

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 612**

51 Int. Cl.:

B02C 17/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.02.2015 PCT/EP2015/052463**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2015 WO15118090**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2015 E 15702511 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 3102332**

54 Título: **Molino de bolas con agitador**

30 Prioridad:

07.02.2014 EP 14154350

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

28.05.2018

73 Titular/es:

**WILLY A. BACHOFEN AG (100.0%)
Junkermattstrasse 11
4132 Muttenz, CH**

72 Inventor/es:

**SIMONS, BENEDIKT y
MARTIN, GUILLAUME**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 669 612 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

Molino de bolas con agitador

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un molino de bolas con agitador según la reivindicación independiente.

[0002] Un molino de bolas con agitador del tipo genérico se describe p. ej. en el documento WO 2010/112274. El molino de bolas con agitador allí descrito comprende una cámara de molienda esencialmente
10 cilíndrica, que está delimitada por una envolvente y cada vez una pared frontal en el lado de entrada y de salida, así como un árbol agitador montado de forma giratoria, sobre el que los órganos agitadores de tipo pala, también designados como aceleradores, están dispuestos espaciados axialmente de forma recíproca dentro de la cámara de molienda. Cerca de la pared frontal en el lado de entrada está dispuesta una entrada para el suministro de producto a moler y cuerpos de molienda y en la pared frontal en el lado de salida está prevista una salida para la retirada del
15 producto molido, que se separa de la cámara de molienda a través de un tamiz separador que retiene los cuerpos de molienda. Durante el funcionamiento el árbol agitador y por consiguiente los órganos agitadores conectados de forma solidaria con él se ponen en rotación mediante un motor externo. P. ej. en los documentos EP 0 627 262 y EP 2 272 591 se describen molinos de bolas con agitador construidos de forma similar.

20 **[0003]** Durante el proceso de molienda y/o dispersión, estos molinos de bolas con agitador provistos de órganos agitadores de tipo rueda de paletas impulsan radialmente hacia fuera una parte de la mezcla formada por cuerpos de molienda y el producto a moler y/o a dispersar, con lo cual al menos una parte de la mezcla fluye o se aspira en la dirección del árbol agitador y desde allí de vuelta a las cámaras de transporte de los órganos agitadores. Este proceso se denomina a continuación como circuito de cuerpos de molienda.

25 **[0004]** En los molinos de bolas con agitador conocidos de este tipo constructivo, bajo ciertas condiciones aparece el problema de que durante el proceso de molienda o dispersión sólo fluye o se aspira una parte insuficiente de la mezcla, transportada hacia fuera, formada por los cuerpos de molienda y el producto a moler y/o a dispersar, en la dirección del árbol agitador y desde allí de vuelta a los canales de transporte de los órganos agitadores. Esto
30 ocurre ante todo cuando la energía cinética de los cuerpos de molienda es tan grande que sus fuerzas de inercia son mayores que las fuerzas de arrastre del producto a moler y/o a dispersar. En este caso tiene lugar una separación entre los cuerpos de molienda y el producto a moler y/o a dispersar, es decir, el producto a moler y/o a dispersar se arrastra por el circuito de cuerpos de molienda pretendido, mientras que la parte predominante de los cuerpos de molienda se compacta hacia la periferia de la cámara de molienda. Esto puede conducir, por un lado, a
35 que el producto que fluye posteriormente a la cámara de molienda se acumule en los cuerpos de molienda compactados y de este modo se aumenta en primer lugar la presión en la cámara de molienda hasta que la capa de cuerpos de molienda se rompa localmente bajo la influencia de las fuerzas de compresión y la presión se reduzca entonces de nuevo de forma espontánea. Esto puede conducir a vibraciones del molino de bolas con agitador. Otra consecuencia de la acumulación de los cuerpos de molienda en la periferia de la cámara de molienda puede ser un
40 resultado de molienda por debajo del óptimo.

[0005] Mediante la presente invención se debe mejorar un molino de bolas con agitador del tipo genérico, de modo que los cuerpos de molienda no se puedan amontonar o como máximo sólo en una medida fuertemente reducida en la periferia de la cámara de molienda, sino que se arrastren lo más completamente posible por el
45 producto a moler y/o a dispersar y así se le suministran al circuito de cuerpos de molienda.

[0006] El objetivo que sirve de base a la invención se consigue según la invención mediante un molino de bolas con agitador, según está especificado mediante las características de la reivindicación independiente. Otros aspectos ventajosos se deducen de las características de las reivindicaciones dependientes.

50 **[0007]** El molino de bolas con agitador según la invención comprende una cámara de molienda, un árbol agitador montado de forma giratoria, que penetra al menos parcialmente en la cámara de molienda y sobre el que dentro de la cámara de molienda están dispuestos órganos agitadores axialmente a una distancia entre sí, y una entrada para el suministro del producto a moler y cuerpos de molienda, así como una salida para la retirada del
55 producto molido, presentando los órganos agitadores cada vez al menos una cámara de transporte y estando configurados de modo que durante el funcionamiento transportan una mezcla compuesta de producto a moler o a dispersar y cuerpos de molienda a través de su al menos una cámara de transporte hacia afuera alejándose del árbol agitador, y estando dispuestos en la cámara de molienda órganos de transporte de retorno conectados de forma solidaria con el árbol agitador, que durante el funcionamiento transportan la mezcla lateralmente junto a y/o

entre los órganos agitadores hacia dentro hacia el árbol agitador.

- [0008]** El término “a través de” la cámara de transporte significa en este contexto que el producto a moler o a dispersar se transporta alejándose del árbol agitador hacia dentro de la cámara de transporte, en la cámara de transporte hacia fuera, y luego fuera de nuevo de la cámara de transporte. Los órganos de transporte de retorno generan un campo de flujo dirigido hacia dentro hacia el árbol agitador, lo que aumenta la fuerza de arrastre del producto a moler y/o a dispersar. Los cuerpos de molienda que entran en contacto con estos órganos de transporte de retorno reciben un impulso dirigido igualmente hacia dentro hacia el árbol agitador. Ambas cosas favorecen el mantenimiento del circuito de cuerpos de molienda deseado.
- [0009]** Según un aspecto del molino de bolas con agitador según la invención, los órganos de transporte de retorno están dispuestos en los órganos agitadores. “Lateralmente” significa que los órganos de transporte de retorno están dispuestos en aquellos lados de los órganos agitadores que señalan en la dirección del eje de giro del árbol agitador (el eje de giro del árbol agitador está así perpendicularmente en estos lados), por ejemplo, los órganos de transporte de retorno sobresalen de las superficies frontales laterales de los órganos agitadores. Según otro aspecto del molino de bolas con agitador según la invención, los órganos de transporte de retorno están dispuestos a una distancia lateralmente junto a y/o entre los órganos agitadores. Ambos aspectos son especialmente favorables en sentido constructivo.
- [0010]** Según otro aspecto del molino de bolas con agitador según la invención, los órganos de transporte de retorno están dispuestos lateralmente en al menos un soporte separado, conectado de forma solidaria en rotación con el árbol agitador (preferentemente en forma de disco). De este modo los órganos agitadores y los órganos de transporte de retorno se pueden optimizar y fabricar de forma independiente entre sí.
- [0011]** Según otro aspecto del molino de bolas con agitador según la invención, los órganos de transporte de retorno están configurados como paletas de transporte de retorno.
- [0012]** A este respecto, los órganos agitadores pueden estar configurados según otro aspecto como ruedas de paletas y presentar paletas directrices que están colocadas oblicuamente hacia dentro desde fuera en la dirección de giro de los órganos agitadores y preferentemente están configuradas de forma curvada en la dirección de giro de los órganos agitadores, estando colocadas las paletas de transporte de retorno oblicuamente hacia dentro en sentido contrario a la dirección de giro de los órganos agitadores.
- [0013]** Según otro aspecto del molino de bolas con agitador según la invención, las paletas de transporte de retorno están dispuestas en al menos una unidad de transporte de retorno conectada de forma solidaria en rotación con el árbol agitador, configurado como rueda de paletas.
- [0014]** Según otro aspecto del molino de bolas con agitador según la invención, las paletas de transporte de retorno están configuradas de forma curvada en la dirección de giro.
- [0015]** A este respecto, el radio de curvatura de las paletas de transporte de retorno puede ser, por ejemplo, del 40 %-70 % del diámetro exterior de los órganos agitadores.
- [0016]** Según otro aspecto del molino de bolas con agitador según la invención, las paletas de transporte de retorno presentan respectivamente un extremo interior y un extremo exterior, formando las paletas de transporte de retorno en su extremo interior un ángulo con la dirección circunferencial en el lugar del extremo interior correspondiente que se sitúa en el rango de 5° a 30°.
- [0017]** Según otro aspecto del molino de bolas con agitador según la invención, los órganos agitadores dispuestos sobre el árbol agitador estén configurados como órganos agitadores de una cámara y/o como órganos agitadores de dos cámaras y presenten respectivamente un diámetro exterior de igual tamaño, situándose la distancia entre un órgano agitador de una cámara y un órgano agitador de una cámara dispuesto de forma adyacente o entre un órgano agitador de una cámara y un órgano agitador de dos cámaras dispuesto de forma adyacente en el rango del 10 %-20 % del diámetro exterior de los órganos agitadores, y situándose la distancia entre un órgano agitador de dos cámaras y un órgano agitador de dos cámaras dispuesto de forma adyacente en el rango del 30 %-40 % del diámetro exterior. De este modo se optimiza aun más el circuito de cuerpos de molienda.
- [0018]** Otros aspectos ventajosos se deducen de la descripción siguiente de ejemplos de realización del molino de bolas con agitador según la invención con la ayuda del dibujo. Muestran:

Fig. 1 una sección axial a través del primer ejemplo de realización del molino de bolas con agitador según la invención;

5 Fig. 2-4 cada una, una vista oblicua en perspectiva de tres aceleradores;

Fig. 5 una vista oblicua en perspectiva de un acelerador usado en el molino de bolas con agitador de la fig. 1;

10 Fig. 6 un esquema para la clarificación del posicionamiento recíproco de diversos elementos del molino de bolas con agitador;

Fig. 7 una vista axial a través de un segundo ejemplo de realización del molino de bolas con agitador según la invención;

15 Fig. 8 una vista oblicua en perspectiva de un disco de transporte del molino de bolas con agitador de la fig. 7;

Fig. 9 una sección axial a través de un tercer ejemplo de realización del molino de bolas con agitador según la invención;

20 Fig. 10 una vista oblicua en perspectiva de los elementos dispuestos sobre el árbol agitador del molino de bolas con agitador de la fig. 9 y

Fig. 11-13 cada una, una sección axial a través de otros tres ejemplos de realización de un molino de bolas con agitador.

25

[0019] Para la siguiente descripción es válida la siguiente constatación: si en una figura se indican referencias con la finalidad de claridad gráfica, pero en la parte de la descripción directamente correspondiente no se mencionan, entonces se remite a su explicación en las partes de la descripción anteriores o siguientes. A la inversa para evitar la sobrecarga gráfica para la comprensión directa, las referencias menos relevantes no se marcan en todas las figuras. Para ello se remite a las respectivas figuras restantes. Además, los términos de aguas arriba y aguas abajo se deben entender en referencia a la dirección general de producto a moler a través del molino de bolas con agitador, es decir, de la entrada del producto a moler hacia la salida del producto a moler. Como "órganos agitadores" se describen a continuación los "aceleradores", de modo que los términos se usan de forma sinónima, sin embargo, no estando limitados los órganos agitadores básicamente a los aceleradores descritos.

35

[0020] Según se muestra en la vista en sección de la fig. 1, el molino de bolas con agitador según la invención comprende una cámara de molienda 1 esencialmente cilíndrica, que está delimitada por una envolvente 2 y cada vez una pared frontal en el lado de entrada y de salida 3 o 4. A través de la pared frontal en el lado de entrada 3 se hace pasar un árbol agitador 5 montado externamente o de forma giratoria en la pared frontal, sobre el que dentro de la cámara de molienda 1 están dispuestos espaciados axialmente unos de otros tres órganos agitadores o aceleradores 10, 20 y 30 de tipo rueda de paletas. Los aceleradores 10, 20 y 30 están conectados de forma solidaria en rotación con el árbol agitador y se accionan por éste de forma giratoria durante el funcionamiento. Cera de la pared frontal en el lado de entrada 3 está dispuesta una entrada 6 para el suministro de producto a moler y cuerpos de molienda y en la pared frontal en el lado de salida 4 está prevista una salida 7 para la retirada del producto molido, pudiéndose separar la salida 7 de la cámara de molienda 1 a través de un tamiz separador 8 que retiene los cuerpos de molienda. En la pared frontal en el lado de salida 4 está configurado un canal anular 9 abierto hacia el interior de la cámara de molienda 1. Durante el funcionamiento se ponen en rotación el árbol agitador y por consiguiente los órganos agitadores o aceleradores conectados de forma solidaria con él mediante un motor externo no representado.

50

[0021] La estructura básica de los tres aceleradores 10, 20 y 30 se puede reconocer mejor de las vistas oblicuas en perspectivas cortadas parcialmente de las figuras 2-4. A este respecto, los elementos esenciales para la invención todavía no están representados, ocupándose de éstos primeramente más abajo.

55 **[0022]** El acelerador 10 designado a continuación como acelerador de una cámara comprende dos discos anulares paralelos 11 y 12, entre los que están dispuestas las paletas directrices curvadas 14, que se extienden oblicuamente hacia dentro desde la circunferencia exterior de los discos en la dirección de giro P. El disco 12 está provisto cerca del árbol agitador de una serie de aberturas 15, a través de las que puede entrar la mezcla de producto a moler y cuerpos de molienda en el acelerador 10. Las aberturas 15 también se pueden guiar bajo un

ángulo de 40 °-50 ° respecto al eje del árbol agitador o estar configuradas de forma ranurada. El disco 11 presenta una abertura central 16 proporcionalmente grande en el diámetro (fig. 1), que sirve con la misma finalidad (entrada de la mezcla en el acelerador). Los dos discos anulares 11 y 12 definen entre sí una cámara de transporte y forman junto con las paletas directrices 14 una rueda de paletas de una cámara, que durante el giro del árbol agitador 5 (fig. 1) y por consiguiente del acelerador 10 en la dirección de giro P transportan la mezcla situada en la cámara de transporte a partir del producto a moler y cuerpos de molienda hacia fuera en la dirección hacia la periferia (envolvente 2) de la cámara de molienda 1.

[0023] El acelerador 20 se diferencia del acelerador 10 por una configuración como acelerador de dos cámaras. Comprende tres discos anulares paralelos 21, 22 y 23, entre los que están dispuestas respectivamente las paletas directrices curvadas 24, que se extienden oblicuamente hacia dentro desde la circunferencia exterior de los discos en la dirección de giro P. El disco central 23 forma el elemento portante y está dispuesto de forma solidaria en rotación sobre el árbol agitador 5. El disco central 23 está provisto además cerca del árbol agitador de una serie de aberturas 25, a través de la que puede pasar la mezcla de producto a moler y cuerpos de molienda. Las aberturas 25 también pueden estar guiadas bajo un ángulo de 40 °-50 ° respecto al eje del árbol agitador o estar configuradas de forma ranurada. Los dos discos exteriores 21 y 22 presentan cada vez una abertura central 26 proporcionalmente grande en el diámetro, a través de la que puede entrar la mezcla de producto a moler y cuerpos de molienda en el acelerador 20. Los tres discos anulares 21, 22, 23 definen entre sí dos cámaras de transporte y forman junto con las paletas directrices 24 una rueda de paletas de dos cámaras, que durante el giro del árbol agitador 5 (fig. 1) y por consiguiente del acelerador de dos cámaras 20 en la dirección de giro P transporta la mezcla situada en las cámaras de transporte a partir de producto a moler y cuerpos de molienda hacia fuera en la dirección hacia la periferia (envolvente 2) de la cámara de molienda 1.

[0024] El acelerador 30 designado a continuación como acelerador final de dos cámaras está configurado en principio igual que el acelerador de dos cámaras 20. Comprende dos discos exteriores anulares 31 y 32 y un disco central 33, entre los que están dispuestas respectivamente las paletas directrices 34, que se extienden oblicuamente hacia dentro desde la circunferencia exterior de los discos en la dirección de giro P. El acelerador final de dos cámaras 30 está fijado en el extremo libre del árbol agitador 5, estando atornillado su disco central 33 en el extremo del árbol agitador. Alternativamente el disco central 33 también puede estar configurado de forma similar al disco 23 del acelerador 20 y estar fijado sobre el árbol agitador. El disco central 33 está provisto cerca del árbol agitador de una serie de aberturas 35 y los dos discos exteriores 31 y 32 presentan cada vez una abertura central 36 proporcionalmente grande en el diámetro. Las aberturas 35 también se pueden guiar bajo un ángulo de 40°-50° respecto al eje del árbol agitador o estar configuradas de forma ranurada. Los tres discos 31, 32, 33 definen entre sí dos cámaras de transporte y forma junto con las paletas directrices 34 de nuevo una rueda de paletas de dos cámaras, sin embargo, siendo más anchas las paletas directrices entre el disco central 33 y el disco exterior 33 dirigido hacia la salida 7 en la dirección axial que las paletas directrices entre el disco central 33 y el otro disco exterior 31. El acelerador final de dos cámaras 30 envuelve con sus palas directrices más anchas el tamiz separador 8 (fig. 1).

[0025] En la fig. 1 y también en las figuras 7 y 11-13 están marcadas algunas medidas típicas de la cámara de molienda 1 y de los aceleradores 10, 20 y 30. El diámetro interior de la cámara de molienda 1 o de sus envolvente 2 está designado con D. Con d_a se designa el diámetro exterior de los aceleradores 10, 20 y 30 (normalmente igual para todos los aceleradores). Típicamente es del 75 %-90 % del diámetro de la cámara de molienda D. La medida d_i designa el diámetro (normalmente igual para todos los aceleradores) de las aberturas centrales 16, 26 y 36 de los aceleradores 10, 20 y 30. Típicamente es del 70 %-80 % del diámetro exterior d_a . Con c_1 , c_2 y c_3 se designan las anchuras totales medidas en la dirección axial de los aceleradores 10, 20 y 30. La medida k designa las anchuras de las cámaras de transporte de los aceleradores 10, 20 y 30, definidas por la distancia interior de los discos adyacentes 11, 12 o 21, 23 y 23, 22 o 31, 33 de los aceleradores 10, 20 y 30. Típicamente son del 5 %-15 % del diámetro exterior d_a . Con a se designa la distancia axial entre el acelerador siguiente a la pared frontal en el lado de entrada 3 y la pared frontal. Típicamente es del 10 %-15 % del diámetro exterior d_a . Las medidas b_1 y b_2 designan las distancias axiales entre respectivamente aceleradores adyacentes. Más abajo todavía se consideran más en detalle las distancias b_1 y b_2 entre los aceleradores 10, 20 y 30.

[0026] Durante el funcionamiento del molino de bolas con agitador, la mezcla compuesta del producto a moler o a dispersar entra en los aceleradores u órganos agitadores 10, 20 y 30 a través de las aberturas 16 o 26 o 36 cerca del árbol agitador y se transporta a través de su cámara de transporte o sus cámaras de transporte fuera de los aceleradores u órganos agitadores hacia fuera en la zona periférica o cerca de la envolvente de la cámara de molienda 1. Desde allí una parte de la mezcla fluye en el circuito de cuerpos de molienda ya mencionado lateralmente junto a y entre los aceleradores de nuevo a la zona cerca del árbol agitador y desde allí se aspira de

nuevo en los aceleradores. El producto molido o dispersado se evacúa a través de la salida 7 de la cámara de molienda. Las aberturas 15 o 25 o 35 sirven para compensar un gradiente axial del cuerpo de molienda. Durante el funcionamiento se arrastran a saber parcialmente los cuerpos de molienda aguas abajo (en la dirección de la entrada hacia la salida) desde una primera cámara de transporte hacia la siguiente. Las aberturas 15 o 25 y 25 poseen gracias a su pendiente la propiedad de transportar los cuerpos de molienda aguas arriba y compensar de esta manera el gradiente de cuerpos de molienda.

[0027] En este sentido el molino de bolas con agitador según la invención se corresponde en la estructura y modo de funcionamiento con el estado de la técnica, según está representado por ejemplo por los documentos ya expuestos al inicio WO 2010/112274 A1, EP 0 627 262 B1 o EP 2 272 591 B1. El especialista por ello no requiere una explicación más detallada.

[0028] Para tratar el problema que sirve de base a la invención de la compactación de cuerpos de molienda en la zona cerca de la envolvente de la cámara de molienda, según una primera idea de la invención en la cámara de molienda 1 están dispuestos órganos de transporte de retorno especiales, que se ocupan de que dicha mezcla se transporte de vuelta con a ser posible todos los cuerpos de molienda contenidos de la zona cerca de la envolvente a la zona cerca del árbol agitador de la cámara de molienda.

[0029] En el ejemplo de realización del molino de bolas con agitador según la fig. 1, estos órganos de transporte de retorno están dispuestos lateralmente en cada vez uno o ambos de los discos exteriores 11 o 21 y 22 o 31 de los aceleradores 10, 20 y 30 (sobresalen de las superficies frontales laterales correspondientes de los discos exteriores 11 o 21 en la dirección del eje de giro del árbol agitador) y están designados allí con 17, 27 y 37. La representación en detalle de la fig. 5, que muestra el acelerador 20 de la fig. 1 de forma aislada en la vista oblicua en perspectiva, se puede reconocer claramente la forma y disposición de los órganos de transporte de retorno 27.

[0030] En cada uno de los dos discos anulares exteriores 21 y 22 del acelerador 20 están dispuestos cada vez cuatro órganos de transporte de retorno curvados en la dirección de giro P del acelerador 20 en forma de paletas de transporte de retorno 27. Las paletas de transporte de retorno 27 están configuradas en principio de forma similar a las paletas directrices 24 del acelerador 20, no obstante, están colocadas opuestas en referencia a la dirección de giro, de modo que durante el giro del acelerador 20 en la dirección de giro P se desarrolla un efecto de transporte en la dirección inversa, es decir, desde fuera hacia dentro en la dirección hacia el árbol agitador. El número de paletas de transporte de retorno 27 por lado del acelerador también puede ser menor o mayor de cuatro y ser, por ejemplo, de hasta veinte.

[0031] En los aceleradores 10 y 30 los órganos de transporte de retorno están configurados igualmente como paletas de transporte de retorno 17 o 37 y están dispuestas igual que en el acelerador 20, sin embargo, aquí en el ejemplo respectivamente sólo en un lado del acelerador 10 o 30. El número de las paletas de transporte de retorno puede ser igualmente menor o mayor que cuatro y por ejemplo ser igualmente de hasta veinte.

[0032] La altura h medida en la dirección axial de las paletas de transporte de retorno 17, 27 y 37 es aproximadamente del 5 %-15 % del diámetro exterior d_a de los aceleradores 10, 20 y 30 (fig. 1). El radio de curvatura r_s de las paletas de transporte de retorno 17, 27 y 37 es preferentemente aproximadamente del 40 %-70 % del diámetro exterior d_a (fig. 1) de los aceleradores 10, 20 y 30 (fig. 6). El ángulo de ataque α formado entre la dirección circunferencial t_u en el lugar del extremo interior 27_i de las paletas de transporte de retorno 17, 27 y 37 y la tangente t_s en el extremo interior de las paletas de transporte de retorno es aproximadamente de 5° - 30° (fig. 6).

[0033] Las paletas de transporte de retorno 17, 27 y 37 generan, por un lado, un campo de flujo dirigido hacia dentro hacia el árbol agitador, lo que aumenta las fuerzas de arrastre del producto a moler y/o a dispersar. Por otro lado, los cuerpos de molienda contenidos que entran en contacto con las paletas de transporte de retorno obtienen un impulso dirigido igualmente hacia dentro hacia el árbol agitador. Ambas cosas favorecen la conservación del circuito de cuerpos de molienda deseado.

[0034] En la fig. 7 está representado un segundo ejemplo de realización del molino de bolas con agitador según la invención. Una primera diferencia respecto al ejemplo de realización de la fig. 1 consiste en que sobre el árbol agitador 5 en lugar del acelerador de una cámara 10 está dispuesto otro acelerador de dos cámaras 20 sobre el árbol agitador. Pero, al contrario del ejemplo de realización de la fig. 1, aquí los órganos de transporte de retorno no están dispuestos en los órganos agitadores o aceleradores 20 y 30, sino que están configurados como unidades de transporte de retorno separadas 40 y están dispuestos preferentemente de forma centrada entre respectivamente dos aceleradores.

- [0035]** La fig. 8 muestra la configuración de una unidad de transporte de retorno 40 en una vista oblicua en perspectiva. Se compone de un soporte 41 en forma de disco y cada vez cuatro paletas de transporte de retorno 47 dispuestas en ambos lados del soporte. El soporte 41 está dispuesto sobre el árbol agitador 5 (fig. 6) y conectado con éste de forma solidaria en rotación. Además, el soporte 41 presenta en la zona cercal del árbol agitador una serie de aberturas 45, a través de las que puede fluir la mezcla de producto a moler/cuerpos de molienda. Las aberturas 45 también se pueden guiar bajo un ángulo de 40°-50° respecto al eje del árbol agitador o estar configuradas de forma ranurada. La disposición, configuración y número de las paletas de transporte de retorno 47 son iguales a como está explicado en relación con las fig. 5 y fig. 6 y por ello no requieren una explicación adicional.
- [0036]** Evidentemente también es posible combinar parcialmente los dos ejemplos de realización descritos y prever tanto las paletas de transporte de retorno en los aceleradores como también una o varias unidades de transporte de retorno autónomas.
- [0037]** Las figuras 9 y 10 muestran un tercer ejemplo de realización del molino de bolas con agitador según la invención. En este caso, como en el ejemplo de realización de la fig. 7, en la cámara de molienda 1 sobre el árbol agitador 5 están dispuestos dos aceleradores de dos cámaras 20 y un acelerador final de dos cámaras 30, que no están configurados todos igualmente con las paletas de transporte de retorno. A diferencia de los dos primeros ejemplos de realización, en este ejemplo de realización entre dos de los tres aceleradores está dispuesta respectivamente una unidad de transporte de retorno 50 configurada como rueda de paletas de dos cámaras. Las unidades de transporte de retorno 50 están configuradas en principio iguales que los aceleradores de dos cámaras 20 de tipo de rueda de paletas. Presentan por tanto tres discos anulares 51, 52 y 53 y respectivamente entre estas paletas de transporte de retorno 57 curvadas y colocadas oblicuamente hacia dentro. No obstante, la dirección de colocación de las paletas de transporte de retorno 57 está opuesta respecto a aquella de las paletas directrices 24 y 34 en los aceleradores 20 y 30 (es decir, en sentido contrario a la dirección de giro oblicuamente hacia dentro), de modo que en la misma dirección de giro se produce un efecto de transporte dirigido en sentido opuesto. El disco central 53 está fijado de forma solidaria en rotación sobre el árbol agitador 5 y presenta en su zona cercal de árbol agitador una serie de aberturas de paso no representadas. Las aberturas también se pueden guiar bajo un ángulo de 40°-50° respecto al eje del árbol agitador o estar configuradas de forma ranurada. Los dos discos exteriores 51 y 52 presentan cada vez una abertura central 56 proporcionalmente grande en el diámetro. Los discos 51, 53 así como los discos 52, 53 delimitan respectivamente una cámara de transporte en conjunto así dos cámaras de transporte y forman junto con las paletas de transporte de retorno 57 una rueda de paletas de dos cámaras de forma análoga al acelerador de dos cámaras 20, no obstante, con dirección de transporte desde fuera hacia dentro en lugar desde dentro hacia fuera. En principio la unidad de transporte de retorno 50 también podría estar realizada mediante un acelerador de dos cámaras 20 montado desde la orientación "al revés" hacia el árbol agitador 5. Respecto a la forma, disposición y número de paletas de transporte de retorno 57 son válidas las mismas consideraciones que están configuradas en relación con los dos primeros ejemplos de realización.
- [0038]** Las unidades de transporte de retorno 50 pueden estar dispuestas entre los aceleradores individuales a distancia axial de los aceleradores o preferentemente sin huecos entre los aceleradores, produciéndose entonces una forma constructiva especialmente compacta. Evidentemente en principio también es posible configurar una unidad de transporte de retorno de una cámara de tipo rueda de paletas de forma análoga al acelerador 10.
- [0039]** En las figuras 11-13 están representados otros tres ejemplos de realización de un molino con agitador cada vez en una sección axial. Cada uno de los tres ejemplos de realización comprende una cámara de molienda 1 esencialmente cilíndrica, que está delimitada por una envolvente 2 y cada vez una pared frontal en el lado de entrada y de salida 3 o 4. A través de la pared frontal en el lado de entrada 3 se hace pasar un árbol agitador 5 montado externamente o de forma giratoria en la pared frontal, sobre el que dentro de la cámara de molienda 1 están dispuestos a distancia recíproca los órganos agitadores o aceleradores de tipo rueda de paletas. Los aceleradores están conectados de forma solidaria en rotación con el árbol agitador y se accionan de forma giratoria por éste durante el funcionamiento. Cerca de la pared frontal en el lado de entrada 3 está dispuesta una entrada 6 para el suministro del producto a moler y cuerpos de molienda y en la pared frontal en el lado de salida 4 está prevista una salida 7 para la retirada del producto molido, que está separado de la cámara de molienda 1 por un tamiz separador 8 que retiene los cuerpos de molienda. En la pared frontal en el lado de salida 4 está configurado un canal anular 9 abierto hacia al interior de la cámara de molienda 1.
- [0040]** El molino de bolas con agitador de la fig. 11 se corresponde en principio con aquel de la fig. 7 y comprende dos aceleradores de dos cámaras 20 y un acelerador final de dos cámaras 30. El molino de bolas con agitador de la fig. 12 comprende tres aceleradores de una cámara 10 y un acelerador final de dos cámaras 30. El

molino de bolas con agitador de la fig. 13 se corresponde en principio con aquel de la fig. 1 y comprende un acelerador de una cámara 10, un acelerador de dos cámaras 20 y un acelerador final de dos cámaras 30. Los aceleradores 10, 20 y 30 están configurados según se describen en relación con las figuras 2-4 y por ello no requieren una explicación adicional.

5

[0041] A diferencia de los ejemplos de realización de las figuras 1, 7 y 9, en los tres ejemplos de realización de las figuras 11-13 del molino de bolas con agitador no están presentes los órganos de transporte de retorno. El problema de la compactación de cuerpos de molienda en la zona cerca de la envolvente de la cámara de molienda se resuelve en estos ejemplos de realización porque se crean las condiciones constructivas bajo las que los cuerpos de molienda se arrastran por el producto a moler y/o a dispersar y así se le suministran al circuito de cuerpos de molienda. Estas condiciones se satisfacen cuando el volumen libre definido por la anchura de la cámara de transporte k dentro de los aceleradores presenta una relación determinada con el volumen definido por la distancia b1 o b2 entre respectivamente dos aceleradores adyacentes. A este respecto, la relación está seleccionada de modo que el trayecto que recorren los cuerpos de molienda es tan largo que sobre su camino pueden entregar suficiente energía cinética, de modo que las fuerzas de inercia resultantes son menores que las fuerzas de arrastre del producto a moler y/o a dispersar. Por otro lado, este "trayecto de relajación" se selecciona suficientemente corto, de modo que la energía cinética mantiene un nivel suficientemente elevado para conservar la sollicitación mecánica intensiva deseada del producto a moler y/o a dispersar.

10

[0042] La relación requerida entre el volumen libre definido por la anchura del canal k dentro de un acelerador respecto al volumen definido por la distancia entre dos aceleradores adyacentes está realizado según el ejemplo de realización mediante un dimensionado especial de las distancias b1 o b2 entre los aceleradores. En el ejemplo de realización de la fig. 11, las distancias b2 entre los dos aceleradores de dos cámaras 20 o entre el acelerador de dos cámaras central 20 y el acelerador final de dos cámaras 30 se sitúa en el rango del 30 %-40 % del diámetro exterior d_a de los aceleradores 20 y 30.

20

[0043] En el ejemplo de realización de la fig. 12, las distancias b1 entre respectivamente dos de los aceleradores de una cámara 10 y la distancia b1 entre el tercer acelerador de una cámara 10 y el acelerador final de dos cámaras 30 está en el rango del 10 %-20 % del diámetro exterior d_2 de los aceleradores 10 y 30.

30

[0044] En el ejemplo de realización de la fig. 13, la distancia b1 entre el acelerador de una cámara 10 y el acelerador de dos cámaras 20 adyacente está en el rango del 10 %-20 % del diámetro exterior d_a de los aceleradores 10, 20 y 30 y la distancia b2 entre el acelerador de dos cámaras 20 y el acelerador final de dos cámaras 30 está en el rango del 30 %-40 % del diámetro exterior d_a de los aceleradores 10, 20 y 30.

35

[0045] En general la relación requerida para el establecimiento de las condiciones mencionadas arriba entre el volumen libre definido por la anchura de la cámara de transporte k dentro de un acelerador respecto al volumen definido por las distancias b1 y b2 entre cada vez dos aceleradores adyacentes se consigue mediante la especificación de dimensionado siguiente:

40

1. La distancia b1 entre un acelerador de una cámara 10 y un acelerador de una cámara 10 adyacente o entre un acelerador de una cámara 10 y un acelerador de dos cámaras 20 o 30 adyacente está en el rango del 10 %-20 % del diámetro exterior d_a de los aceleradores.

45

2. La distancia b2 entre dos aceleradores de dos cámaras 20 o 30 adyacentes se sitúa en el rango del 30 %-40 % del diámetro exterior d_a de los aceleradores.

[0046] El dimensionado descrito de las distancias de las distancias entre los aceleradores 10, 20 y 30 también se puede aplicar ventajosamente en los ejemplos de realización equipados según las figuras 1 y 7. Para la clarificación de esta posibilidad de combinación, las distancias b1 y b2 están marcadas igualmente en estas figuras. El aumento optimizado de las distancias entre los aceleradores según la especificación de dimensionado anterior conduce en combinación con el uso de órganos de transporte de retorno a una mejora adicional del circuito de cuerpos de molienda.

50

[0047] La invención se ha explicado anteriormente mediante ejemplos de realización, no obstante, no debe estar limitada a estos ejemplos de realización. Mejor dicho, para el especialista son concebibles numerosas modificaciones, sin desviarse a este respeto de la enseñanza de la invención. Así, por ejemplo, en la cámara de molienda también pueden estar previstos más de tres órganos agitadores con o entre estos órganos de transporte de retorno dispuestos. El área de protección se define por ello mediante las reivindicaciones siguientes.

55

60

REIVINDICACIONES

1. Molino de bolas con agitador con una cámara de molienda (1), un árbol agitador (5) montado de forma giratoria, que penetra al menos parcialmente en la cámara de molienda (1) y sobre el que dentro de la cámara de molienda (1) están dispuestos órganos agitadores (10, 20, 30) axialmente a una distancia entre sí, y con una entrada (6) para el suministro del producto a moler y cuerpos de molienda, así como una salida (7) para la retirada del producto molido, en el que los órganos agitadores (10, 20, 30) presentan cada vez al menos una cámara de transporte y están configurados de modo que durante el funcionamiento transportan una mezcla compuesta de producto a moler o a dispersar y cuerpos de molienda a través de su al menos una cámara de transporte hacia afuera alejándose del árbol agitador, **caracterizado porque** en la cámara de molienda (1) están dispuestos órganos de transporte de retorno (17, 27, 37; 47; 57) conectados de forma fija con el árbol agitador (5), que durante el funcionamiento transportan la mezcla lateralmente junto a y/o entre los órganos agitadores (10, 20, 30) hacia dentro hacia el árbol agitador (5).
- 15 2. Molino de bolas con agitador según la reivindicación 1, en el que los órganos de transporte de retorno (17, 27, 37) están dispuestos lateralmente en los órganos agitadores (10, 20, 30).
3. Molino de bolas con agitador según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los órganos de transporte de retorno (47) están dispuestos a distancia lateralmente junto a y/o entre los órganos agitadores (10, 20, 30).
- 20 30).
4. Molino de bolas con agitador según la reivindicación 3, en el que los órganos de transporte de retorno (47) están dispuestos lateralmente en al menos un soporte (41) separado conectado de forma solidaria en rotación con el árbol agitador (5).
- 25
5. Molino de bolas con agitador según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los órganos de transporte de retorno están configurados como paletas de transporte de retorno (17, 27, 37; 47; 57).
6. Molino de bolas con agitador según la reivindicación 5, en el que los órganos agitadores (10, 20, 30) están configurados como ruedas de paletas y presentan paletas directrices (14, 24, 34), que están colocadas oblicuamente hacia dentro desde fuera en la dirección de giro de los órganos agitadores y preferentemente están configuradas de forma curvada en la dirección de los órganos agitadores, y en el que las paletas de transporte de retorno (17, 27, 37; 47; 57) están colocadas oblicuamente hacia dentro desde fuera en sentido contrario a la dirección de giro de los órganos agitadores.
- 30 35
7. Molino de bolas con agitador según la reivindicación 5 o 6, en el que las palas de transporte de retorno (57) están dispuestas en al menos una unidad de transporte de retorno (50) conectada con de forma solidaria en rotación con el árbol agitador (5), configurada como rueda de paletas.
- 40 8. Molino de bolas con agitador según una de las reivindicaciones 5 a 7, en el que las paletas de transporte de retorno (17, 27, 37; 47; 57) están configuradas de forma curvada en la dirección de giro.
9. Molino de bolas con agitador según la reivindicación 8, en el que los órganos agitadores (10, 20, 30) presentan un diámetro exterior (d_a) y el radio de curvatura de las palas de transporte de retorno (17, 27, 37; 47; 57) es del 40 %-70 % del diámetro exterior (d_a) de los órganos agitadores (10, 20, 30).
- 45
10. Molino de bolas con agitador según una de las reivindicaciones 5 a 9, en el que las palas de transporte de retorno (17, 27, 37; 47; 57) presentan respectivamente un extremo interior y un extremo exterior, en el que las paletas de transporte de retorno forman en su extremo interior (27i) correspondiente un ángulo (α) con la dirección circunferencial (t_u) en el lugar del extremo interior (27i) que se sitúa en el rango de 5°-30°.
- 50
11. Molino de bolas con agitador según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los órganos agitadores dispuestos sobre el árbol agitador (5) están configurados como órganos agitadores de una cámara (10) y/o como órganos agitadores de dos cámaras (20, 30) y presentan respectivamente un diámetro exterior (d_a) de igual tamaño, en el que la distancia (b1) entre un órgano agitador de una cámara (10) y un órgano agitador de una cámara dispuesto de forma adyacente o entre un órgano agitador de una cámara y un órgano agitador de dos cámaras (10, 20, 30) dispuesto de forma adyacente se sitúa en el rango del 10 %-20 % del diámetro exterior (d_a) de los órganos agitadores, y en el que la distancia (b2) entre un órgano agitador de dos cámaras (20, 30) y un órgano agitador de dos cámaras (20, 30) dispuesto de forma adyacente se sitúa en el rango del 30 %-40 % del diámetro exterior (d_a).
- 55 60

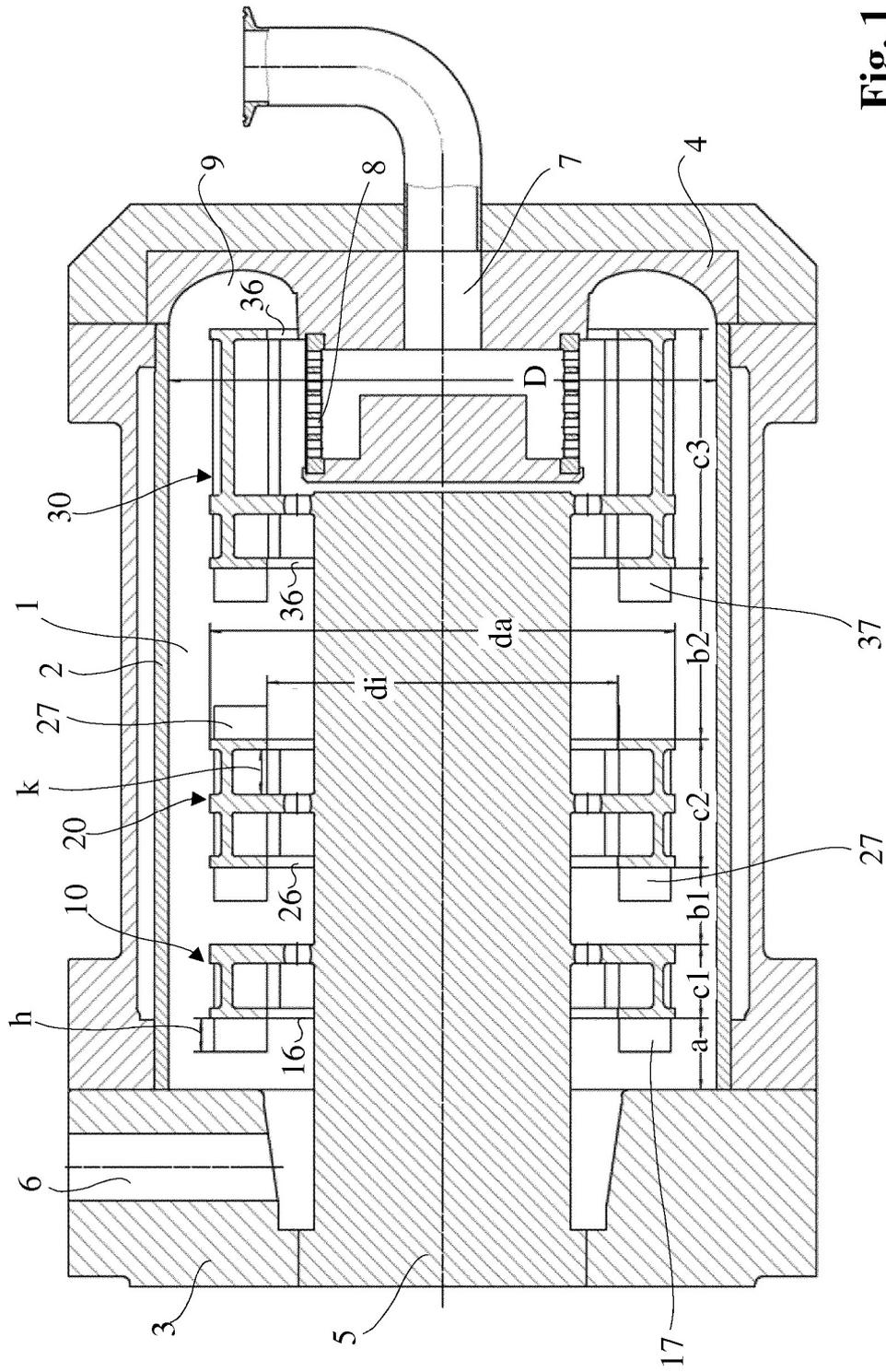


Fig. 1

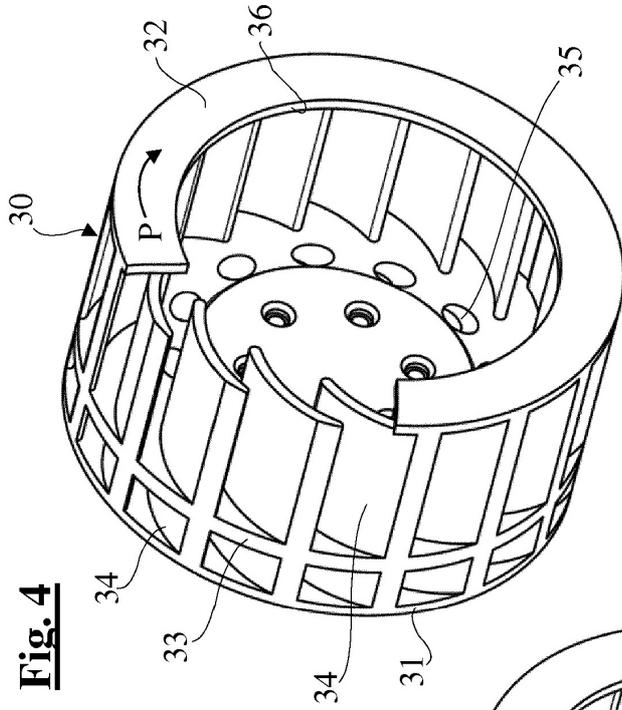


Fig. 4

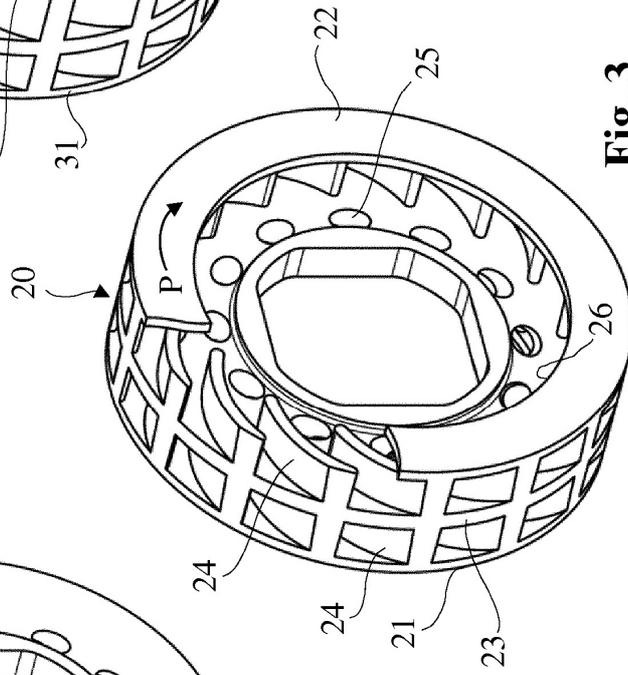


Fig. 3

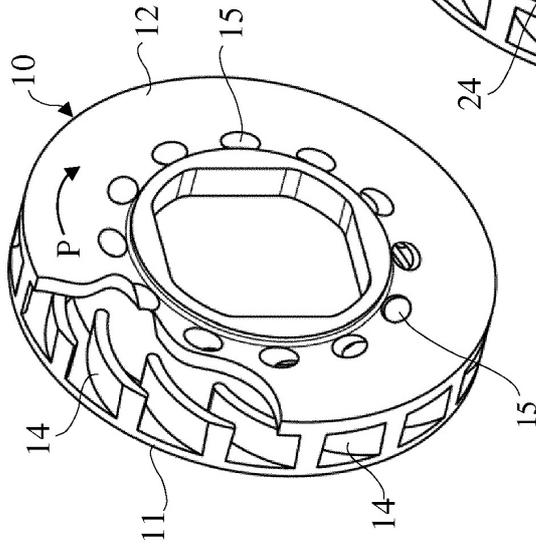


Fig. 2

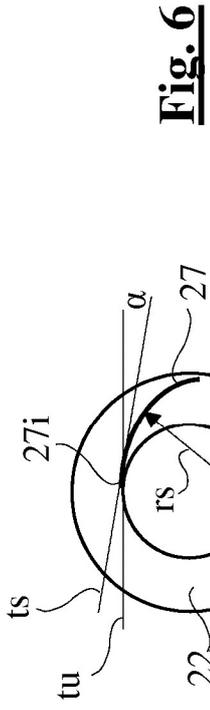


Fig. 6

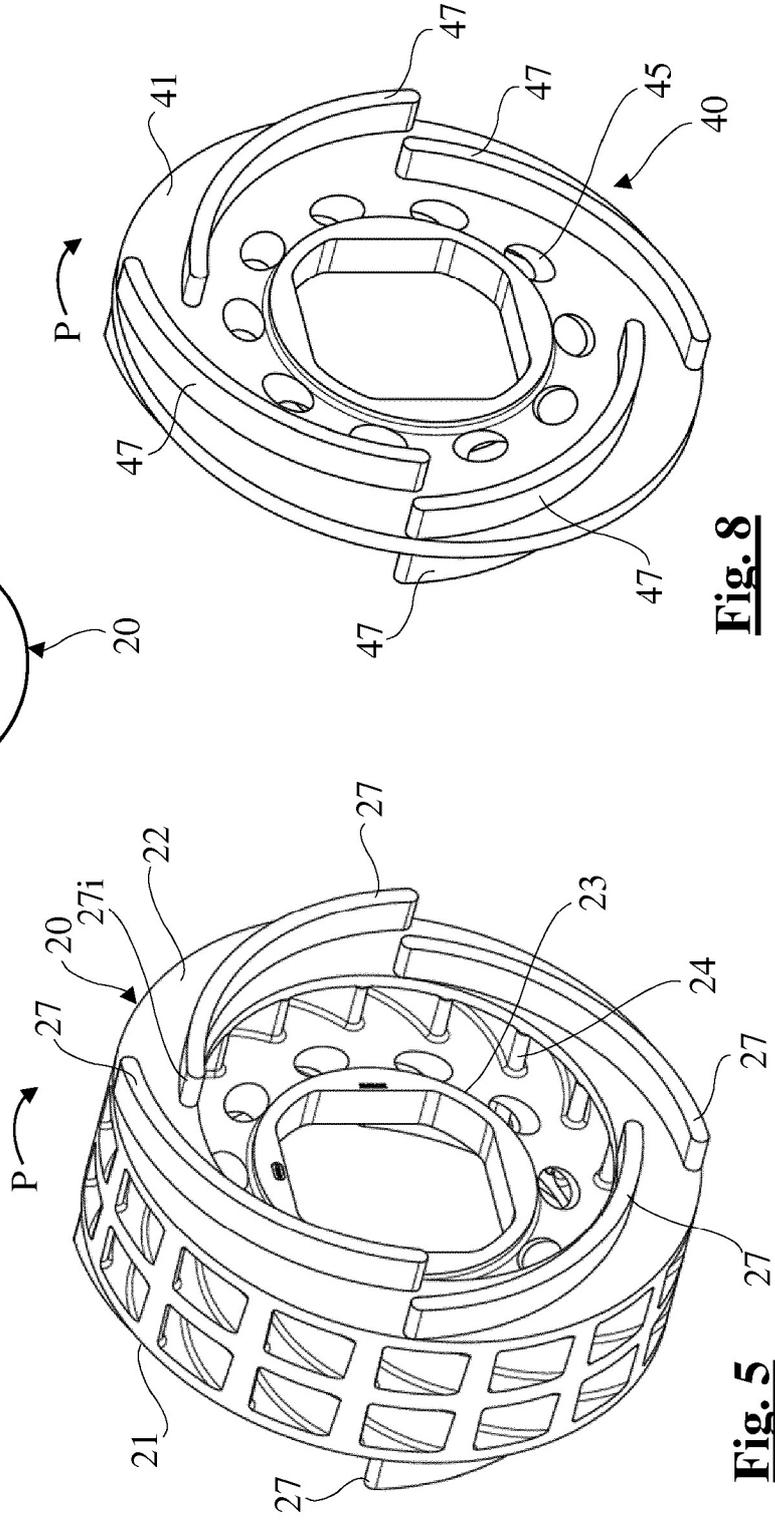


Fig. 8

Fig. 5

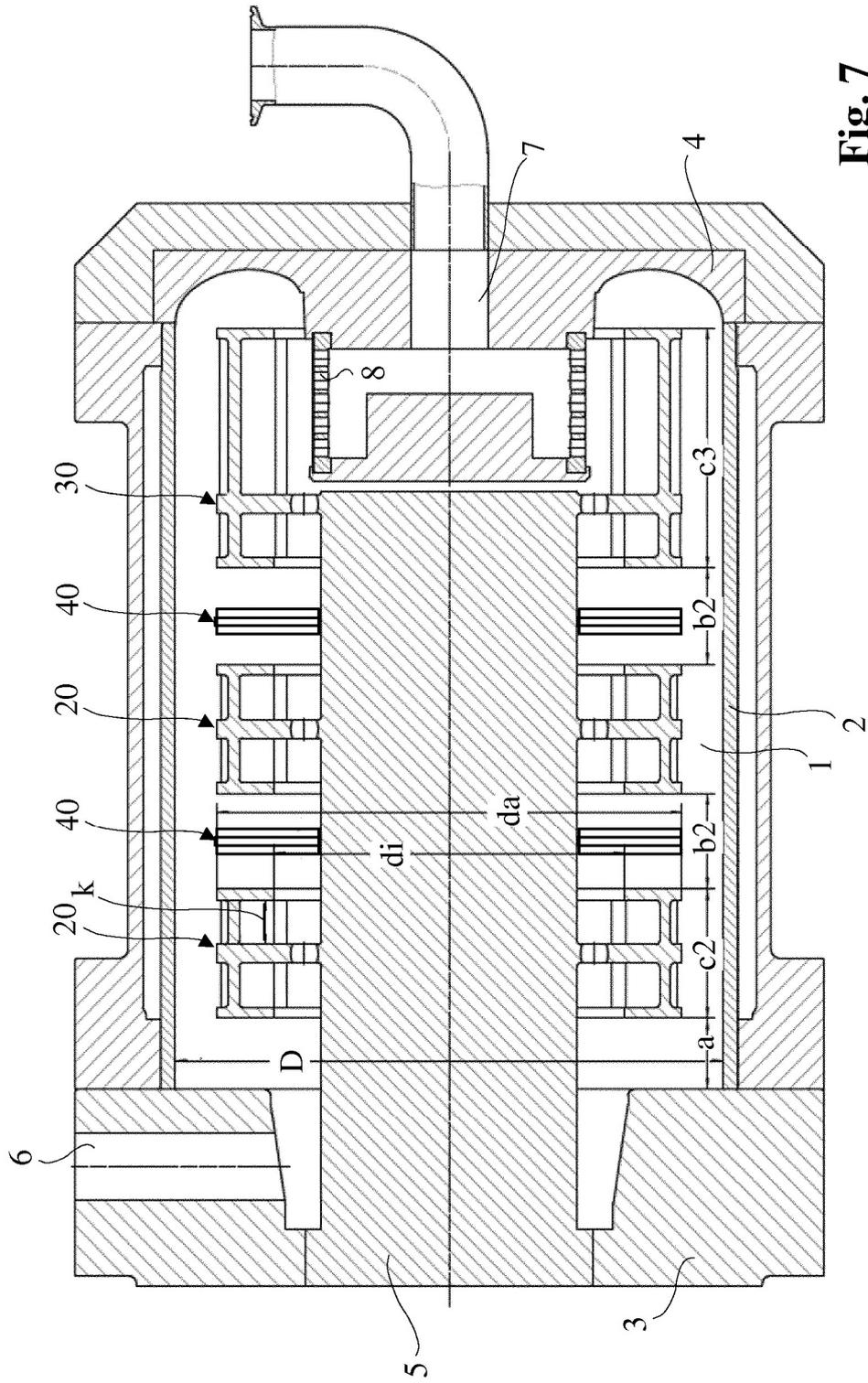


Fig. 7

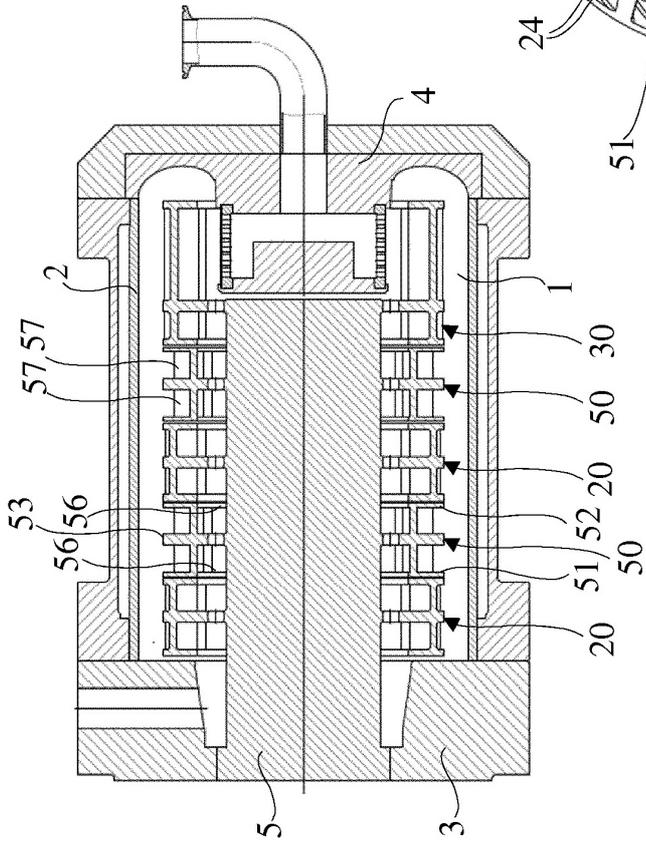


Fig. 9

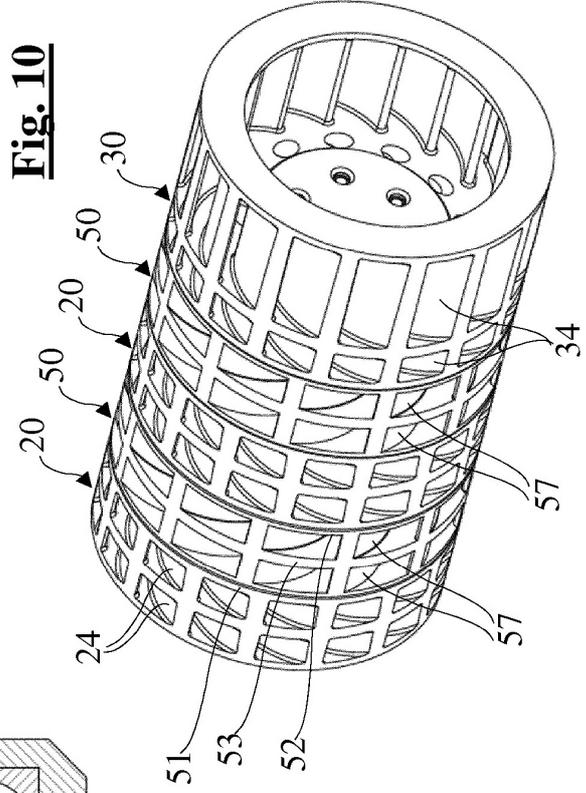


Fig. 10

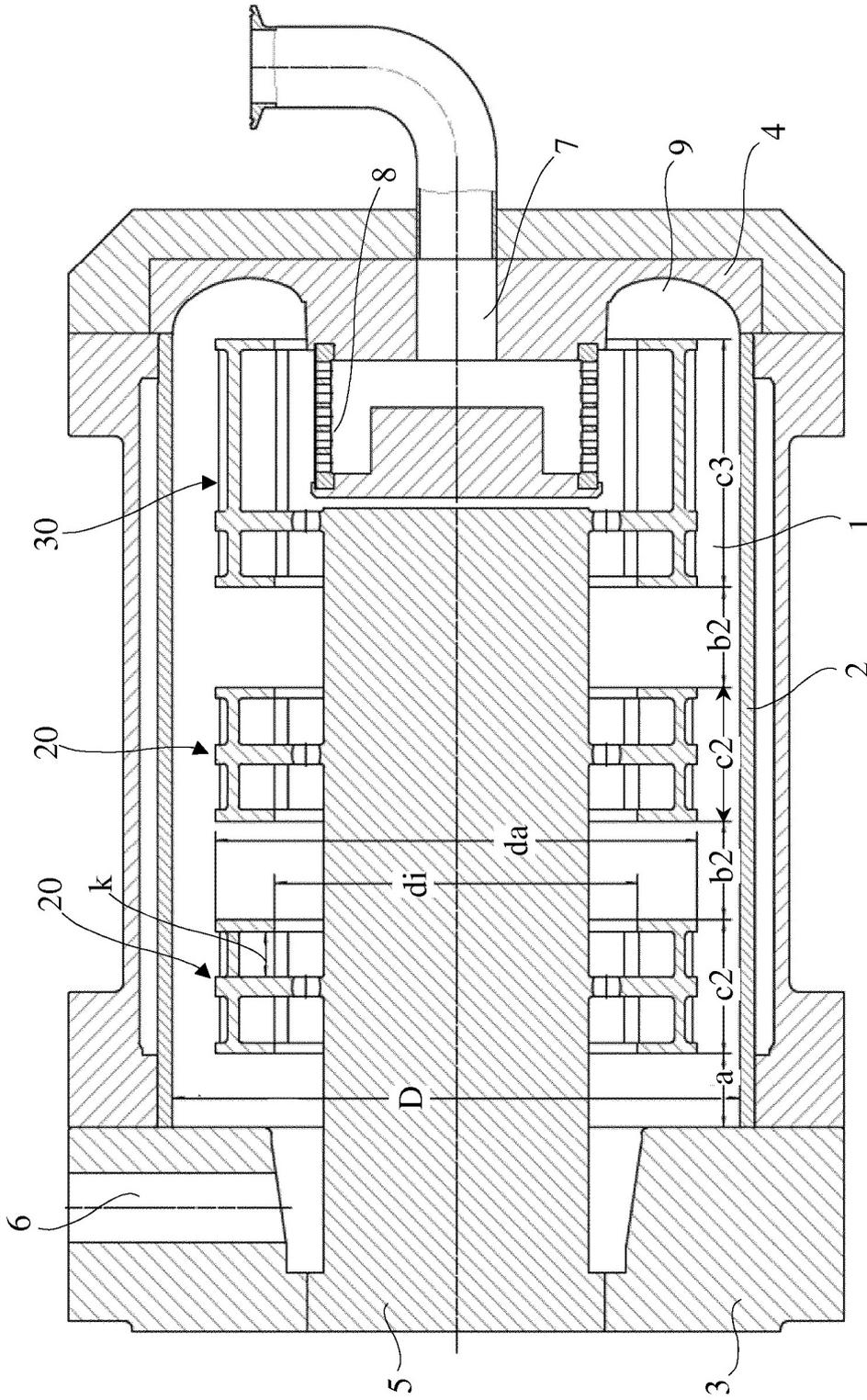


Fig. 11

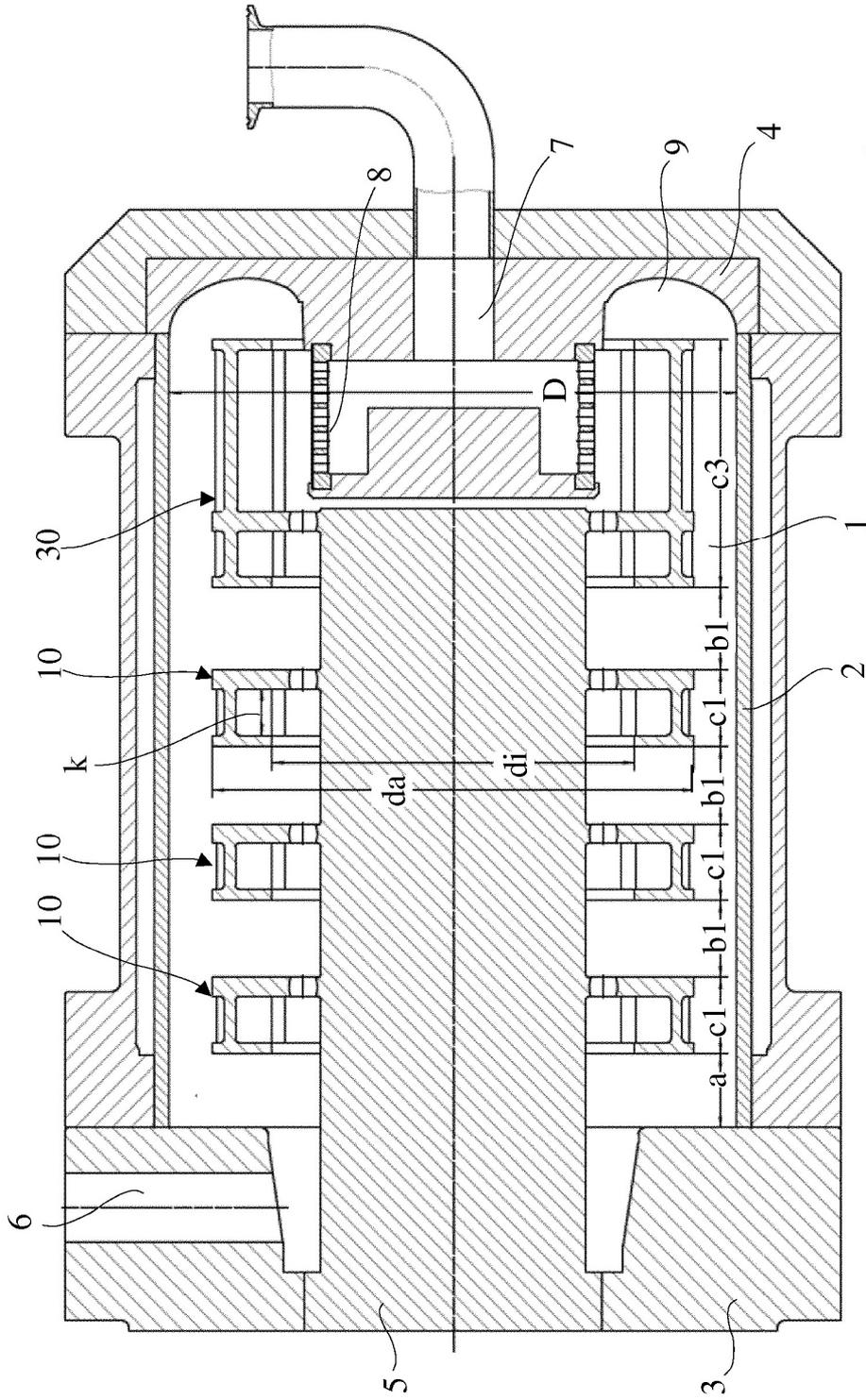


Fig. 12

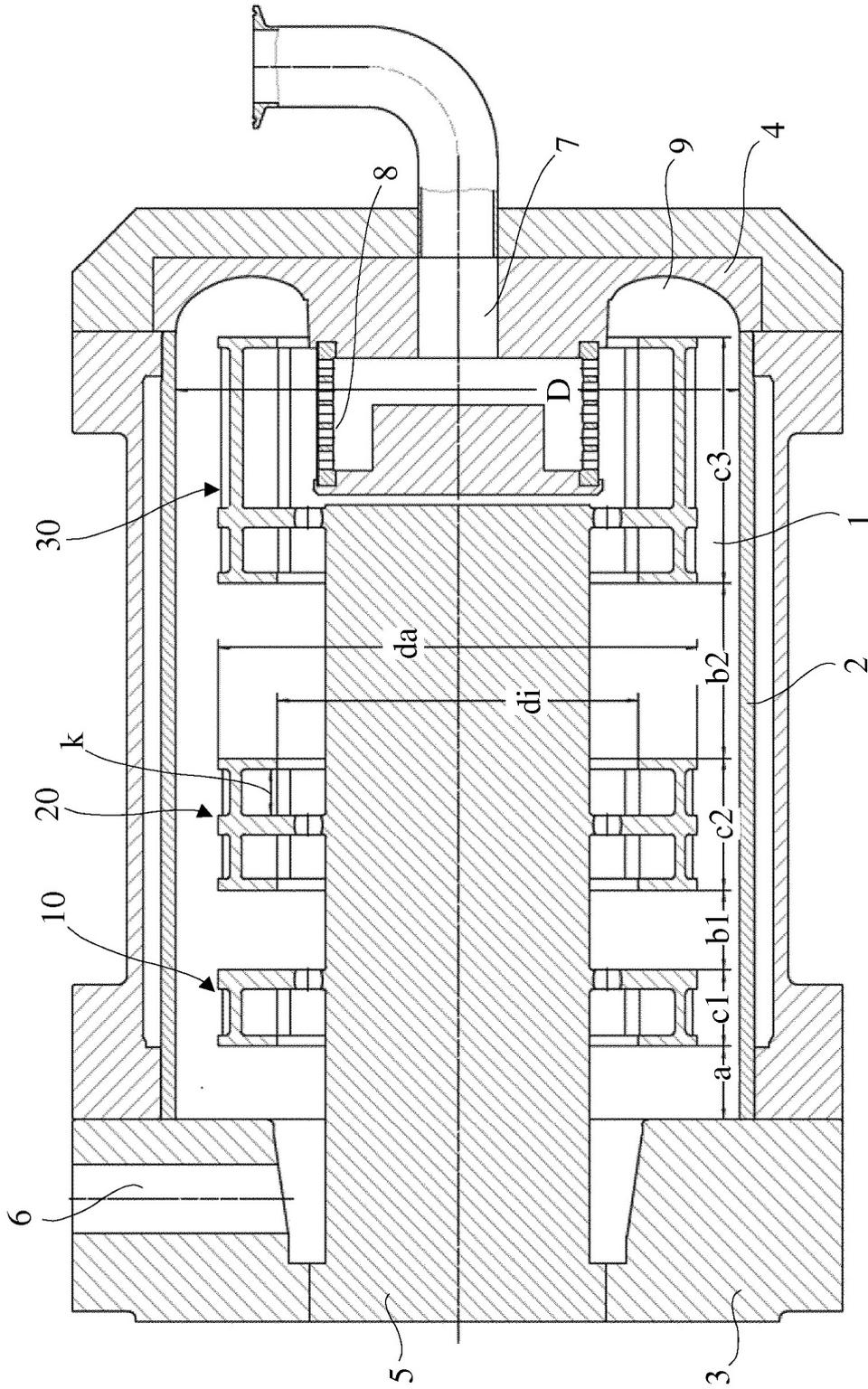


Fig. 13