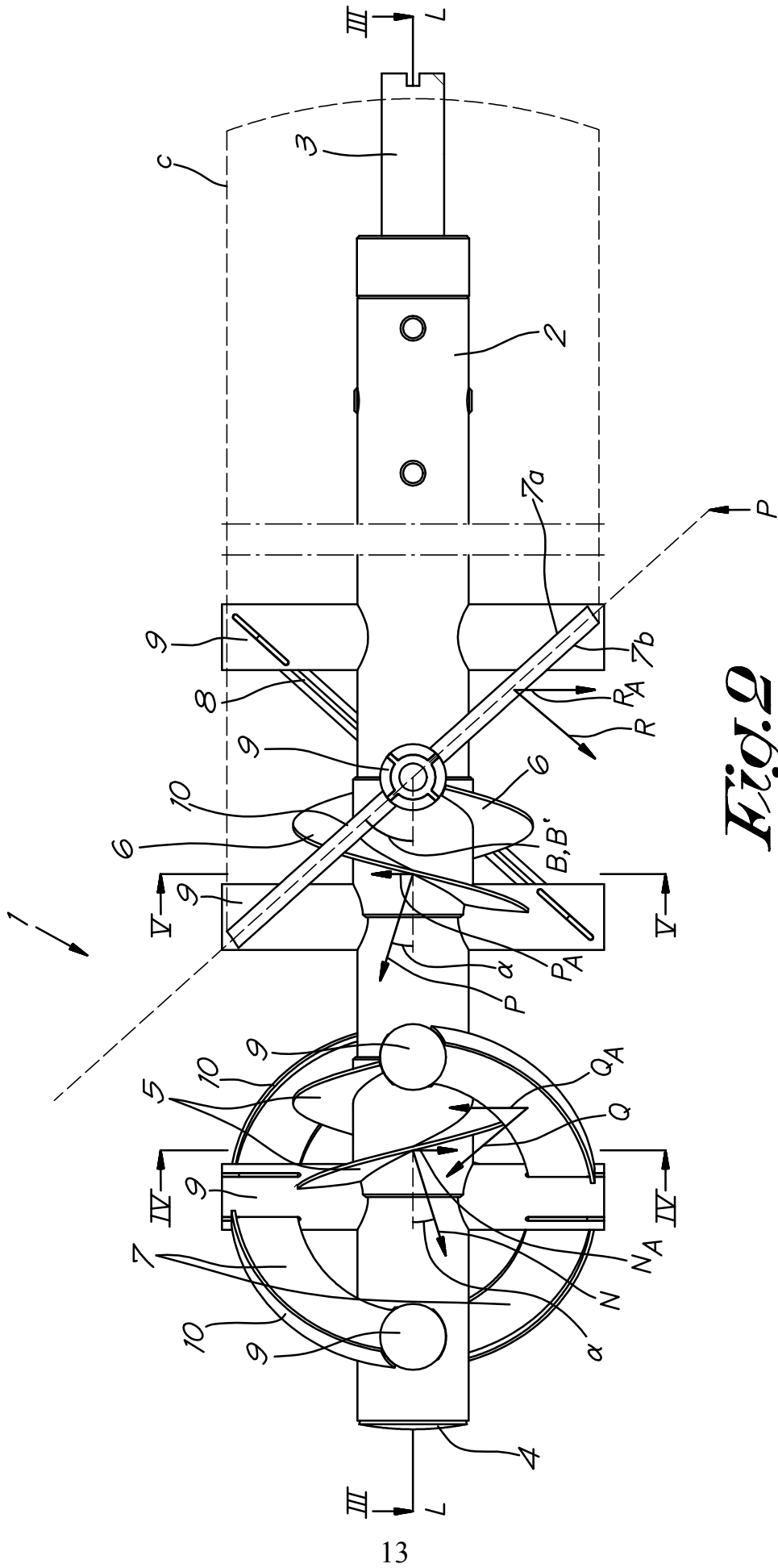


Fig. 2

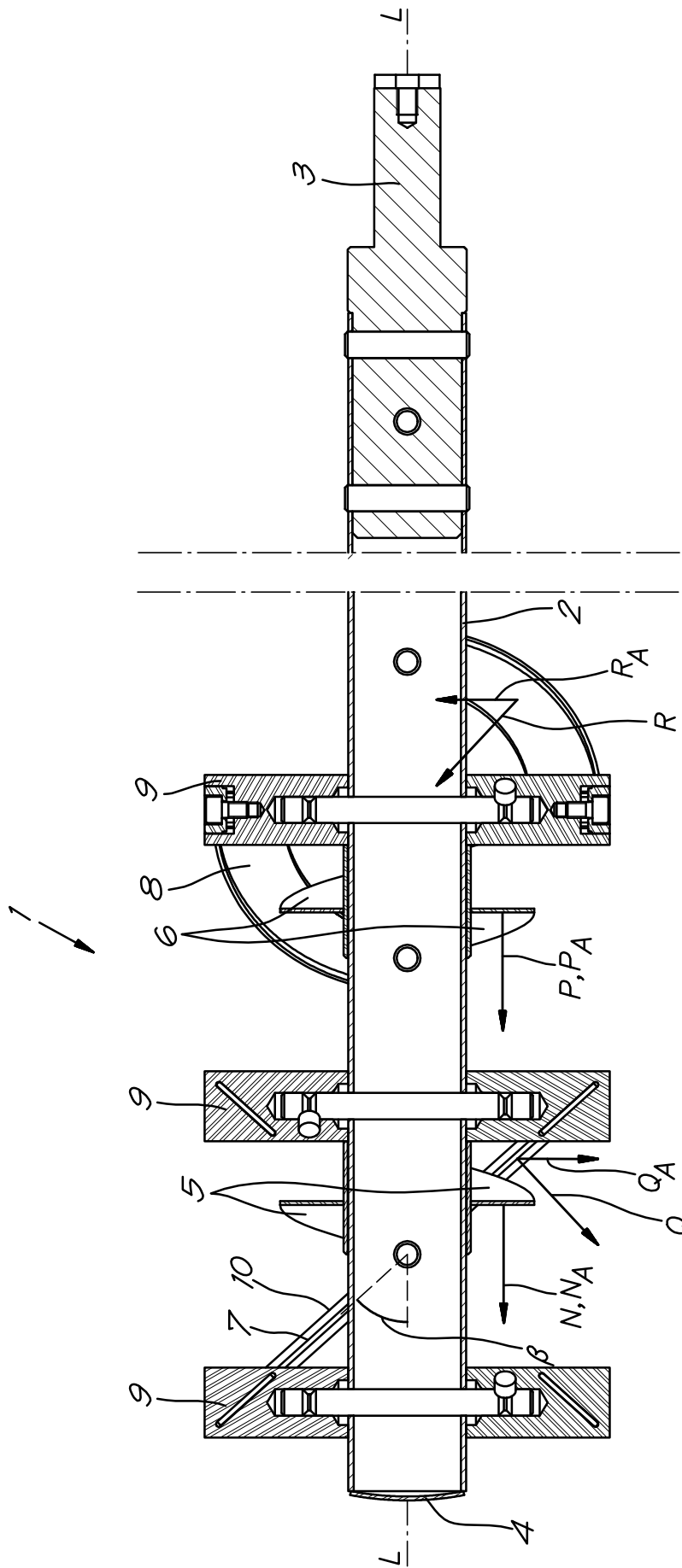


Fig. 5

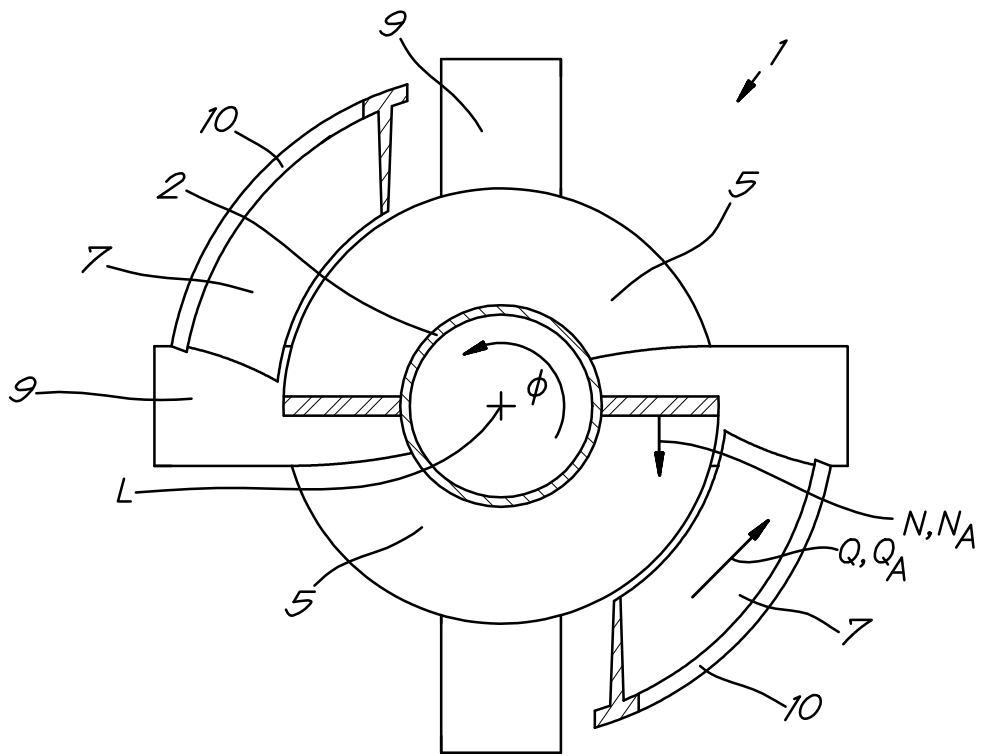


Fig. 4

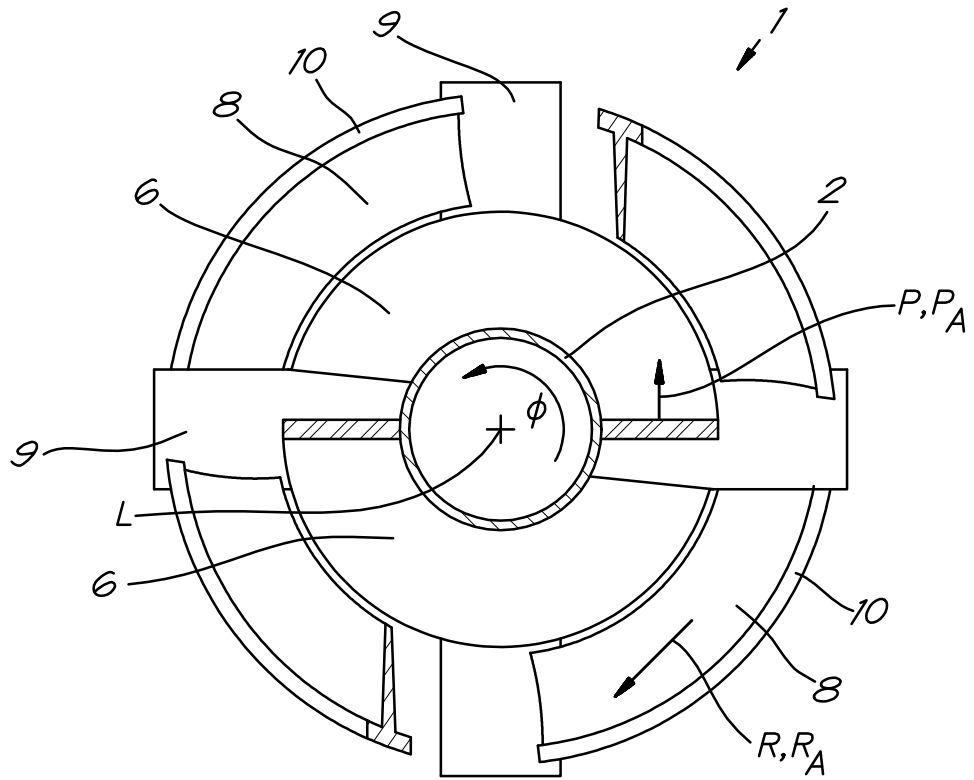
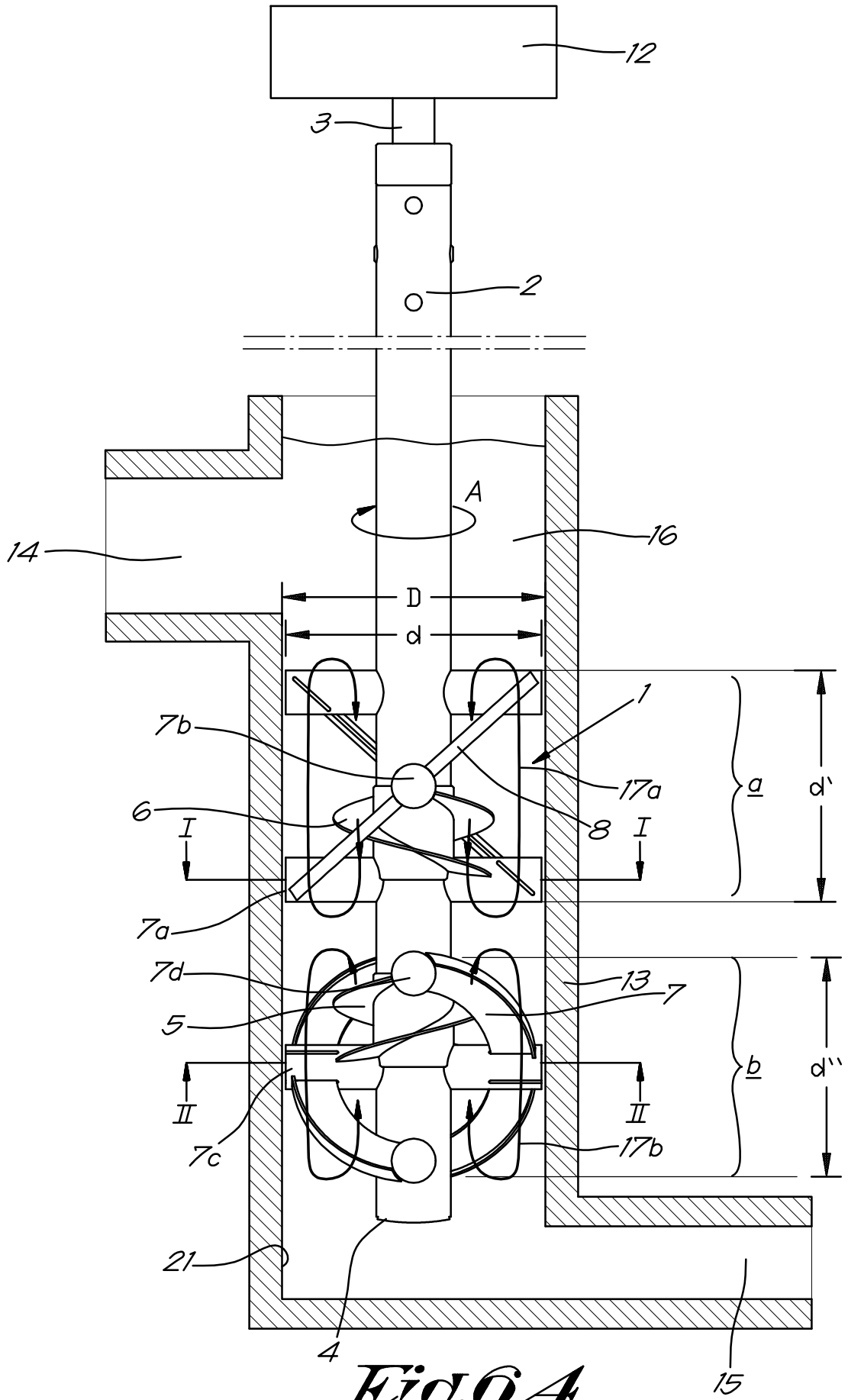


Fig. 5



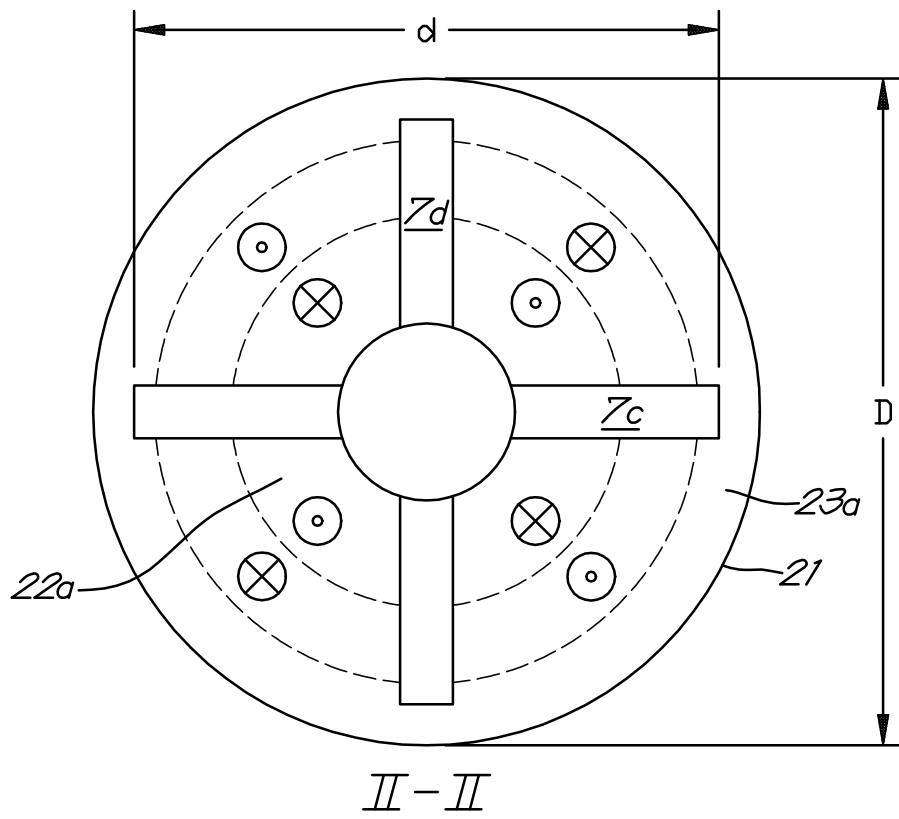
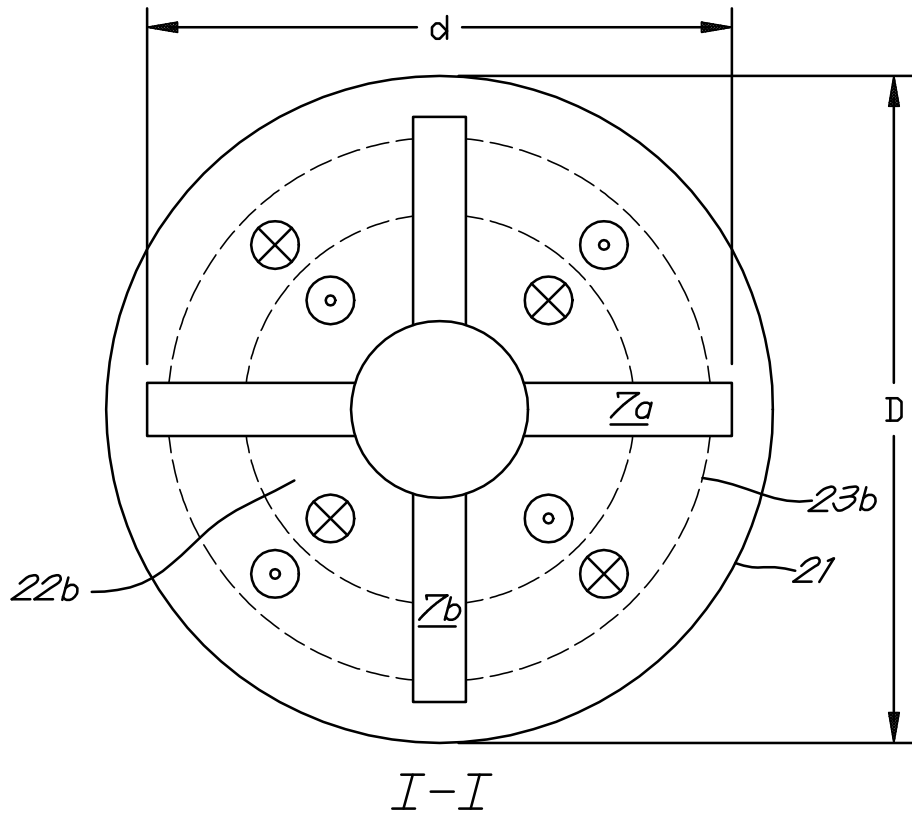


Fig. 6B

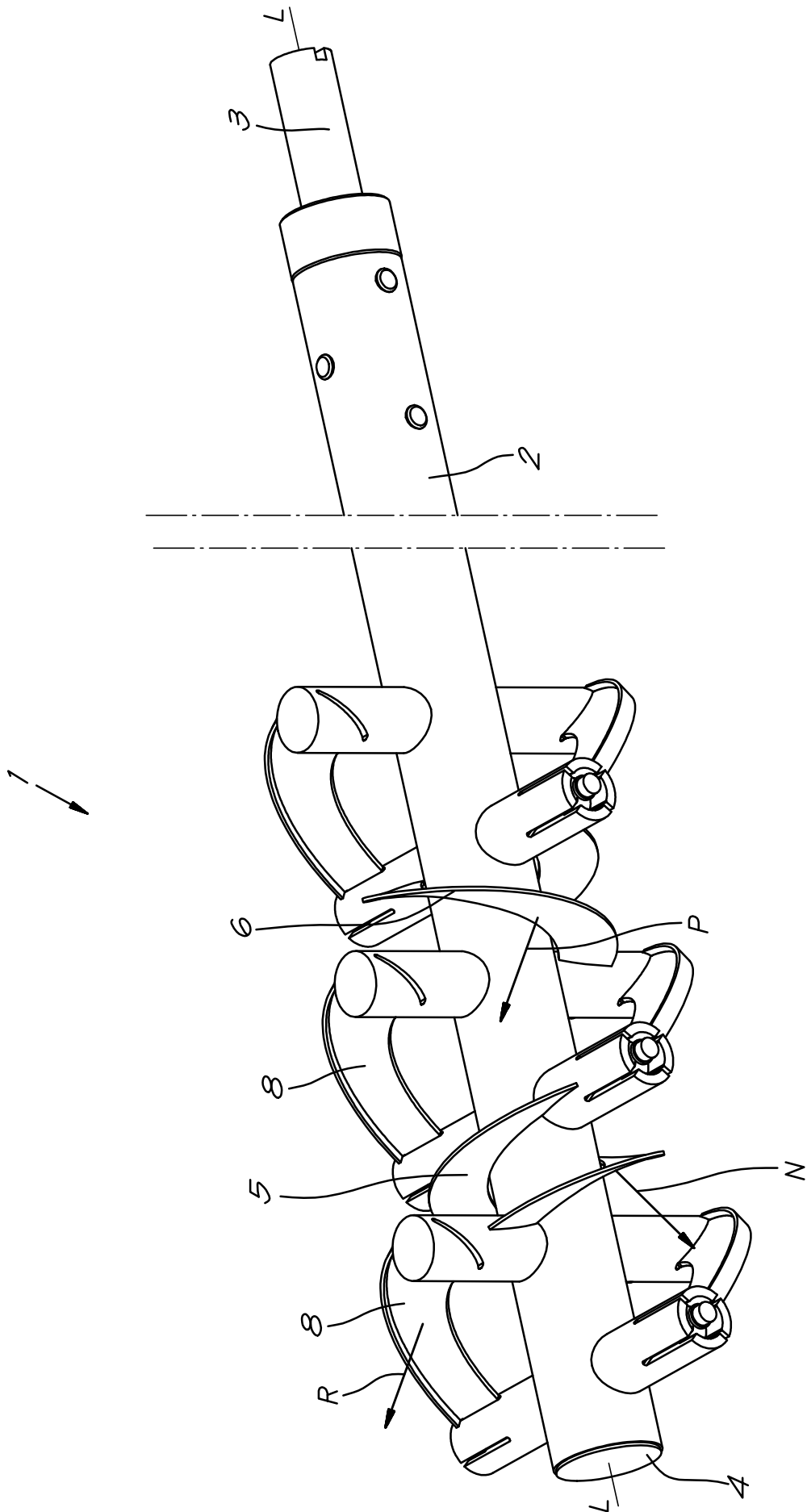


Fig. 7

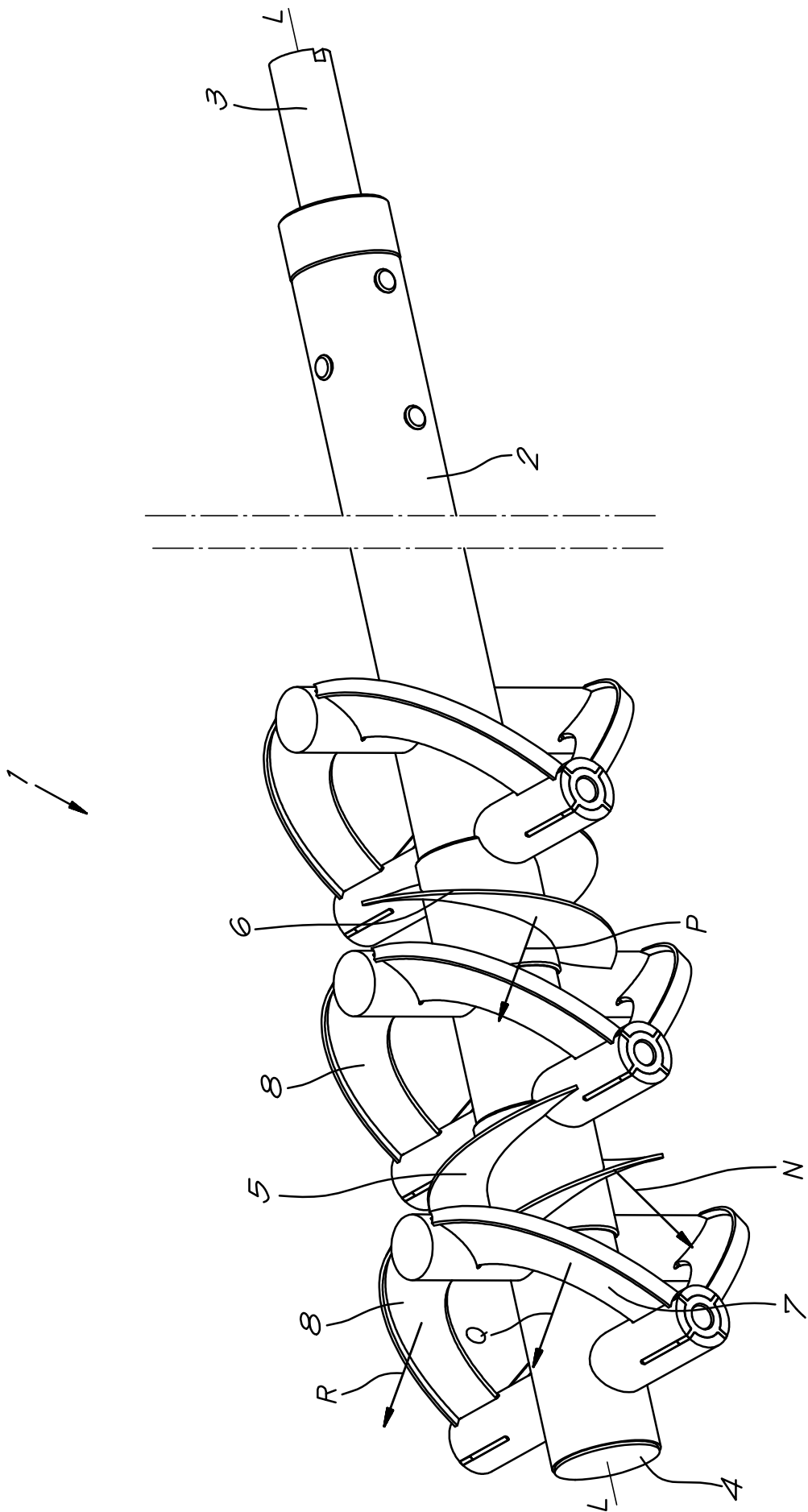


Fig. 8

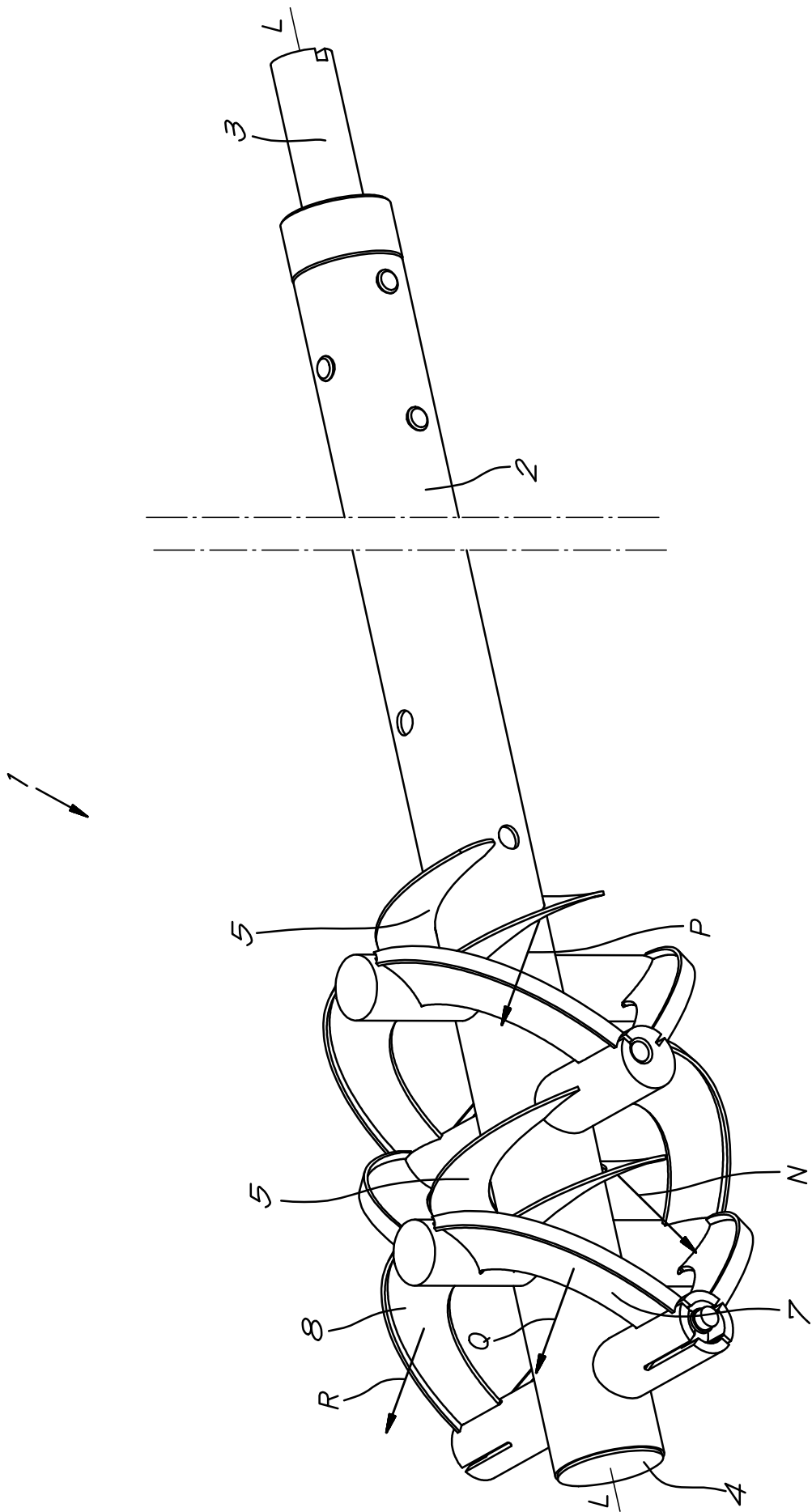


Fig. 0

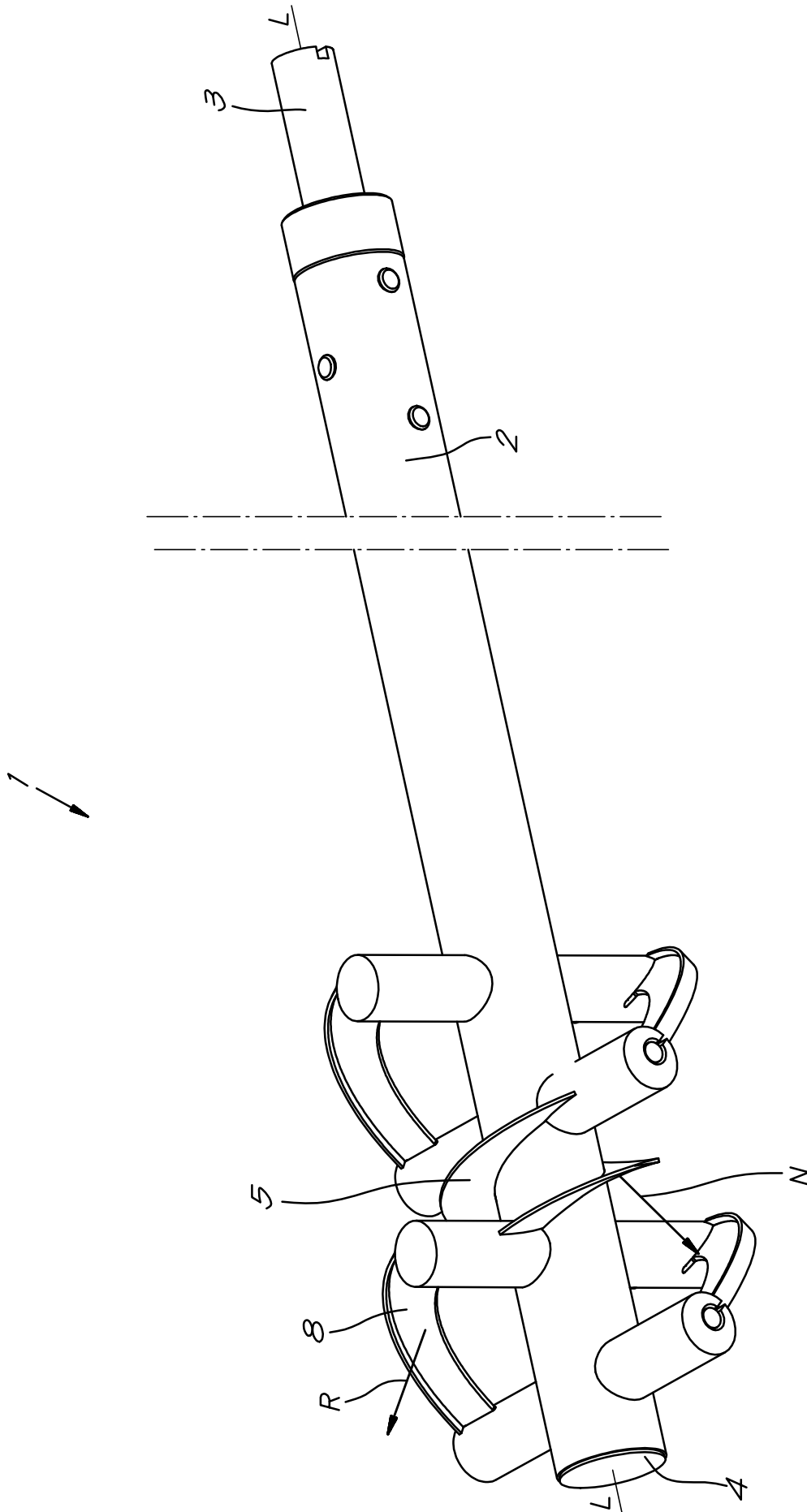


Fig. 10

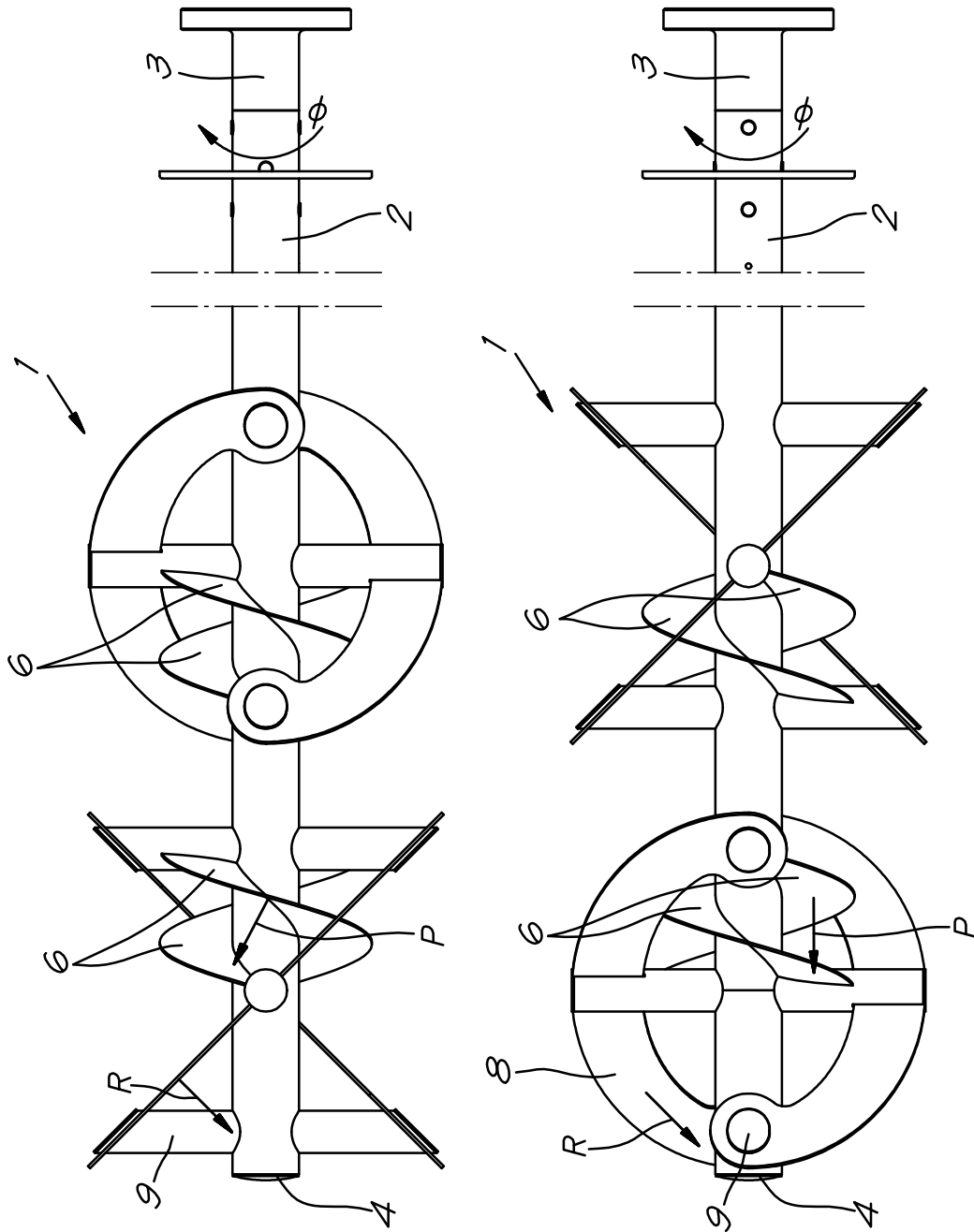


Fig. 11

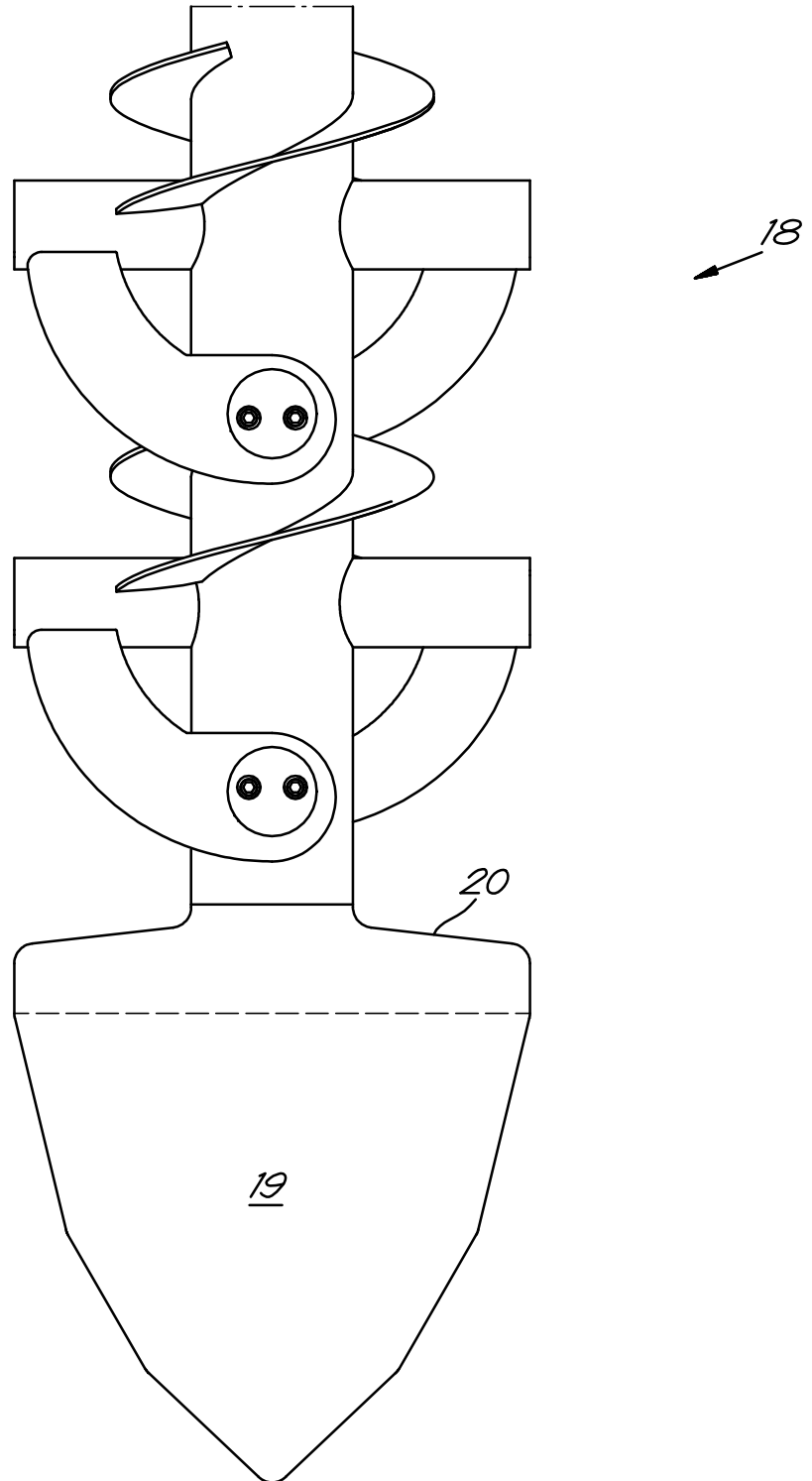


Fig. 12

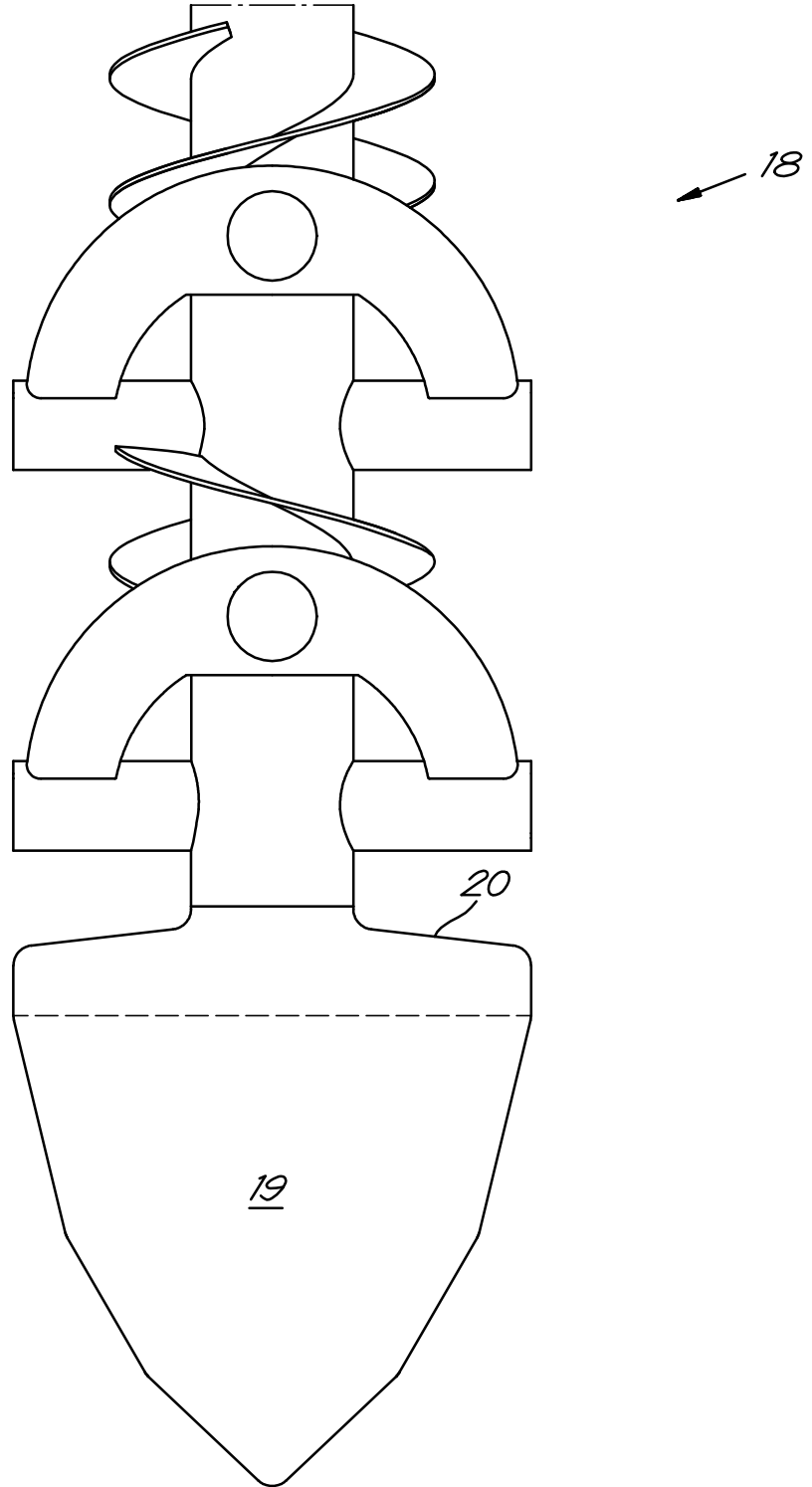


Fig. 13

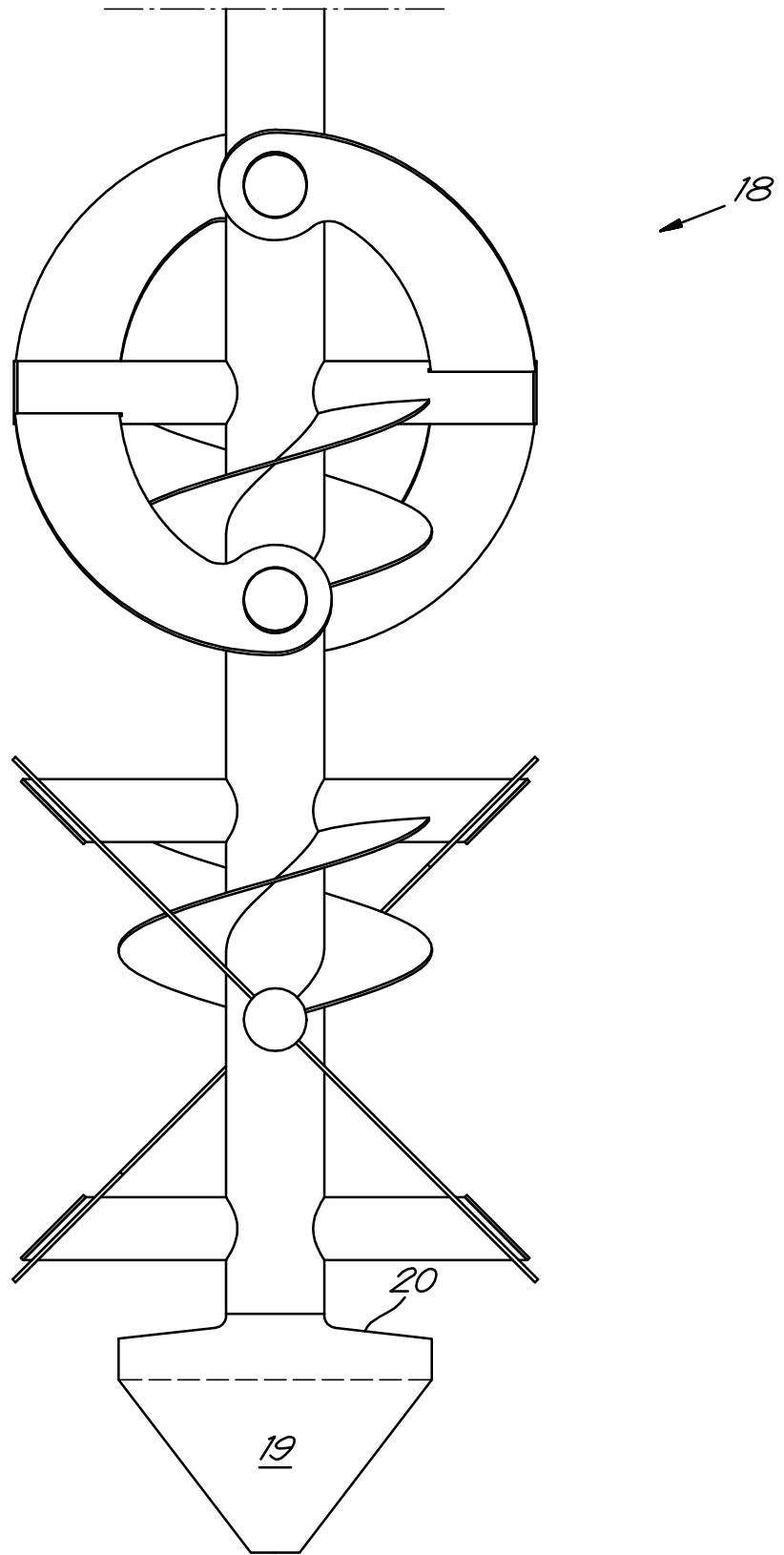


Fig. 14

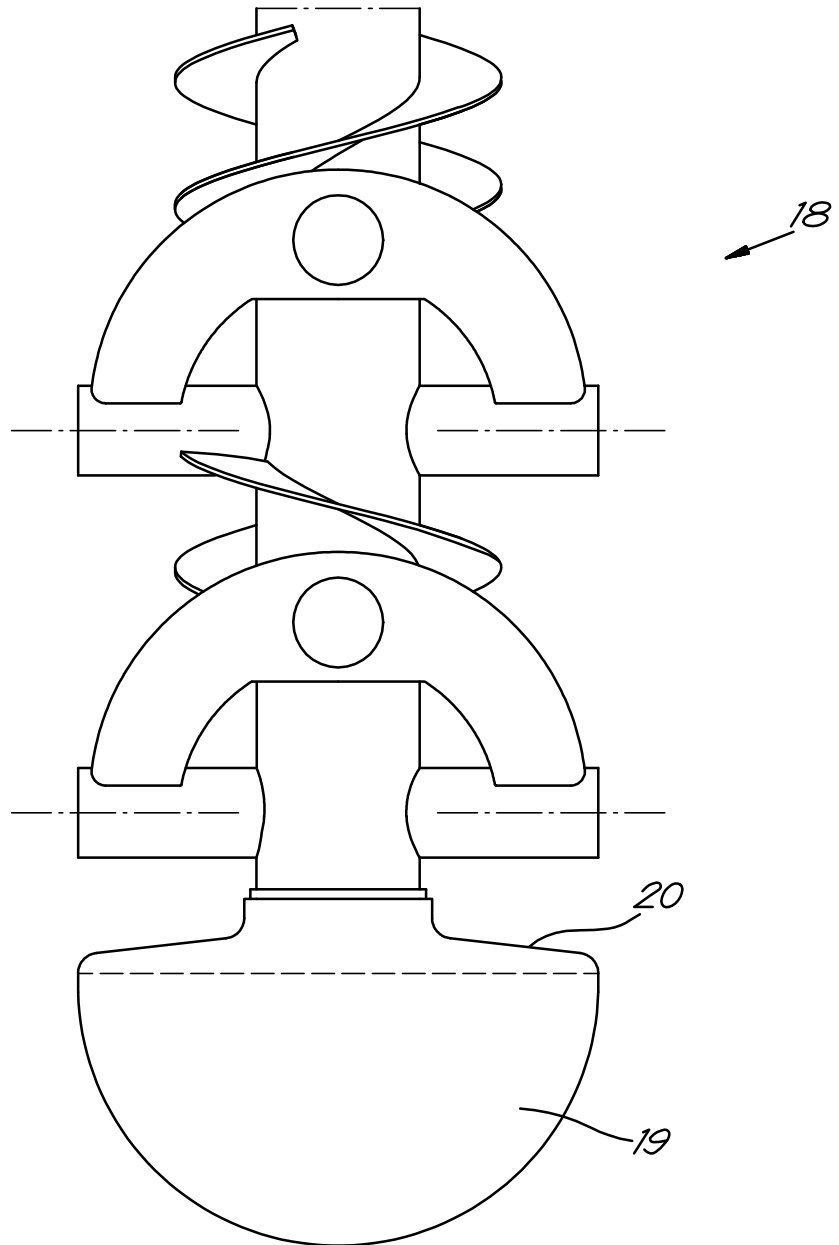


Fig. 15