

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 510**

51 Int. Cl.:

F04D 7/04 (2006.01)

F04D 29/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2009** **PCT/EP2009/067619**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.07.2010** **WO10079088**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2009** **E 09801971 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018** **EP 2386030**

54 Título: **Bomba centrífuga con un dispositivo para la retirada de partículas**

30 Prioridad:

09.01.2009 EP 09150312

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

20.07.2018

73 Titular/es:

SULZER MANAGEMENT AG (100.0%)

Neuwiesenstrasse 15

8401 Winterthur, CH

72 Inventor/es:

WELSCHINGER, THOMAS;

MORISCO, ANTONIO y

MARTIN, NICOLAS

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 676 510 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).

DESCRIPCION

Bomba centrífuga con un dispositivo para la retirada de partículas

5 La invención se refiere a una bomba centrífuga con un dispositivo para la retirada de partículas. Esta bomba centrífuga debe encontrar aplicación, en particular, para fluidos, que contienen partículas, de manera que las partículas deben ser transportadas con el fluido.

10 Se conoce a partir del documento DE2344576 una bomba de arena o bomba de agua contaminada, para la que se muestra una solución para bombear un líquido, que contiene ingredientes de arrastre y para evitar en este caso que estos ingredientes de arrastre lleguen al intersticio entre el rodete y la carcasa de la bomba centrífuga. El líquido circula condicionado por la caída de la presión entre el orificio de salida del rodete y el lado de aspiración a través del intersticio entre la carcasa y el rodete. Esta circulación secundaria es, en principio, no deseable, puesto que reduce el rendimiento de la bomba, cuando una parte del líquido no es transportada correctamente hasta el canal de salida que se conecta en el orificio de salida del rodete. Por lo tanto, los intersticios entre el rodete y la carcasa, que están en conexión con la zona de aspiración, deben mantenerse lo más pequeños posible. Por lo tanto, los intersticios contienen superficies de estanqueidad, que están configuradas, en particular, como laberintos. Cuando llegan ingredientes de arrastre a estas superficies de estanqueidad, desgastan rápidamente estas superficies de estanqueidad y deben sustituirse con frecuencia.

20 Si las superficies de estanqueidad deben fabricarse de material resistente al desgaste, se puede prolongar, en efecto, el intervalo entre dos intervenciones de sustitución, pero se incrementan los costes para la bomba.

25 Por lo tanto, se propone en el documento DE2344576 prever una cámara de forma anular en el lado exterior del rodete para liberar el líquido de los ingredientes de arrastre, desplazando el líquido en rotación a través del movimiento del rodete. Los ingredientes de arrastre son separados del líquido en la cámara de forma anular. Opcionalmente, se introduce el líquido también en canales, que están instalados en el lado exterior del rodete y giran con el rodete. De esta manera, se desplaza el líquido de la misma manera en rotación, de modo que se puede producir una separación previa de contaminaciones más pesadas.

30 Sin embargo, no se sucede con las contaminaciones separadas, es decir, que permanecen en la cámara de forma anular y se acumulan allí. También esta acumulación de las contaminaciones puede repercutir finalmente de manera desfavorable sobre el funcionamiento de la bomba. Por una parte, se pueden formar deposiciones, que modifican las relaciones de la circulación, obstruyen los intersticios y finalmente llegan ingredientes de arrastre sobre las superficies de fricción.

35 El documento US 2002/0192073 muestra un dispositivo para la estabilización de la circulación de fluido inestable en un canal de circulación de admisión de una turbomáquina, por ejemplo una turbina o una bomba. Una cantidad parcial de la circulación parcial inestable es recibida desde una cámara de difusión o bien desde una ranura de difusión y a continuación, con objeto de la mejora de la circulación de alimentación y la reducción de campos fluidizados inestables, es reconducida a la zona de entrada. La separación de partículas arrastradas del fluido se posibilita a través de una ranura de entrada de partículas que está en conexión con la cámara de difusión. Tampoco a partir de este documento se deduce qué sucede en adelante con las partículas agregadas.

45 El documento WO2005/038260 muestra una bomba centrífuga para el bombeo de líquidos, que contienen contaminaciones en primer término en forma de sustancias sólidas. La bomba presenta una unidad de accionamiento y una unidad hidráulica, presentando la unidad hidráulica una carcasa de bomba y un rodete de bomba, que está dispuesto de forma rotatoria en el interior de la carcasa. El rodete de bomba presenta un disco de cubierta superior y un disco de cubierta inferior con paletas colocadas intermedias. La pared de fondo de la carcasa de la bomba presenta un orificio de entrada central con al menos una instalación que se extiende en forma de espiral, que impide una circulación de retorno, que está configurada sobre el lado opuesto al disco de cubierta inferior, que se extiende en arrollamientos parciales o completos alrededor del orificio de entrada.

55 Por lo tanto, el cometido de la invención es preparar un dispositivo, por medio del cual se realiza una separación de partículas, antes de que las partículas lleguen a las superficies de fricción entre el rodete y el estator.

60 La solución contiene una centrífuga, que comprende un dispositivo para la retirada de partículas. La bomba centrífuga comprende un rodete, de manera que por medio del rodete se puede transportar un fluido a través de un canal de aspiración hacia un racor de presión. El rodete es giratorio en un estator fijo estacionario, estando dispuesto un intersticio entre el estator y el rodete: El intersticio desemboca en un espacio de remanso para partículas, estando conectado el espacio de remanso a través de un conducto de retorno que se extiende en el estator con el canal de aspiración. Opcionalmente pueden estar previstos también varios conductos de retorno. Varios conductos de retorno son ventajosos para mantener lo más corto posible el recorrido de la circulación para las partículas en el espacio de remanso.

A través del conducto de retorno se descargan de esta manera las partículas desde el espacio de remanso. El segundo intersticio desemboca en el canal de aspiración. El segundo intersticio tiene al menos por secciones una anchura de canal esencialmente menor que el diámetro del conducto de retorno, de manera que el segundo intersticio opone a la circulación una resistencia esencialmente mayor. Las partículas son introducidas de esta manera a través del conducto de retorno en la circulación principal. Las partículas son transportadas en común con la circulación principal de nuevo por medio del rodete en la dirección del racor de presión. De esta manera, de acuerdo con la solución de la invención, no se acumulan partículas en ningún lugar de la bomba.

La circulación en el conducto de retorno se mantiene a través de la diferencia de la presión entre el espacio de remanso y el canal de aspiración.

El estator comprende un elemento colector de fluido y un elemento de estator, de manera que el conducto de retorno se extiende a través del elemento de estator. El elemento colector de fluido así como el elemento de estator están fijos estacionarios, es decir, que la circulación, en oposición al estado de la técnica, como por ejemplo en el documento DE2344576, ni se acelera en el intersticio, ni en el espacio de remanso ni en el conducto de retorno. Esta otra ventaja frente al estado de la técnica posibilita la descarga de las partículas desde el espacio de remanso a través del conducto de retorno.

El conducto de retorno se extiende a través del elemento colector de fluido cuando el espacio de remanso está dispuesto sobre el lado del estator que está alejado del canal de aspiración.

De acuerdo con otro ejemplo de realización, la bomba centrífuga, que presenta un dispositivo para la retirada de partículas, comprende una primera fase y una segunda fase, de manera que la primera fase comprende un primer rodete. A través del primer rodete se puede transportar un fluido a través de un primer canal de aspiración desde un racor de aspiración hacia la segunda fase. El primer rodete es giratorio en un primer estator. La segunda fase comprende un segundo rodete.

A través del segundo rodete se puede transportar el fluido a través de un segundo canal de aspiración desde la primera fase hacia un racor de presión. El segundo rodete es giratorio en un segundo estator, en el que entre el segundo estator y el rodete está dispuesto un intersticio. El intersticio desemboca en un espacio de remanso para partículas. El espacio de remanso está conectado a través de un conducto de retorno que se extiende en el segundo estator con el segundo canal de aspiración.

De acuerdo con otro ejemplo de realización especialmente preferido, la bomba centrífuga comprende al menos una tercera fase. La tercera fase comprende un tercer rodete. A través del tercer rodete se puede transportar el fluido a través de un tercer canal de aspiración desde la segunda fase hacia un racor de presión. El tercer rodete es giratorio en un tercer estator, estando dispuesto un intersticio entre el tercer estator y el rodete. El intersticio desemboca en un espacio de remanso para partículas, de manera que el espacio de remanso está conectado con el tercer canal de aspiración a través de un conducto de retorno que se extiende a través del tercer estator.

El dispositivo para la retirada de partículas puede encontrar aplicación, por lo tanto, en bombas centrífugas de varias fases. Tal intersticio puede conducir desde cada fase hasta el canal de aspiración, que conduce desde una fase previa hacia el rodete de la fase considerada. Un dispositivo para la retirada de partículas puede estar previsto en cada fase.

El estator comprende con preferencia un elemento colector de fluido y un elemento de estator como se ha descrito anteriormente para la bomba centrífuga de una fase.

En el caso de una bomba centrífuga de varias fases, la última fase presenta un primer espacio de remanso sobre un primer lado y un segundo espacio de remanso sobre el lado opuesto del elemento colector de fluido.

De acuerdo con otro ejemplo de realización, el primer rodete y el segundo rodete de la bomba centrífuga presentan una disposición en simetría de espejo con respecto a un plano que está perpendicular al eje de la bomba.

En particular, el segundo canal de aspiración presenta una sección exterior del canal, que está dispuesta fuera del segundo estator, así como un canal de conexión para la conexión de la sección exterior del canal con una pieza de canal que conduce hacia el lado de aspiración del segundo rodete. Desde el canal de conexión parte un intersticio, que está dispuesto entre el segundo estator y un elemento de desviación giratorio con el árbol de la bomba, de manera que un intersticio desemboca en un espacio de remanso, desde el que se deriva un conducto de retorno, que se extiende en el estator o en la carcasa y desemboca en el canal de conexión.

Entre la primera fase y la segunda fase puede estar dispuesta una tercera fase o una pluralidad de fases.

El intersticio de acuerdo con uno de los ejemplos de realización anteriores desemboca en un canal conector en forma de anillo y el conducto de retorno presenta una sección de conducto, que está dispuesta tangencialmente al

canal colector en forma de anillo y se conecta en el canal colector en forma de anillo. También pueden estar previstas varias secciones de línea. La sección de línea desemboca con preferencia tangencial, es decir, en la dirección de una tangente imaginaria, que está colocada en la sección transversal de forma circular de la envolvente de forma cilíndrica del canal colector. A través de esta disposición tangencial de la sección de conducto, que parte desde el canal colector, se realiza una descarga mejorada de las partículas, que se acumulan a lo largo de la envolvente de forma cilíndrica. Las partículas son transportadas desde la circulación centrífuga en la pared de la envolvente y de esta manera presentan una concentración máxima en la zona próxima a la pared. Se mueven junto con la circulación circulante en el canal colector. Cuando las partículas alcanzan el orificio de entrada de la sección de conducto, se desvían a la sección de conducto. Cuando la sección de conducto está dispuesta tangencial al canal colector, la desviación se realiza poco a poco y no de una manera brusca sobre un canto, como en el caso de la sección de conducto, que parte desde el canal colector en dirección radial. Esta desviación paulatina sin cantos tiene la ventaja especial de que no se puede producir ningún desprendimiento de la circulación. Especialmente a altas velocidades de la circulación se puede producir, en otro caso, a lo largo de un canto vivo, un desprendimiento de la circulación y una formación de turbulencias. A través de la configuración de una turbulencia de este tipo pueden retornar partículas a la circulación, es decir, que permanecen más tiempo que el necesario en la circulación del canal colector. Condicionado por el tiempo de permanencia elevado de las partículas en la circulación en el canal colector se puede producir una fricción más alta en el caso de una sección del conducto dispuesta radial que para una sección del conducto dispuesta tangencial.

La sección del conducto se estrecha en la dirección del flujo del fluido, el estrechamiento es especialmente cónico. Esto significa que la sección transversal de entrada es mayor perpendicularmente a la dirección de la circulación que la sección transversal de la sección del conducto, que se conecta curso arriba en el conducto de retorno. La sección transversal de la sección de conducto se reduce continuamente al menos sobre una parte de su longitud. Cuando la sección transversal está en forma circular, el desarrollo de la sección transversal es de forma cónica en la parte cónica de la sección de conducto.

Una sección de conducto cónica de este tipo tiene la ventaja de que la circulación se retarda en la sección transversal de entrada, de manera que se puede descargar una porción elevada de partículas con la circulación en la sección de conducto.

La sección de conducto puede estar realizada como ranura, especialmente cuando la ranura está dispuesta en un elemento anular, que está conectado con el estator. Una ranura de este tipo se puede fabricar más fácilmente que un taladro cónico en el elemento colector de fluido y tiene, por lo tanto, ventajas de costes. Además, en el caso de desgaste en la ranura se puede sustituir el elemento anular. El elemento colector de fluido podría continuar utilizándose en este caso porque el retardo de la circulación se realiza en la ranura, especialmente cuando está configurada de forma cónica, como se ha descrito anteriormente.

La sección de conducto presenta un eje que cubre un plano con una línea radial, de manera que el plano forma un ángulo hacia un plano radial. La línea radial pasa, partiendo desde el eje de la bomba, a través del punto de intersección del eje con la superficie de la sección transversal del orificio de entrada y está perpendicular al eje de la bomba. De acuerdo con este ejemplo de realización, la sección del conducto presenta un ángulo con respecto a un plano normal, que contiene la línea radial, sobre el eje de la bomba. Esta disposición tiene la ventaja de que la transición desde la sección de línea hasta el conducto de retorno se realiza sobre un ángulo obtuso, es decir, un ángulo de más de 90°. De esta manera, se estabiliza adicionalmente la circulación en la sección de conducto y en el conducto de retorno. En la inflexión, que existe entre la sección de conducto y conducto de retorno, hay que contar en este caso también con una deposición de partículas, puesto que no se producen zonas muertas en la zona de inflexión, en las que se pudieran configurar circulaciones de retorno y se pudiera producir una acumulación de partículas.

De manera más ventajosa, la sección de conducto presenta un recubrimiento, con lo que se eleva la estabilidad de las medidas de la sección de conducto. Especialmente en la zona entrada de la circulación en la sección de conducto se produce, en otro caso, fricción y una ampliación de la sección transversal a través de la erosión del material debido a las partículas abrasivas. Por medio de un recubrimiento de un material de recubrimiento, que está aplicado sobre la superficie interior de la sección de conducto, se puede retardar la ampliación de la sección transversal. El material de recubrimiento contiene una sustancia dura, con preferencia una cerámica, en particular carburo de wolframio o carburo de silicio.

El recubrimiento puede comprender con preferencia un casquillo, que contiene un material de recubrimiento, de manera que el casquillo está insertado en la sección del conducto o en el conducto de retorno. El casquillo puede estar formado también en toda la periferia de un material de recubrimiento, en particular de cerámica. Esta variante especialmente preferida tiene la ventaja especial de que durante el desgaste sólo se puede sustituir el casquillo, pero no el elemento colector de fluido y/o el elemento de estator, en el que se extienden la sección de conducto y el conducto de retorno.

- Entre el rodete y el estator correspondiente está configurado un segundo intersticio. En este segundo intersticio se encuentra de la misma manera un fluido que circula a través de la diferencia de la presión de retorno al canal de aspiración, Este segundo intersticio desemboca curso abajo del conducto de retorno en el canal de aspiración que conduce hacia el rodete. Este segundo intersticio está dispuesto esencialmente axial y está conectado a través de un canal secundario con al espacio de remanso. Este segundo intersticio así como el canal secundario no se pueden evitar, puesto que las partes móviles, especialmente el estator, que comprende el elemento de estator o el elemento colector de fluido, deben mantenerse separadas.
- Las partículas son introducidas a través de la circulación con preferencia en el espacio colector, porque la diferencia de la presión entre el espacio colector y la boca del conducto de retorno en el canal de aspiración es mayor que la diferencia de la presión entre el espacio colector y la boca del segundo intersticio en el canal de aspiración. La presión que se aplica en la zona de la boca del conducto de retorno en el conducto de aspiración es, por lo tanto, menor que la presión en la zona de la boca del intersticio en el canal de aspiración.
- El área de la sección transversal del conducto de retorno es como máximo 1 % del área de la sección transversal del racor de presión, con preferencia como máximo 0,05 %, de manera especialmente preferida como máximo 0,025 %. Puesto que el conducto de retorno representa de esta manera sólo una parte pequeña del área de la sección transversal del racor de presión, la pérdida de rendimiento no tiene importancia en este caso.
- A continuación se explica la invención con la ayuda de los dibujos. En este caso:
- La figura 1 muestra una sección a través de una bomba centrífuga de una fase de acuerdo con la invención.
- La figura 2a muestra una sección a través de una bomba centrífuga de varias fases de acuerdo con la invención con indicación de la curva de la circulación.
- La figura 2b muestra una sección a través de un canal colector a lo largo del plano designado con los signos de referencia A-A de la figura 2a.
- La figura 3a muestra una sección a través de una bomba centrífuga de varias fases de acuerdo con la invención según el ejemplo de realización de la figura 2a.
- La figura 3b muestra una sección a través de un canal colector a lo largo del plano designado con los signos de referencia B-B de la figura 3a.
- La figura 4 muestra un detalle de una bomba centrífuga al menos de tres fases de acuerdo con un fragmento de la figura 2a o de la figura 3a.
- La figura 5a muestra un detalle de una bomba centrífuga al menos de tres fases de acuerdo con un fragmento de la figura 2a o de la figura 3a de acuerdo con otro ejemplo de realización.
- La figura 5b muestra una sección a través de un canal colector a lo largo del plano designado con los signos de referencia C-C de la figura 5a.
- La figura 6 muestra una bomba centrífuga de dos fases, en la que están instalados dos rodetes en disposición en simetría de espejo, es decir, en disposición adosada (dorso-a-dorso).
- La figura 7 muestra una bomba centrífuga de varias fases según la disposición de la figura 6.
- La figura 8 muestra un detalle de una bomba centrífuga según la figura 6 o la figura 7.
- La figura 1 muestra una bomba centrífuga 1 de una fase, que comprende un dispositivo para la retirada de partículas de acuerdo con la invención. La bomba centrífuga tiene un rodete 6, por medio del cual se puede transportar un fluido 2 a través de un canal de aspiración 5 desde un racor de aspiración 3 hacia un racor de presión 4. El rodete 6 contiene un espacio hueco, en el que entra el fluido que procede desde el canal de aspiración 5 y se desplaza en rotación cuando el rodete realiza un movimiento de rotación alrededor de su eje. Este eje debe designarse en este texto como eje de la bomba. Sobre este eje descansa el árbol de la bomba, con el que está conectado el rodete 6 de forma fija contra giro. El árbol de la bomba está conectado con un motor de accionamiento no representado, por medio del cual el eje de la bomba y con él el rodete 6 son desplazables en un movimiento giratorio. El rodete 6 es giratorio en un estator 7 fijo giratorio. Entre el estator 7 y el rodete 6 está dispuesto un intersticio (9, 19) y de esta manera separa el rodete giratorio 6 desde el estator 7. El intersticio (9, 19) desemboca en un espacio de remando (11, 21) para partículas. El espacio de remanso (11, 21) está conectado con el canal de aspiración 5 a través de un conducto de retorno 12 que se extiende en el estator 7. Varios conductos de retorno pueden estar previstos, en particular varios conductos de retorno distribuidos sobre el espacio de remanso (11, 21) en forma de anillo.

El estator 7 puede comprender un elemento colector de fluido 23 y un elemento de estator 8, en el que el conducto de retorno se extiende en el elemento de estator 8 cuando el espacio de remanso 11 se encuentra sobre el lado de aspiración del rodete 6. Otro espacio de remanso 21 puede estar dispuesto sobre el lado opuesto del rodete 6. En este caso, una sección de conducto del conducto de retorno conduce a través del elemento colector de fluido 23 antes de que entre en el elemento de estator 8 y se extienda en el elemento de estator 8 en la dirección de la boca hacia el canal de aspiración 5.

La figura 2a muestra una sección a través de una bomba centrífuga de varias fases de acuerdo con un segundo ejemplo de realización de la invención. Como la bomba centrífuga de una fase, el fluido 2 a transportar es aspirado en el racor de aspiración 3 y es transportado hacia un racor de presión 4. La bomba centrífuga tiene una pluralidad de rodetes 6, por medio de los cuales se conduce el fluido 2 desde el canal de aspiración 5, que comienza en el racor de aspiración 3, hacia el canal de aspiración 15 de la fase próxima siguiente. El canal de aspiración 15 es el canal de conexión, en el que se conduce el fluido 2 desde la primera fase hacia la segunda fase. Este canal de conexión desemboca en orificios de entrada del rodete 16. Con respecto al rodete 16, el canal de conexión tiene de esta manera la función de un canal de aspiración, por lo tanto se ha seleccionado el concepto de canal de aspiración también para todos los canales de unión entre fases individuales de la bomba centrífuga de varias fases.

El rodete 6 está guiado de forma giratoria en un estator 7. El rodete 6 contiene un espacio hueco, en la que entre el fluido que procede desde el canal de aspiración 5 y se desplaza en rotación, cuando el rodete realiza un movimiento de rotación alrededor de su eje. A tal fin, sobre el rodete 6 pues estar colocadas unas paletas, que fuerzan el fluido en un movimiento de rotación. El rodete 6 es accionado a través de un árbol de accionamiento alrededor del eje de la bomba 73. Cuando el fluido abandona el rodete 6, llega con el impulso, obtenido a través del movimiento giratorio, a un canal, que pertenece al estator 7. El canal desemboca en el canal de aspiración que conduce hacia la fase siguiente o, cuando se trata de la última fase, hacia el racor de presión 4, de manera que el fluido puede ser transportado desde la última fase hacia un racor de presión 4. Cada una de las fases comprende de esta manera un rodete alojado de forma giratoria alrededor del eje de la bomba, un estator así como un canal de aspiración. El canal de aspiración desemboca en el o en los espacios de transporte previstos en el rodete, en los que se recibe el fluido y se desplaza en rotación. A través del movimiento de rotación se acelera el fluido, es decir, que se eleva su energía cinética. Los espacios de transporte en el rodete están configurados con preferencia del tipo de difusor. De esta manera, se convierte la energía cinética del fluido en energía de presión, de manera que tiene lugar una elevación de la presión mientras el fluido circula a través del rodete. El fluido de alta presión sale desde el rodete y entra en un canal colector en forma de anillo. El canal colector en forma de anillo desemboca en la fase siguiente o en el racor de presión.

Entre el rodete y el estator se encuentra un intersticio (10, 20, 30, 40, 50, 60), lo que es visible de forma especialmente clara también en la figura 4. Este intersticio es necesario para separar partes fijas estacionarias, como el estator 7, de partes móviles, es decir, el rodete 6. Si el intersticio no estuviera presente, el rodete 6 estaría expuesto a través de contacto por fricción con el estator 7 a un desgaste alto y no sería posible un funcionamiento duradero con alto número de revoluciones. A través del intersticio 10 el fluido de presión 10 llega desde el canal colector 13 de retorno hacia el canal de aspiración 5. Para mantener lo más reducida posible la pérdida de rendimiento condicionada por el intersticio 10, se mantiene el intersticio 10 lo más estrecho posible. Adicionalmente pueden estar previstas juntas de estanqueidad que configuran un laberinto, como se muestra en el documento DE 2344576. Alternativamente a ello o de forma complementaria, en el intersticio 10 pueden estar previstos lugares, en los que tiene lugar un desgaste controlado. Estos lugares están recubiertos con sustancias duras resistentes a temperatura, por ejemplo cerámicas, como se muestra, por ejemplo, en el documento EP 1 116 886 A. En estos lugares se consigue una anchura mínima del intersticio. Si llegan partículas a un lugar de este tipo, se produce un contacto de las dos superficies y la abrasión y el desgaste. Por lo tanto, en las condiciones que predominan en el estado de la técnica indicado para un fluido cargado con partículas debe elevarse la anchura del intersticio o debe liberarse el fluido ya de las partículas.

El modo de funcionamiento se explica de forma ejemplar con la ayuda de la primera fase. Las fases siguientes se diferencian en su función solamente porque el fluido está a presión elevada con respecto a la fase anterior.

La figura 2a muestra la curva de la circulación, lo que se representa con una línea provista con flechas.

La figura 2b muestra una sección a través de un canal colector 13 a lo largo de los planos de la figura 2a designados con los signos de referencia A-A. La sección se extiende a través del estator de la última fase. Los signos de referencia se utilizan de acuerdo con la figura 4, puesto que en la figura 2a se pueden ver menos claramente. El estator de la última fase lleva en la figura 4 el signo de referencia 27. Está constituido por dos partes, el elemento colector de fluido 34 y el elemento de estator 28. La sección se extiende a través del elemento colector de fluido 34 exactamente a través del punto de inflexión, en el que el eje de la sección de conducto 14 pasa al eje del conducto de retorno 12. La sección A-A sigue entonces el eje de la sección de conducto 14 hasta que el eje corta la envolvente del canal colector 13. Entonces se coloca la sección en un plano, que está perpendicularmente al eje de la bomba 73 y contiene el punto de intersección del eje de la sección de conducto 14 con la envolvente del canal

colector 13. También en esta representación, la dirección del flujo del fluido 2 está identificada por medio de una línea provista con flechas.

En esta representación se muestra que la sección de conducto, adicionalmente a su inclinación con respecto al eje de la bomba, se conecta tangencialmente a la superficie envolvente del canal colector 13. A través de esta entrada tangencial de la sección de conducto 14 se detectan partículas, que circulan en la proximidad inmediata de la superficie envolvente, y se desvían a la sección de conducto, de manera que las sustancias sólidas se separan de la corriente del fluido 2. La entrada tangencial de la sección de conducto se encuentra curso abajo de la circulación anular, que sigue el fluido en el espacio de remanso. Esto significa que la circulación anular en el espacio de remanso se desvía a la entrada a la entrada tangencial de la sección de conducto desde la trayectoria de forma circular a una trayectoria esencialmente recta o una trayectoria, que corresponde a la curvatura de la sección de conducto, cuando la sección de conducto presenta una curvatura. Es ventajoso que la transición desde la circulación anular a la circulación en la sección de conducto se realice de la manera más lenta posible, es decir, que deberían evitarse las desviaciones bruscas, especialmente a la entrada de la sección de conducto, a través de cantos o curvaturas. De ello se deduce también que debe observarse en sentido de giro de la circulación. La componente tangencial de la velocidad de la circulación anular apunta de manera más ventajosa en la dirección del eje de la sección de conducto.

La figura 3a muestra una sección a través de una bomba centrífuga de varias fases de acuerdo con la invención según el ejemplo de realización de la figura 2a, que no se diferencia de la figura 2a, con la excepción de la posición de la sección B-B, que se representa en la figura 3b.

La figura 3b muestra, por lo tanto, una sección a través de un canal colector 78 a lo largo del plano de la figura 3a designado con los signos de referencia B-B. El canal colector 78 corresponde al canal colector de la figura 4, que pertenece al espacio de remanso 41. El canal colector 78 se extiende en el elemento de estator 28 del estator 27 (para los signos correspondientes ver también la figura 4). Como se deduce a partir de la figura 3b en combinación con la figura 4, la sección está colocada en este caso a través del eje de la sección de conducto 79, de manera que la sección de conducto 79 se conecta de nuevo tangencialmente a la superficie envolvente del canal colector 78. A diferencia de la figura 2b, en este caso se suprime la inclinación axial de la sección de conducto 79. Como inclinación axial se entiende una alineación de la sección de conducto en la dirección del eje de la bomba. Esto significa que el eje de la sección de conducto no está dispuesto en un plano, que está perpendicular sobre el eje de la bomba, sino en un plano, que está inclinado en un ángulo inferior a 90° con respecto al eje de la bomba. Un taladro de este tipo en un bloque de carcasa, como representa el elemento de estator 28, es, sin embargo, más costoso de fabricar desde el punto de la vista de la técnica de fabricación y se sustituye con preferencia, donde sea posible, por un taladro tangencial más fácil de fabricar en un plano radial, es decir, un plano que está perpendicular a un eje de la bomba 73, que contiene el eje de la sección de conducto 79.

La figura 4 muestra un detalle de una bomba centrífuga de al menos tres fases de acuerdo con un fragmento de la figura 2a o la figura 3a. La bomba centrífuga 1 comprende un dispositivo para la retirada de partículas. La bomba centrífuga comprende al menos una primera fase y una segunda fase, de manera que la primera fase comprende un primer rodete 6. A través del primer rodete 6 se puede transportar un fluido 2 a través de un primer canal de aspiración 5 desde un racor de aspiración 3 hacia la segunda fase. El primer rodete 6 es giratorio en un primer estator 7 fijo estacionario. La segunda fase comprende un segundo rodete 16, de manera que a través del segundo rodete 16 se puede transportar el fluido 2 a través de un segundo canal de aspiración 15 desde la primera fase hacia un racor de presión 4. El segundo rodete 16 es giratorio en un segundo estator 17 fijo estacionario. Entre el segundo estator 17 y el rodete 16 está dispuesto un intersticio 29. El intersticio 29 desemboca en un espacio de remanso 31 para partículas. El espacio de remanso 31 está conectado a través de un conducto de retorno 22 que se extiende en el segundo estator 17 con el segundo canal de aspiración 15.

Por lo demás, la bomba centrífuga de acuerdo con la figura 2a o la figura 3a puede comprender al menos una tercera fase, en la que la tercera fase comprende un tercer rodete 26, en la que a través del tercer rodete 26 se puede transportar el fluido 2 a través de un tercer canal de aspiración 25 desde la segunda fase hacia un racor de presión 4. El tercer rodete 26 es giratorio en un tercer estator 27 fijo estacionario. Entre el tercer estator 27 y el rodete 26 está dispuesto un intersticio 39, 49. El intersticio (39, 49) desemboca en un espacio de remanso (41, 51) para partículas. El espacio de remanso (41, 51) está conectado a través de un conducto de retorno (32, 33) que se extiende en el tercer estator 27 con el tercer canal de aspiración 25.

El estator (17, 27) puede comprender un elemento colector de fluido (24, 34) y un elemento de estator (18, 28), en el que el conducto de retorno se extiende a través del elemento de estator (18, 28), cuando el espacio de de remanso (31, 41) se encuentra sobre el lado de aspiración del rodete (16, 26). La última fase presenta un primer espacio de remanso 41 sobre un primer lado del elemento colector de fluido (24, 34) y un segundo espacio de remanso 51 sobre el lado opuesto del elemento colector de fluido 34. El espacio de remanso 41 se encuentra de esta manera sobre el lado de aspiración del rodete 26, el espacio de remanso 51 se encuentra sobre el lado opuesto del rodete 26. En este caso, una sección de conducto del conducto de retorno 32 conduce a través del elemento colector de

fluido 34 antes de que desemboque en el conducto de retorno 32, que se extiende a través del elemento de estator 28.

El intersticio (9, 19, 29, 39, 49) comprende un canal colector 13 en forma de anillo. El conducto de retorno (12, 22, 32, 33) presenta una sección de conducto 14, que está dispuesta con preferencia tangencial al canal colector 13 en forma de anillo.

La sección de conducto 14 se puede estrechar en la dirección de flujo del fluido 2, en particular se puede estrechar cónicamente.

La sección de conducto 14 puede estar realizada como ranura 80.

La figura 5a y la figura 5b muestran una variante, en la que el elemento colector de fluido 34 está realizado de varias partes. El elemento colector de fluido 34 comprende un elemento anular 70. El elemento anular 70 está conectado con el elemento colector de fluido 34. En este caso, la sección de conducto 14 puede estar configurada como ranura 80. La ranura puede estar dispuesta en el elemento anular 70, que está conectada con el estator 7. La utilización del elemento anular 70 tiene varias ventajas. El elemento anular propiamente dicho se puede fabricar más fácilmente, puesto que se trata de una pieza torneada fácil de fabricar. Por lo demás, la ranura se puede fabricar fácilmente por medio de fresado. La ranura puede presentar una forma discrecional, puede estar configurada cónicamente, como se muestra en la figura 5b.

De manera alternativa a ello, el eje de la sección de conducto podría estar también curvado o podría presentar secciones curvadas.

Como otra ventaja se ofrece sustituir el elemento anular 70, cuando se pueden apreciar pistas de desgaste. En particular, la sección de entrada 71 que termina en ángulo agudo está expuesta a abrasión más fuerte en el funcionamiento. Cuando se prevé un elemento anular 70, se puede permitir un desgaste controlado del mismo y se puede sustituir el elemento anular en el marco de un mantenimiento planificado de la bomba. El estator 27, en particular el elemento colector de fluido 34, no tienen que sustituirse en este caso y se pueden continuar utilizando sin limitación.

La sección de potencia 14 puede presentar un eje 72, que cubre un plano con una línea radial 71, de manera que el plano forma un ángulo con un plano radial 77. La línea radial parte desde el eje de la bomba 73 a través del punto de intersección 74 del eje 72 con el área de la sección transversal 75 del orificio de entrada 76 y el plano radial 77 perpendicularmente al eje de la bomba. También una sección transversal 14 inclinada en dos planos, es decir, doble, se puede fabricar más fácilmente en un elemento de anillo 70. Esta disposición inclinada doble de la sección de conducto 14 evita desviaciones de arista viva del fluido que circula a través de la sección de conducto. Tales desviaciones pueden conducir a la rotura de la circulación y se puede producir la configuración de turbulencias locales curso abajo del canto. Si aparecen tales turbulencias, se pueden producir zonas muertas en las zonas marginales opuestas al canto y se pueden acumular allí partículas, que pueden impedir la circulación del canal. Además, se reduce la sección transversal de la circulación de la sección de conducto 14 y/o del conducto de retorno 12, de manera que se reduce el volumen de líquido aspirado. En el caso extremo se podría obstruir la sección de potencia, de manera que pueden llegar partículas al intersticio 10 y pueden aparecer los daños descritos anteriormente.

Si se utiliza un elemento anular con una ranura 80, la salida de la sección de potencia 14 puede formar de la misma manera un ángulo con respecto a un plano radial. Por medio del chaflán, que podría estar configurado de manera alternativa también como segmento de superficie esférica, se puede inicial una estabilización adicional de la circulación, de manera que en la transición al conducto de retorno 32 no se pueden producir los efectos descritos anteriormente.

Las formas de realización anteriores no sólo se aplican evidentemente para las secciones de conducto (14, 79) de la última fase, sino para todas las secciones de conducto, que pueden estar previstas en fases anteriores, que no se provee, sin embargo, para mayor simplicidad con signos de referencia propios.

La sección de conducto (14, 79) puede presentar un recubrimiento, con lo que se pueden aliviar las repercusiones de partículas abrasivas sobre las paredes de la sección de conducto y se puede elevar la duración de vida útil de la sección de conducto. El recubrimiento puede comprender en particular una sustancia dura resistente a los arañazos, que se aplica sobre la superficie del taladro de la sección de conducto o un tratamiento térmico, que tiene como consecuencia un endurecimiento de la capa límite.

De acuerdo con un ejemplo de realización especialmente preferido, el recubrimiento puede comprender un casquillo, que contiene un material de recubrimiento, por ejemplo una cerámica, en particular carburo de wolframio, en el que el casquillo está insertado en la sección de conducto (14, 79) o en el conducto de retorno (12, 22, 32, 33). El casquillo

puede estar constituido también totalmente de material de recubrimiento, en particular de una cerámica. La utilización de un casquillo tiene la ventaja de que el recubrimiento del casquillo se puede realizar por separado y está mucho menos limitado en la selección del procedimiento de recubrimiento y del material de recubrimiento, puesto que el casquillo se recubre antes de su montaje. Un recubrimiento o un casquillo que comprende un recubrimiento pueden aplicarse también en el o en los conductos de retorno (12, 22, 32, 33).

Por medio de los conductos de retorno (12, 22, 32, 33) se pueden eliminar, por lo tanto, partículas desde los espacios intermedios (11, 21, 31, 41, 51). Entre el rodete y el estator correspondiente está configurado un segundo intersticio (10, 20, 30, 40, 50, 60), que separa las partes móviles de las partes fijas, como se ha descrito anteriormente. Puesto que las partículas llegan desde el espacio de remanso hasta la sección de conducto de retorno, el segundo intersticio (10, 20, 30, 50, 60) se puede mantener libre de partículas. El segundo intersticio puede estar configurado, por lo tanto, estrecho, con lo que se reduce la pérdida de rendimiento. En el intersticio pueden estar previstas unas estructuras internas, que elevan la resistencia de la circulación, como por ejemplo elementos del tipo de laberinto o elementos de desgaste (no representados), como se conocen para aplicaciones para circulación de fluido libre de partículas. Además, a través del segundo intersticio estrecho y las estructuras internas previstas en su caso se genera una pérdida de presión alta, de manera que sólo se transporta una porción reducida del fluido 2 que llega al espacio de remanso sobre el canal secundario hacia el segundo intersticio.

Adicionalmente, el segundo intersticio (10, 30, 50, 60) desemboca con preferencia curso abajo del conducto de retorno (12, 22, 32, 33) hasta el canal de aspiración (5, 15, 25) que conduce hacia el rodete. Pero a partir de ello resulta que la diferencia de presión entre el espacio de remanso (11, 21, 31, 41, 51) y el punto de la boca del conducto de retorno en el canal de aspiración correspondiente es mayor que la diferencia de presión entre el mismo espacio de remanso y el punto de la boca del intersticio en el canal de aspiración. Además, la resistencia a la circulación en el camino sobre el segundo intersticio (10, 30, 50) es mayor que la resistencia a la circulación a través de los conductos de retorno (12, 22, 33). Lo mismo se aplica también para la resistencia a la circulación entre el segundo intersticio 60 y el conducto de retorno 32. El segundo intersticio 60 está configurado entre el pistón de compensación y la carcasa. En concreto, en el pistón de compensación se aplica la presión del lado de aspiración, es decir, que la diferencia de la presión es mayor que la diferencia de la presión entre el canal de aspiración 25 y el espacio de remanso 51. Sin embargo, la resistencia a la circulación en el intersticio 60 a través de una sección de la junta de estanqueidad, que comprende, por ejemplo, un laberinto o un elemento de desgaste, se puede elevar tan fuertemente que se puede impedir una circulación secundaria de fluido cargado con partículas.

En virtud de la diferencia de la presión mayor y/o de la resistencia más reducida a la circulación se conduce el fluido cargado con partículas desde el espacio de remanso con preferencia hacia la superficie envolvente del canal colector 13 correspondiente (no todos los canales colectores están provistos con signos de referencia, pero los canales colectores están presentes de la misma manera en los otros espacios de remanso). En particular, el área de la sección transversal del conducto de retorno es como máximo 1 % del área de la sección transversal del racor de presión 4, con preferencia como máximo 0,05 %, de manera especialmente preferida como máximo 0,025 %. Con preferencia, el área de la sección transversal del conducto de retorno es mayor que el área de la sección transversal del intersticio. De esta manera se puede asegurar que partículas de todos los tamaños, también aglomerados de partículas (por ejemplo 14, 79) llegan al conducto de retorno (12, 22, 32, 33). De esta manera, el intersticio se puede mantener libre de partículas.

La figura 6 muestra una bomba centrífuga de dos fases 101, en la que dos rodetes están montados en una disposición en simetría de espejo, es decir, adosados (dorso-a-dorso). De acuerdo con este ejemplo de realización, el primer rodete 106 y el segundo rodete 156 de la bomba centrífuga presentan una disposición en simetría de espejo con respecto a un plano que está perpendicular al eje de la bomba 73. El fluido 102 llega sobre el racor de aspiración 103 al canal de aspiración 105, que conduce hacia el primer rodete 106 alojado de forma giratoria sobre un árbol de la bomba 84.

Por medio del rodete 106 se puede transportar el fluido 102 a través de un canal de aspiración 105 desde el racor de aspiración 103 hacia el racor de presión 104. El rodete 106 contiene un espacio hueco, en el que entra en fluido que procede desde el canal de aspiración 105 y se desplaza en rotación cuando el rodete realiza un movimiento de rotación alrededor del eje de la bomba 73. El árbol de la bomba 84 está conectado con un motor de accionamiento no representado, por medio del cual se puede desplazar el árbol de la bomba 84 y con él el rodete 106 en un movimiento giratorio. El rodete 106 es giratorio en un estator 107 fijo estacionario. El fluido 102 entra en el espacio hueco del rodete 106 y se acelera a través del rodete 106. El espacio hueco puede ampliarse del tipo de difusor en el rodete, de manera que se convierte la velocidad del fluido al menos parcialmente en energía de presión, es decir, que se produce una elevación de la presión en la zona de los orificios de salida del rodete. El fluido 102 se introduce en un canal, que se encuentra en un elemento colector de fluido 123 fijo estacionario. El elemento colector de fluido 12 es una parte del estator 107. El fluido que se encuentra en el canal se introduce a través de una pieza de transición 93 en una sección de canal exterior 85, que es parte del canal de aspiración 115, que conduce a la segunda fase.

Entre el estator 107 y el rodete 106 se encuentra un intersticio 109, que separa de esta manera el rodete giratorio 106 del estator 107. El intersticio 109 desemboca en un espacio de remando 111 para partículas. El espacio de remando 111 está conectado a través de un conducto de retorno 112 que se extiende en el estator 107 con el canal de aspiración 105. Varios conductos de retorno pueden estar previstos, en particular varios conductos de retorno distribuidos sobre el espacio de remanso 11 en forma de anillo.

En particular, el segundo canal de aspiración 155 presenta una sección exterior del canal 85, que está dispuesta fuera del segundo estator 147, así como un canal de conexión 86 para la conexión de la sección exterior de canal 85 con una pieza de canal 87, que conduce hacia el lado de aspiración del segundo rodete 156. El canal de aspiración 155 presenta en esta disposición de simetría de espejo una particular, que se describe con más detalle en la figura 8. Este canal de aspiración está conectado sobre el lado alejado de los rodetes 106, 156 con un espacio que presenta una presión más reducida, en el que predomina en particular esencialmente la presión que se aplica en el racor de aspiración 103.

El segundo rodete 156 se encuentra sobre el lado opuesto de la pieza de transición 93 y está separado de la pieza de transición 93 por un intersticio. La pieza de transición 93 es fija estacionaria, es decir, que puede ser una parte de la carcasa 90 de la bomba o puede estar conectada fija con la carcasa de la bomba. La pieza de transición 93 está engastada entre el elemento colector de fluido 123 de la primera fase y el elemento colector de fluido 154 de la segunda fase, de manera que el elemento colector de fluido 154 se encuentra en una posición esencialmente en simetría de espejo con el elemento colector de fluido 123. Entre la pieza de transición 93 y el árbol de la bomba 84 puede estar previsto un elemento espaciador 94, que gira con el árbol de la bomba. También el elemento espaciador 94 está separado entonces por un intersticio estrecho desde la pieza de transición.

De esta manera, la segunda fase comprende el segundo rodete 156, de manera que a través del segundo rodete 156 se puede transportar el fluido 102 a través del segundo canal de aspiración 155 desde la primera fase hacia un racor de presión 104. El segundo rodete 156 está dispuesto de forma giratoria en un segundo estator 147. El modo de funcionamiento del segundo rodete 156 corresponde al modo de funcionamiento del primer rodete 106, de manera que el fluido es transportado en un canal que se encuentra en el elemento colector de fluido, que puede estar configurado especialmente en forma de anillo. El segundo rodete 156 está dispuesto de forma giratoria en un segundo estator 147. El modo de funcionamiento del segundo rodete 156 corresponde al modo de funcionamiento del primer rodete 106, de manera que el fluido es transportado en un canal que se encuentra en el elemento colector de fluido 154, que puede estar configurado en particular en forma de anillo. El rodete 156 y/o el canal pueden estar configurados del tipo de anillo, de manera que la velocidad del fluido generada por medio del rodete 156 se puede recuperar al menos parcialmente como energía de presión. En el canal se conecta un canal de conexión 157, que atraviesa la pieza de transición y que desemboca en el racor de presión 104.

Entre el segundo estator 147 y el rodete 156 está dispuesto un intersticio 159, de manera que el intersticio 159 desemboca en un espacio de remando 161 para partículas. El espacio de remanso 161 está conectado a través de un conducto de retorno 162, que se extiende a través del segundo estator 147, con el segundo canal de aspiración 155. Otro intersticio 169 está previsto sobre el lado opuesto del rodete 156. Este intersticio 169 se encuentra entre el elemento colector de fluido 154 y el rodete 156. El intersticio 169 desemboca en un espacio de remanso 171, que está delimitado por el elemento colector de fluido 154, por el rodete 156 así como por la pieza de transición 93. En este espacio de remanso 171 se introducen partículas arrastradas con la corriente de fluido y se descargan a través de un conducto de retorno 172. Un segundo intersticio 170 se prolonga desde el espacio de remanso 171 entre el rodete 156 y la pieza de transición 93. Este segundo intersticio tiene una anchura esencialmente menor que el conducto de retorno 172 y puede estar equipado, además, con estructuras internas, que elevan la resistencia a la circulación, como por ejemplo una estructura del tipo de laberinto, que no se representa en detalle en el dibujo. Esto tiene como consecuencia que la circulación de fluido cargada con partículas es retornada desde el espacio de remanso 171 con preferencia a través del conducto de retorno 172 hasta el canal de aspiración 155.

La figura 7 muestra una bomba centrífuga de acuerdo con la disposición de la figura 6. Entre la primera fase y la segunda fase puede estar dispuesta una tercera fase o pueden estar dispuestas una pluralidad de fases. Con preferencia, el número de las fases sobre el lado, que está más próximo al racor de aspiración 103, es igual al número de las fases sobre el lado opuesto de la pieza de transición 93.

La figura 7 muestra tres fases entre el racor de aspiración 103 y la pieza de transición 93 así como tres fases en disposición en simetría de espejo, que están dispuestas entre la carcasa 90 y la pieza de transición 93. Para la descripción de la primera fase se remite a la figura 6. Los componentes del mismo tipo presentan los mismos signos de referencia que en la figura 6. El elemento colector de fluido 114 de la primera fase está constituido diferente que el elemento colector de fluido 123 de la figura 6, porque desemboca en un canal colector 115, que conduce hacia una segunda fase, que está constituida igual que la primera fase.

Por medio del segundo rodete 116 se puede transportar el fluido 102 desde el canal de aspiración 115 hacia el canal de aspiración 125 que conduce desde el rodete 116 para la segunda fase. El rodete 116 contiene un espacio hueco,

en el que entra el fluido que procede desde el canal de aspiración 115 Y se desplaza en rotación, cuando el rodete realiza un movimiento de rotación alrededor del eje de la bomba 73. El árbol de la bomba 84 está conectado con un motor de accionamiento no representado, por medio del cual el árbol de la bomba 84 y con él el rodete 116 se pueden desplazar en un movimiento giratorio. El rodete 116 es giratorio en un estator fijos estacionario 117. El fluido 102 entra en un espacio hueco del rodete 116 y es acelerado a través del rodete 116. El espacio hueco se puede ensanchar del tipo de difusor en el rodete, de manera que la velocidad del fluido se convierte al menos parcialmente en energía de presión, es decir, que se produce una elevación de la presión en la zona de los orificios de salida del rodete. El fluido 102 es introducido en el canal de aspiración 125, que se inicia en el elemento colector de fluido 124 fijo estacionario. El elemento colector de fluido 124 es parte del estator 117.

Entre el estator 117 y el rodete 116 se encuentra un intersticio 119, que separa de esta manera el rodete giratorio 116 desde el estator 117. El intersticio 119 desemboca en un espacio de remanso 121 para partículas. El espacio de remanso 121 está conectado a través de un conducto de retorno 122, que se extiende en el estator 107. Varios conductos de retorno pueden estar previstos, en particular varios conductos de retorno distribuidos sobre el espacio de remanso 121 en forma de anillo.

En la segunda fase se conecta una tercera fase. Por medio del rodete 126 se puede transportar el fluido 102 desde el canal de aspiración 125 hacia el canal de aspiración 135, que conduce hacia una cuarta fase. El rodete 126 contiene un espacio hueco, en el que entre el fluido que procede desde el canal de aspiración 125 y se desplaza en rotación cuando el rodete ejecuta un movimiento de rotación alrededor del eje de la bomba 74, de manera que el modo de funcionamiento corresponde a las dos fases precedentes. El fluido 102 se introduce en un canal, que se encuentra en un elemento colector de fluido fijo estacionario 134. El elemento colector de fluido 134 es parte del estator 117. El elemento fluido que se encuentra en el canal es introducido a través de una pieza de transición 93 en una sección de canal exterior 85, que es parte del canal de aspiración 135, que conduce hacia la cuarta fase.

Entre el estator 117 y el rodete 126 se encuentra un intersticio 128, que separa de esta manera el rodete giratorio 126 del estator 117. El intersticio 129 desemboca en un espacio de remando 131 para partículas. El espacio de remando 131 está conectado a través de un conducto de retorno 132 que se extiende en el estator 117 con el canal de aspiración 125. Varios conductos de retorno pueden estar previstos, en particular varios conductos de retorno distribuidos sobre el espacio de remando 131 en forma de anillo.

En la figura 7, la cuarta fase presenta un rodete 136, que está dispuesto en simetría de espejo con los rodetes (106, 116, 126) de las tres primeras fase. Evidentemente, el número de las fases con rodetes orientados iguales puede ser discrecional, la figura 6 y la figura 7 muestran sólo dos de los ejemplos de realización posibles. En la figura 7, por lo tanto, la tercera y la cuarta fases están dispuestas simétricamente alrededor de la pieza de transición 93, que no se diferencia en su estructura de la pieza de transición de la figura 6.

En la cuarta fase se conectan una quinta y una sexta fase. Desde la sexta fase parte el fluido a través del canal de conexión 157 dispuesto en la zona de transición 93 hacia el racor de presión 104.

En particular, el canal de aspiración 135 presenta una sección exterior del canal 85, que está dispuesta fuera de los estatores (127, 137, 147), así como un canal de conexión 86 para la conexión de la sección exterior del canal 85 con una pieza de canal 87, que conduce hacia el lado de aspiración del cuarto rodete 136.

Por medio del cuarto rodete 136 se puede transportar el fluido 102 desde el canal de aspiración 135 hacia el canal de aspiración 145 que parte desde el rodete 136 para la quinta fase. Por lo demás, el rodete 136 no se diferencia en su tipo de construcción de los rodetes precedentes. El rodete 136 es giratorio en un estator 127 fijo estacionario. El estator 127 tiene otro tipo de construcción porque contiene el canal de conexión 86, que es necesario para conducir el fluido 102 en esta disposición hacia el lado de aspiración del rodete 136. El fluido 102 circula a través del rodete 136 y es introducido a continuación en el canal de aspiración 145, que comienza en el elemento colector de fluido 144 fijo estacionario. El elemento colector de fluido 144 es parte del estator 137.

Entre el estator 127 y el rodete 136 se encuentra un intersticio 139, que separa el rodete giratorio 136 del estator 127. El intersticio 139 desemboca en un espacio de remanso 141 para partículas. El espacio de remanso 141 está conectado a través de un conducto de retorno 142, que se extiende en el estator 127, con el canal de aspiración 135. Varios conductos de retorno pueden estar previstos, en particular varios conductos de retorno distribuidos sobre el espacio de remanso 141 en forma de anillo.

El canal de aspiración 135 presenta en esta disposición en simetría de espejo una particularidad, que se describirá con más detalle en la figura 8. Este canal de aspiración está conectado sobre el lado alejado de los rodetes 106, 126, 136, 146, 156 con un espacio, que presenta una presión más reducida, en el que predomina en particular esencialmente la presión que se aplica en el racor de aspiración 103.

Por medio del quinto rodete 146 se puede transportar el fluido 102 desde el canal de aspiración 145 hacia el canal

de aspiración 155 que parte desde el rodete 146 para la sexta fase. Por lo demás, el rodete 146 no se diferencia en su tipo de construcción de los rodetes anteriores. El rodete 146 es giratorio en un estator 147 fijo estacionario. El canal de aspiración 155 comienza con el elemento colector de fluido fijo estacionario 154. El elemento colector de fluido 154 está configurado como una parte del estator 137. El estator 147 está directamente adyacente al estator 137.

Entre el elemento colector de fluido 154 y el rodete 146 se encuentra un intersticio 149, que separa el rodete 146 giratorio del estator 147, al que pertenece el elemento colector de fluido 154. El intersticio 149 desemboca en un espacio de remanso 151 para partículas. El espacio de remanso 151 está conectado a través de un conducto de retorno 152, que se extiende en el estator 137, con el canal de aspiración 145. Varios conductos de retorno pueden estar previstos, en particular varios conductos de retorno distribuidos sobre el espacio de remanso 151 en forma de anillo.

En la quinta fase se conecta una sexta fase, que configura la última fase de la bomba centrífuga de varias fases.

El sexto rodete 156 se encuentra sobre el lado opuesto de la pieza de transición 93 y está separado de la pieza de transición 93 por un intersticio. La pieza de transición 93 está fija estacionaria, es decir, que puede ser una parte de la carcasa 90 de la bomba o puede estar conectada fijamente con la carcasa de la bomba. La pieza de transición 93 está engastada entre el elemento colector de fluido 123 de la primera fase y el elemento colector de fluido 154 de la sexta fase, de manera que el elemento colector de fluido 154 se encuentra esencialmente en posición en simetría de espejo con respecto al elemento colector de fluido 123. Entre la pieza de transición 93 y el árbol de la bomba 84 puede estar previsto un elemento espaciador 94, que gira al mismo tiempo que el árbol de la bomba. También el elemento espaciador 94 está separado entonces por un intersticio estrecho de la pieza de transición 93.

La sexta fase comprende, por lo tanto, el sexto rodete 156, de manera que a través del sexto rodete 156 se puede transportar el fluido 102 desde el canal de aspiración 155 desde la primera fase hacia un racor de presión 104. El sexto rodete 156 está dispuesto de forma giratoria en el estator 147. El modo de funcionamiento del sexto rodete 156 corresponde al modo de funcionamiento de los rodetes anteriores, de manera que el fluido es transportado en un canal que se encuentra en el elemento colector de fluido 154, que puede estar configurado en particular en forma de anillo. El rodete 156 y/o el canal pueden estar configurados del tipo de difusor, de manera que la velocidad del fluido generada por medio del rodete 156 se puede recuperar al menos parcialmente como energía de presión. En el canal se conecta un canal de conexión 157, que atraviesa la pieza de transición y que desemboca en el racor de presión 104.

Entre el estator 147 y el rodete 156 está dispuesto un intersticio 159, de manera que el intersticio 159 desemboca en un espacio de remanso 161 para partículas. El espacio de remanso 161 está conectado a través de un conducto de retorno 162, que se extiende a través del estator 147, con el segundo canal de aspiración 155. Otro intersticio 169 está previsto sobre el lado opuesto del rodete 156. El intersticio 169 se encuentra entre el elemento colector de fluido 154 y el rodete 156. El intersticio 169 desemboca en un espacio de remanso 171, que está delimitado por el elemento colector de fluido 154, por el rodete 156 así como por la pieza de transición 93. En este espacio de remanso 171 se introducen partículas arrastradas con la corriente de fluido y se descargan a través de un conducto de retorno 172. Otro intersticio 170 se prolonga desde el espacio de remanso 171 entre el rodete 156 y la pieza de transición 93. Este segundo intersticio tiene una anchura esencialmente menor que el conducto de retorno 172 y puede estar configurado, además, con estructuras internas, que elevan la resistencia a la circulación, como por ejemplo una estructura del tipo de laberinto, que no se representa en el dibujo. Esto tiene como consecuencia que la circulación de fluido cargada de partículas sea retornada desde el espacio de remanso 171 con preferencia a través del conducto de retorno 172 hacia el canal de aspiración 155.

La figura 8 muestra un detalle de una bomba centrífuga según la figura 6 o la figura 7. En la disposición según la figura 6 o la figura 7 resulta la necesidad de alimentar el fluido 102 precomprimido en la primera fase o en la primera parte de las fases hacia la segunda fase o la segunda parte de la fase, que están dispuestas en simetría de espejo con la primera fase o la primera parte de las fases.

A tal fin, se conduce el fluido en el canal de aspiración 155 (figura 6) o bien 135 (figura 7) hacia el rodete correspondiente de la fase correspondiente. La figura 8 muestra en este caso un fragmento ampliado, que muestra la cuarta fase, así como una parte del canal de aspiración, que conduce hacia la cuarta fase. El fragmento muestra una parte de la sección exterior del canal 85 del canal de aspiración (135, 155), que está dispuesta entre una sección de carcasa, no designada en detalle, y los estatores (127, 137, 147). La sección exterior del canal 85 pasa al canal de conexión 86, que conduce a través del estator 127. El canal de conexión 86 desemboca en la pieza de canal 87, que realiza al mismo tiempo la rotación del árbol de la bomba 84 alrededor del eje de la bomba 73. La pieza de canal 87 desemboca en el rodete 136 o bien 156 para la forma de realización según la figura 6.

Desde el canal de conexión 86 parte un intersticio 89, que está dispuesto entre el estator (127, 147) y un elemento de desviación 88 giratorio con el árbol de la bomba 73, de manera que el intersticio 89 desemboca en un espacio de

remanso 91, desde el que se ramifica un conducto de retorno 92, que se extiende en el estator (127, 147) o en la carcasa 90 y desemboca en el canal de conexión 86.

El elemento de desviación 88 sirve, entre otras cosas, para desplazar el rotación el fluido 102 que afluye a través del canal de conexión 86, de manera que se puede realizar un ataque de la circulación óptimo del rodete 136. Por lo demás, el elemento de desviación puede cumplir también la función de un elemento de compensación, para conseguir una compensación de la presión entre la presión del fluido 102 en el canal de conexión 88 y la presión del fluido sobre el lado opuesto del elemento de desviación. La presión del fluido sobre este lado opuesto del elemento de desviación corresponde esencialmente a la presión de aspiración, es decir, la presión en el racor de aspiración (3, 103) según la figura 6 y la figura 7. A continuación del espacio de remanso 91 está previsto también en este caso un intersticio estrecho 95.

Puesto que la presión en el canal de conexión 86 es más alta que en el espacio de fluido 96, resulta en este caso la misma problemática con respecto a la descarga de las partículas en el intersticio 95. Este problema se soluciona de la misma manera que se ha descrito anteriormente en conexión con los intersticios que se encuentran entre los rodetes y los estatores. El fluido que sale a través del intersticio 89 es conducido al espacio de remanso 91. El espacio de remanso así como la transición al conducto de retorno 92 están configurados con preferencia de la misma manera que se ha descrito en conexión con la figura 2b, la figura 3b o la figura 5b. Adicionalmente, sobre el elemento de desviación 88 se puede colocar un elemento de guía 96, por medio del cual se aplica al fluido que circula a través del intersticio 89 una componente de velocidad radial. De esta manera se genera una circulación de fluido que circula en el espacio de remanso 91. Las eventuales partículas arrastradas con el fluido son conducida a través de esta circulación en la dirección de la zona exterior de la pared del espacio de remanso 21. Como zona exterior de la pared se designa la zona del espacio de remanso, que ocupa la distancia máxima con respecto al eje de la bomba 73.

En el intersticio 139 mostrado de la misma manera para comparación entre el rodete 136 y el estator 127 o bien el electro colector de fluido 144 del estator 127 se genera esta circulación circulante del fluido 102, que llega a través del intersticio 139, través del rodete 136 propiamente dicho. Las partículas se acumulan de esta manera en la periferia exterior del espacio de remanso 141 o bien 91. De esta manera, a través del espacio de remanso 91, 141 se configura un canal colector. Una sección de conducto del conducto de retorno 92 correspondiente desemboca en el canal colector, cuya realización puede corresponder a las figuras 2b, 3b, 5b.

Por lo demás, esto se aplica de la misma manera para el conducto de retorno 142, que desemboca de la misma manera en el canal de conexión.

Evidentemente, todas las características, que han sido descritas aquí en conexión con una bomba centrífuga de varias fases, encuentran aplicación también para una bomba centrífuga de una fase y a la inversa. En particular, la bomba centrífuga puede estar configurada como bomba centrífuga de una o más fases.

REIVINDICACIONES

1.- Bomba centrífuga (1, 101), que comprende un dispositivo para la retirada de partículas, en la que la bomba centrífuga comprende un rodete (6, 106), en la que por medio del rodete (6, 106) se puede transportar un fluido (2, 102) a través de un canal de aspiración (5, 105) desde un racor de aspiración (3, 103) hasta un racor de presión (4, 104), en la que el rodete (6, 106) es giratorio en un estator (7, 107), en la que entre el estator (7, 107) y el rodete (6, 106) está dispuesto un intersticio (9, 19, 109), en la que el intersticio (9, 19, 109) desemboca en un espacio de remanso (11, 21, 111) para partículas, **caracterizada** porque el espacio de remanso (11, 21, 111) está conectado a través de un conducto de retorno (12, 112) que se extiende a través del estator (7, 107) con el canal de aspiración (5, 105).

2.- Bomba centrífuga de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el estator (7, 107) comprende un elemento colector de fluido (23, 123) y un elemento de estator (8, 108), en la que el conducto de retorno (12, 112) se extiende en el elemento de estator (8, 108).

3.- Bomba centrífuga de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el conducto de retorno (12) se extiende a través del elemento colector de fluido (23).

4.- Bomba centrífuga (1), que comprende un dispositivo para la retirada de partículas, en la que la bomba centrífuga comprende una primera fase de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores y una segunda fase, en la que la segunda fases comprende un segundo rodete (16, 156), en la que a través del segundo rodete (16, 156) es giratorio en un segundo estator (17, 147), en la que entre el segundo estator (17, 147) y el rodete (16, 156) está dispuesto un intersticio (29, 159), en la que el intersticio (29, 159) desemboca en un espacio de remanso (31, 161) para partículas, **caracterizada** porque el espacio de remanso (31, 161) está conectada a través de un conducto de retorno (22, 162), que se extiende a través del segundo estator (17, 147), con el segundo canal de aspiración (15, 155).

5.- Bomba centrífuga de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende al menos una tercera fase, en la que la tercera fase comprende un tercer rodete (26), en la que a través del tercer rodete (26) se puede transportar el fluido (2) a través de un tercer canal de aspiración (25) desde la segunda fase hacia un racor de presión (4), en la que el tercer rodete (26) es giratorio en un tercer estator (27), en la que entre el tercer estator (27) y el rodete (26) está dispuesto un intersticio (39, 49), en la que el intersticio (39, 49) desemboca en un espacio de remanso (41, 51) para partículas, **caracterizada** porque el espacio de remanso (41, 51) está conectado a través de un conducto de retorno (32, 33), que se extiende en el tercer estator (27), con el tercer canal de aspiración (25).

6.- Bomba centrífuga de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, en la que el estator (17, 27) comprende un elemento colector de fluido (24, 34) y un elemento de estator (18, 28).

7.- Bomba centrífuga de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, en la que la última fase presenta un primera espacio de remanso (41) sobre un primer lado del elemento colector de fluido (2, 34) y un segundo espacio de remanso (51) sobre el lado opuesto del elemento colector de fluido (24, 34).

8.- Bomba centrífuga de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el primer rodete (106) y el segundo rodete (156) presentan una disposición en simetría de espejo con respecto a un plano que está perpendicular al eje de la bomba.

9.- Bomba centrífuga de acuerdo con la reivindicación 8, en la que el segundo canal de aspiración (135, 155) presenta una sección de canal exterior (85), que está dispuesta fuera del segundo estator (127, 137, 147) así como un canal de unión (86) para la conexión de la sección de canal exterior (85) con la pieza de canal (87), que conduce hacia el lado de aspiración del segundo rodete (136, 156), en la que desde el canal de conexión (86) parte un intersticio (89), que está dispuesto entre el segundo estator (127, 147) y un elemento de desviación (88) giratorio con el árbol de la bomba (73), en el que el intersticio (89) desemboca en un espacio de remanso (91), desde el que se ramifica un conducto de retorno (92), que se extiende en el estator (127, 147) o en la carcasa (90) y desemboca en el canal de conexión.

10.- Bomba centrífuga de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 ó 9, en la que entre la primera fase y la segunda fase está dispuesta una tercera fase.

11.- Bomba centrífuga de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que el intersticio (9, 19, 29, 39, 49, 109, 119, 129, 139, 149) comprende un canal colector (13, 113) en forma de anillo y el conducto de retorno (12, 22, 32, 33, 112, 122, 132, 133) presenta una sección de conducto (114), que está dispuesta tangencial al canal colector (113) en forma de anillo.

12.- Bomba centrífuga de acuerdo con la reivindicación 11, en la que la sección de conducto (14) se estrecha en la dirección del flujo del fluido (2), en particular se estrecha cónicamente, o está realizada como ranura, que está

dispuesta en un elemento anular (70), que está conectado con el estator (7).

5 13.- Bomba centrífuga de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 ó 12, en la que la sección de conducto (14) presenta un eje (72), que cubre con una línea radial (71) un plano, en la que el plano forma un ángulo con un plano radial (77), en la que la línea radial (71) pasa, partiendo desde el eje de la bomba (73), a través del punto de intersección (74) del eje (72) con el área de la sección transversal (75) del orificio de entrada y el plano radial (77) está perpendicular al eje de la bomba (73).

10 14.- Bomba centrífuga de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, en la que la sección de conducto presenta un recubrimiento.

15 15.- Bomba centrífuga de acuerdo con la reivindicación 14, en la que el recubrimiento comprende un casquillo, que contiene un material de recubrimiento, en la que el casquillo está insertado en la sección de conducto (14) o en el conducto de retorno (12, 22, 32, 33).

Fig.1

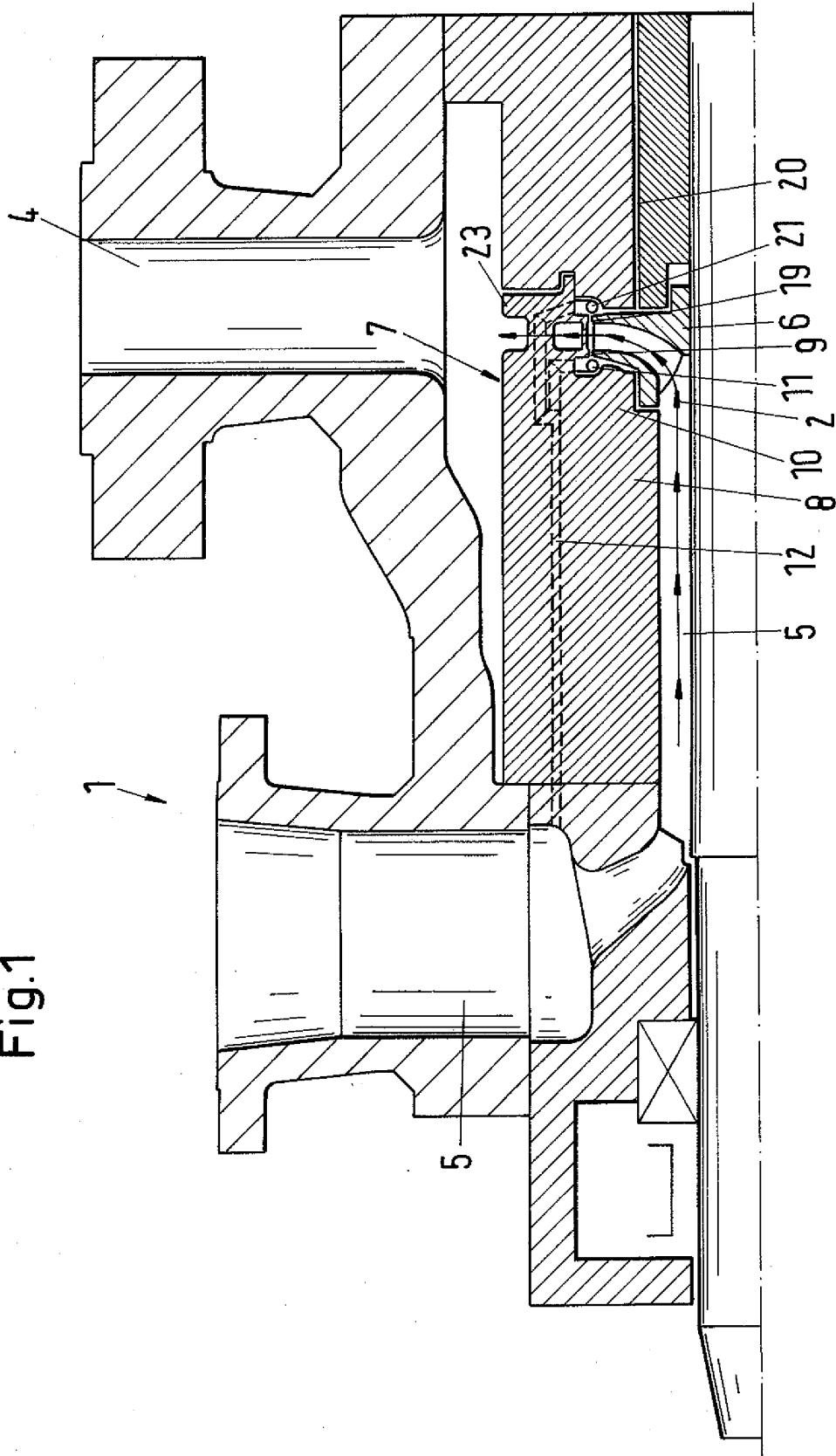


Fig.2a

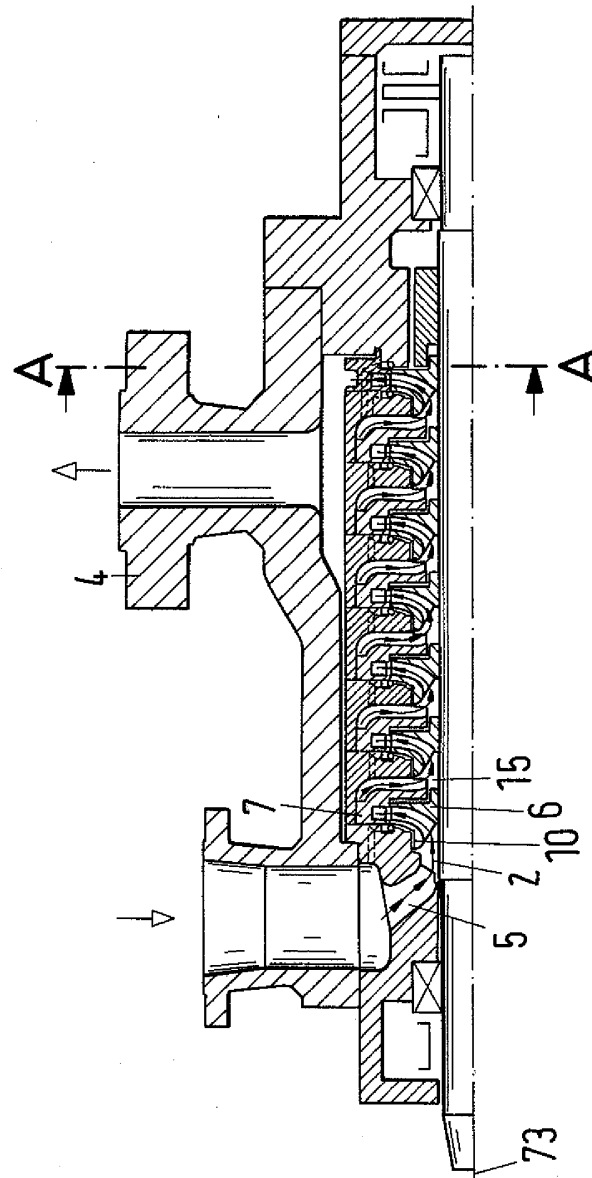


Fig.2b

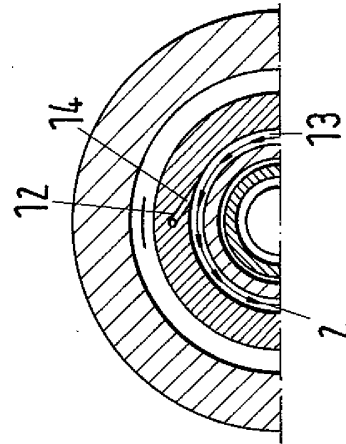


Fig.3a

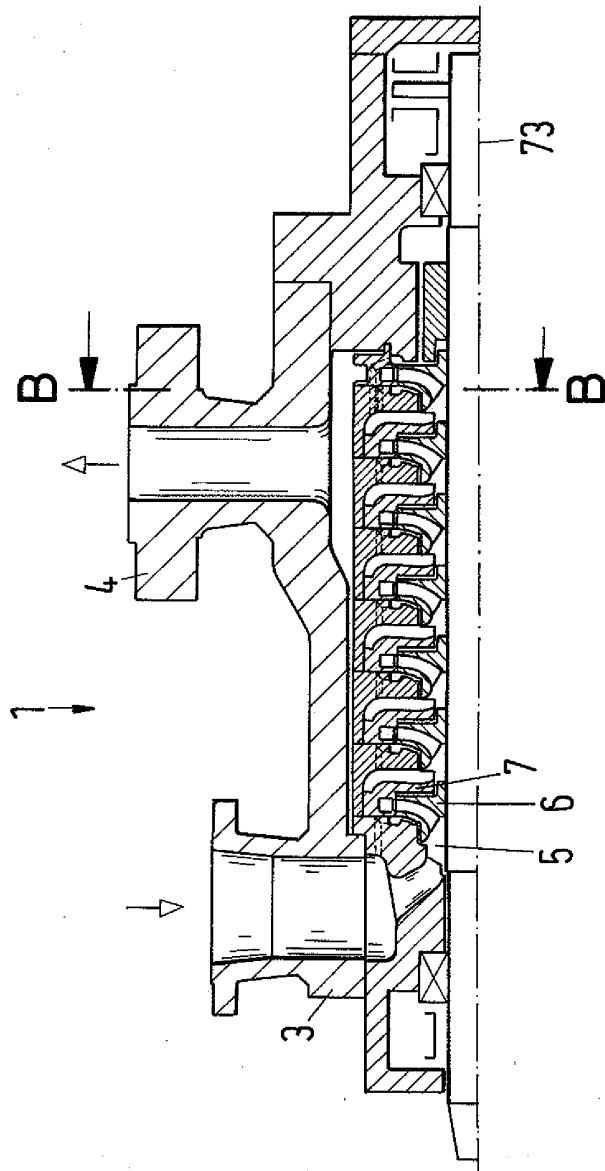


Fig.3b

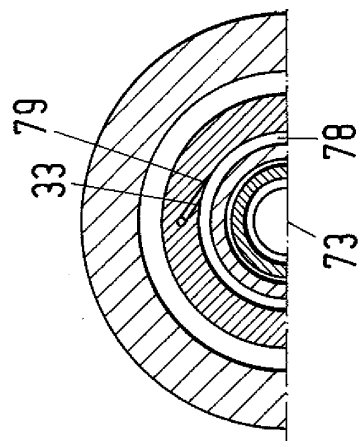


Fig.4

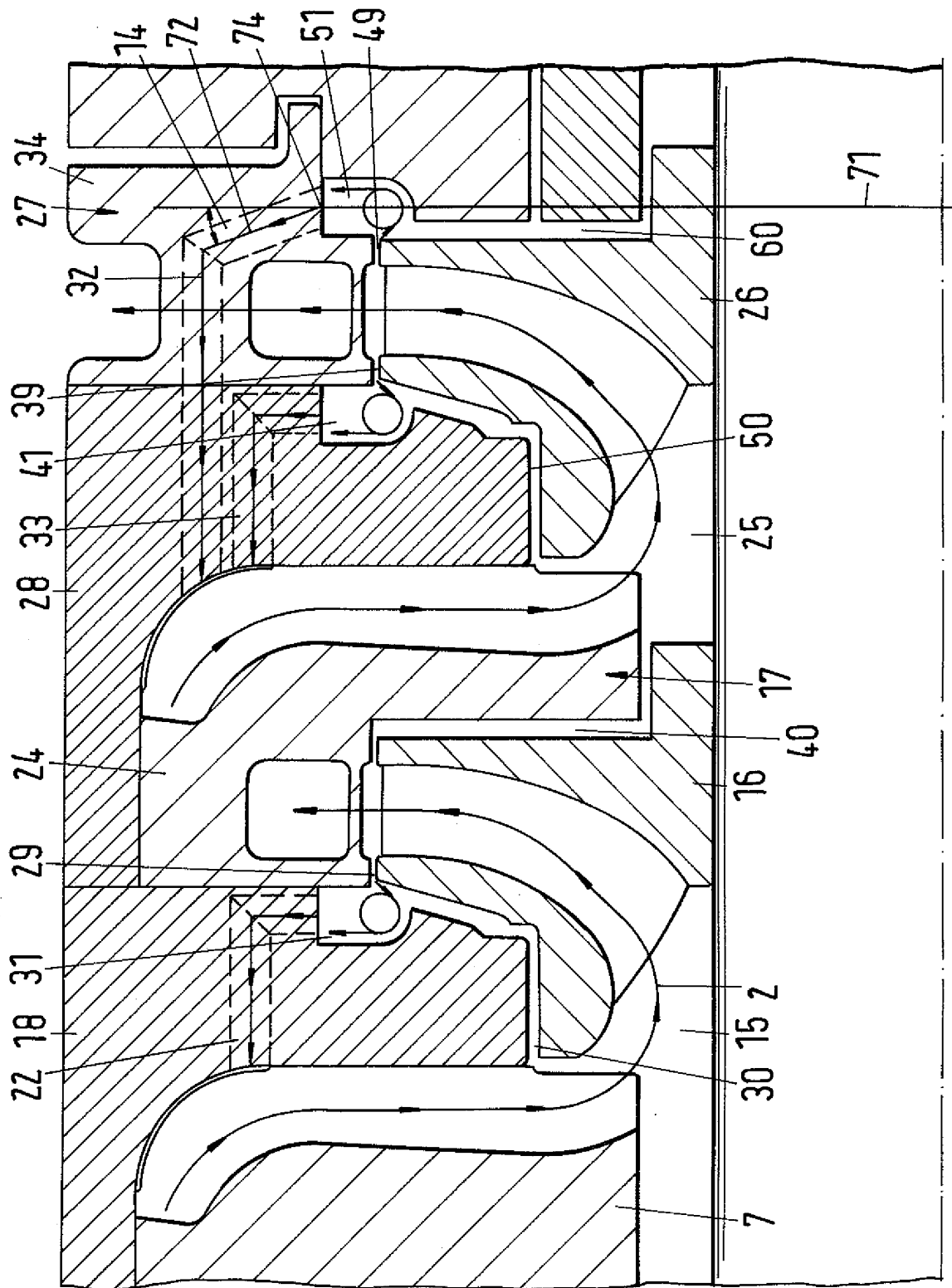


Fig.5a

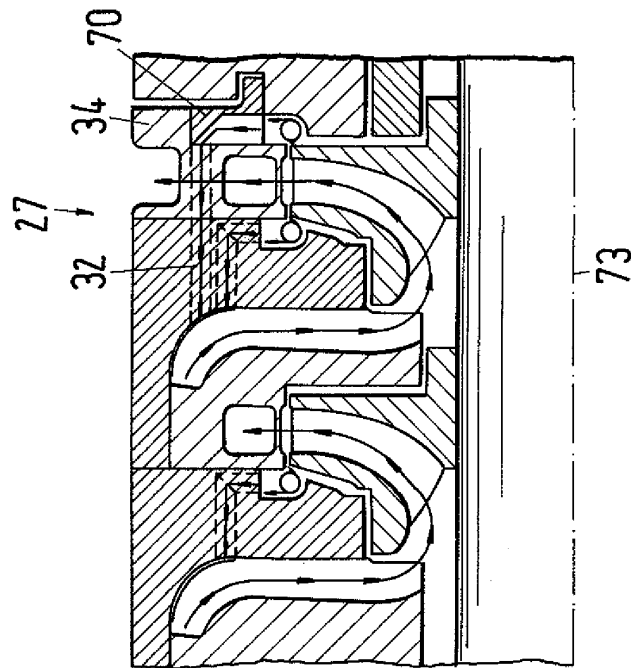


Fig.5b

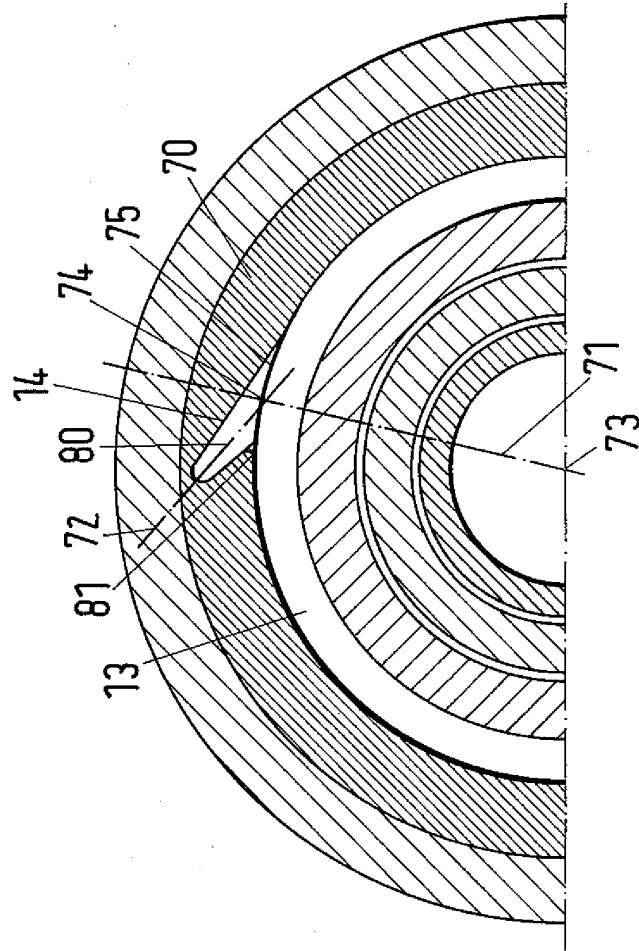


Fig. 6

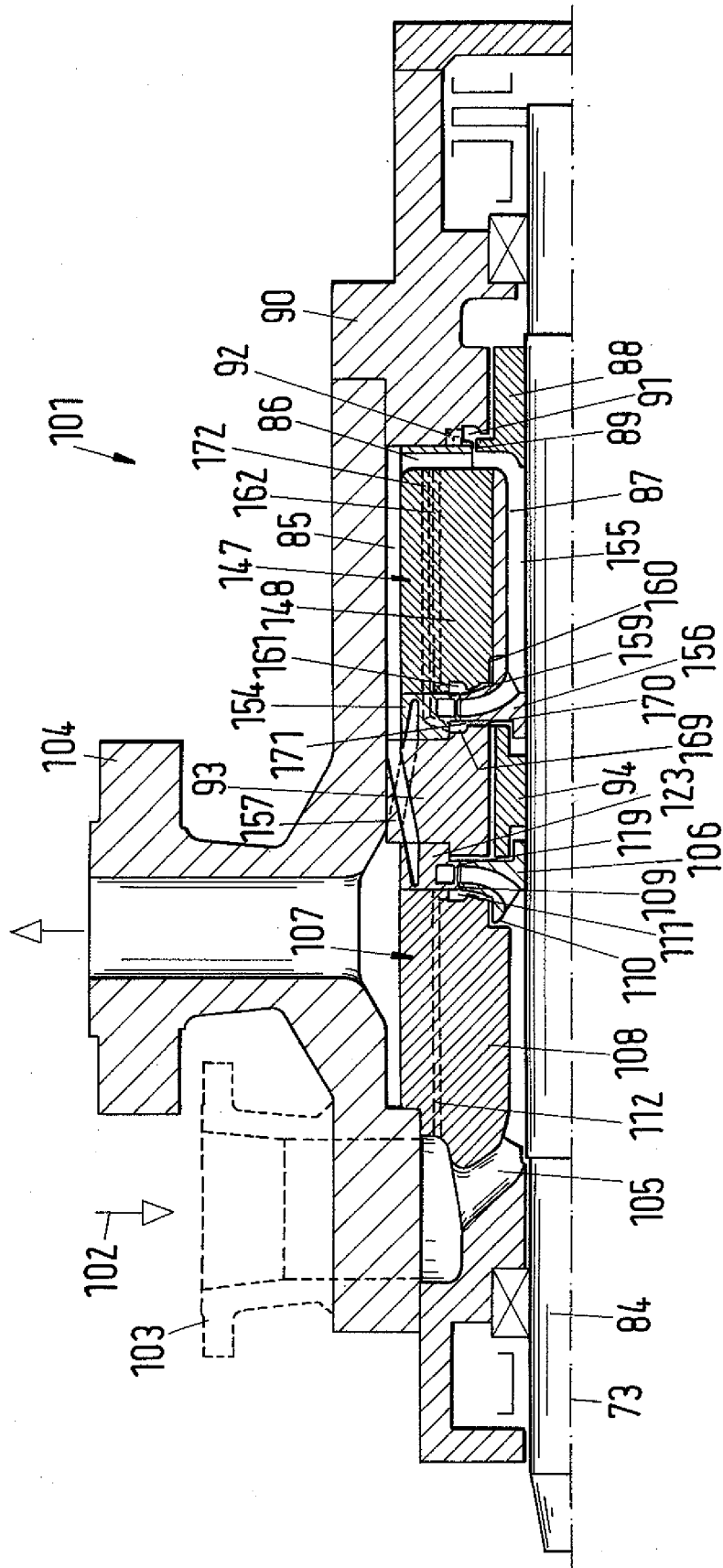


Fig.7

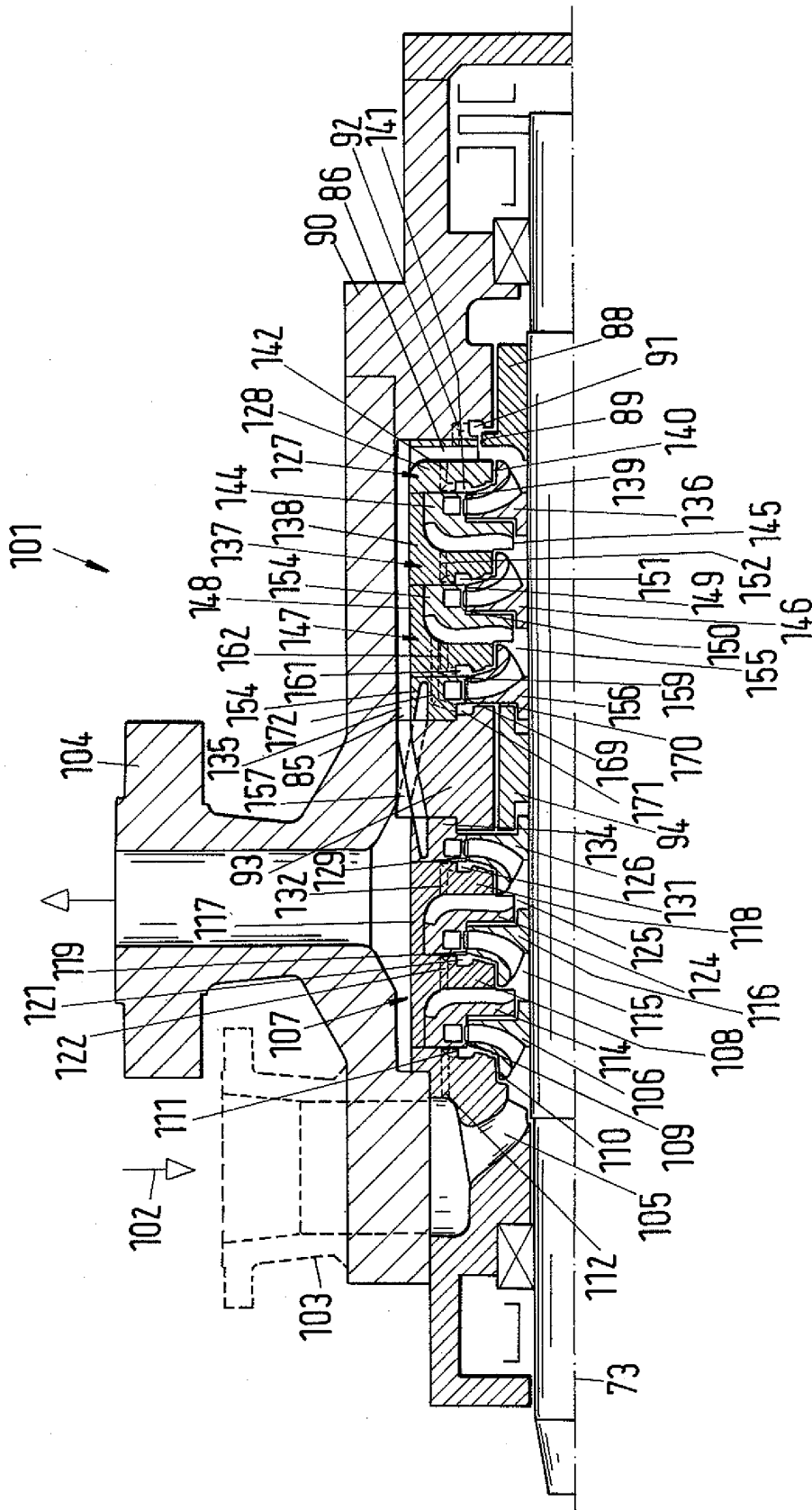


Fig.8

