

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 632**

51 Int. Cl.:

F04D 29/42 (2006.01)

F04D 29/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2011** **E 11717247 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016** **EP 2567099**

54 Título: **Caja de bomba en forma de voluta con nervio divisor**

30 Prioridad:

07.05.2010 EP 10162342

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

28.09.2016

73 Titular/es:

SULZER MANAGEMENT AG (100.0%)
Neuwiesenstrasse 15
8401 Winterthur, CH

72 Inventor/es:

FLÜCKIGER, PATRICK y
RODRIGUES, ARNALDO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 584 632 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

Caja de bomba en forma de voluta con nervio divisor

5 La invención se refiere a una caja de bomba en forma de voluta según el preámbulo de la reivindicación 1, a un método de fabricar una caja de bomba en forma de voluta según el preámbulo de la reivindicación 8 y a una bomba centrífuga incluyendo tal caja de bomba en forma de voluta.

10 Las bombas de caja de voluta son muy comunes. Su elemento característico es la caja de bomba en forma de voluta que, como regla, hace que este tipo de bomba sea reconocible por fuera. Una sección transversal a través de una caja de bomba en forma de voluta típica se representa en la figura 1A. Las bombas de caja de voluta son por lo general de una sola etapa. Las bombas de caja de voluta de dos etapas y de etapas múltiples se usan menos frecuentemente. En algunas aplicaciones se dispone una caja en forma de voluta solamente para la última etapa. Las bombas de caja de voluta de aspiración simple y de aspiración doble se usan frecuentemente.

15 Una caja en forma de voluta incluye por lo general una cámara diseñada para alojar al menos un impulsor que es generalmente del tipo de flujo radial o mezclado y que está montado en un eje para rotación cuando es movido por un motor. La caja incluye además una sección de cámara en forma de voluta para recoger medio bombeado y una sección de canal de descarga para sacar el medio. La sección de canal de descarga se puede disponer tangencialmente a la caja de voluta, o disponer radialmente proporcionando un cuello de cisne. Una sección de canal de aspiración está dispuesta favorablemente axialmente en el caso de cojinetes dispuestos solamente en un lado del impulsor, y radial o tangencialmente en el caso de cojinetes a ambos lados del impulsor.

20 En su realización más simple de una voluta única, la caja puede estar subdividida ampliamente en dos secciones principales que constan de una sección de cámara situada hacia abajo y la sección de canal de descarga situada hacia arriba. El plano o la sección donde la cámara y el canal se unen se define en general como la garganta. El borde delantero de la garganta que separa o guía el flujo desde la cámara al canal se llama labio de tajamar o tajamar y para cualquier longitud dada la superficie superior e inferior que se extiende más allá del labio se denomina la lengua. En el caso de una caja con una pluralidad de volutas o canales de flujo dispuestos alrededor de un impulsor, el número de labios será normalmente igual al número de volutas o canales de flujo. En tales casos, la pared que separa dos canales de flujo contiguos, tal como una sección de cámara en forma de voluta y una sección contigua de canal de descarga, se denomina un nervio o nervio divisor o pared de nervio divisor.

25 En rotación, en las bombas centrífugas se genera un empuje radial por la interacción del impulsor y la caja de bomba. En una bomba de caja de voluta que tiene una sola voluta, el empuje radial es un mínimo cuando la bomba opera en el mejor punto de eficiencia. Cuando la bomba opera fuera del mejor punto de eficiencia, el empuje radial aumenta. Las bombas de caja de voluta que tienen dos o más volutas dispuestas alrededor de un impulsor se desarrollaron para reducir el empuje radial generado al operar la bomba fuera del mejor punto de eficiencia. Los nervios divisores dispuestos en la caja de tales bombas pueden influir en la estabilidad de la curva de rendimiento del cabezal y las inestabilidades en la curva de rendimiento del cabezal pueden manifestarse en tales bombas. Se piensa que esto es debido a separación de flujo a ambos lados del nervio divisor.

35 Un nervio divisor curvado con un grosor dado puede ser definido a lo largo de una línea de curvatura media (véase por ejemplo la figura 2). La línea de curvatura media es una línea de diseño de referencia colocada equidistantemente en todos los puntos entre las superficies superior e inferior del nervio divisor. Para facilitar la interpretación y el diseño, la línea de curvatura media de un nervio divisor curvado puede ser desenrollada a una línea recta. El resultado es que las superficies superior e inferior del nervio divisor siempre son simétricas a lo largo de dicha línea de curvatura media independientemente de a qué se asemejen los perfiles de las superficies superior e inferior en la configuración enrollada.

40 En el estado actual de la tecnología, los diseños de nervio divisor incorporan un grosor constante o variable a lo largo de su longitud. En el caso de nervios divisores con un grosor constante t , la posición en la que el grosor empieza a ser constante está a una distancia L' del borde delantero del nervio divisor, midiéndose L' en la dirección de la línea de curvatura media desenrollada y siendo menor que 1,2 veces el grosor constante t (véase las figuras 4A-4C). Por otra parte, en el caso de nervios divisores con grosor variable, la posición de grosor máximo estará situada en un ángulo de enrollamiento superior a 60 grados comenzando en el borde delantero del nervio divisor. Sin embargo, el diseño convencional de nervio divisor no ha sido capaz de superar la inestabilidad en la curva de rendimiento del cabezal descrita anteriormente.

45 US 6 146 095 A1 describe divisores de voluta de bomba de grosor variable.

50 Un objeto de la presente invención es proporcionar una caja de bomba en forma de voluta, un método de fabricar una caja de bomba en forma de voluta y una bomba centrífuga incluyendo dicha caja de bomba en forma de voluta donde la estabilidad en la curva de rendimiento del cabezal se puede mejorar en comparación con las bombas de caja de voluta convencionales correspondientes.

Este objeto se logra según la invención con la caja de bomba en forma de voluta definida en la reivindicación 1, con el método de fabricar una caja de bomba en forma de voluta definido en la reivindicación 8 y con la bomba centrífuga definida en la reivindicación 13.

5 La caja de bomba en forma de voluta para una bomba centrífuga según la invención incluye una cámara para alojar al menos un impulsor rotativo alrededor de un eje de rotación e incluye además una cámara en forma de voluta que forma un canal de flujo y que contiene un nervio divisor para dividir el canal de flujo formado, por ejemplo, en al menos dos secciones de cámara en forma de voluta. La caja de bomba en forma de voluta se caracteriza porque, en una sección perpendicular al eje de rotación, una línea de curvatura media está colocada equidistantemente entre
10 una superficie interior y otra exterior del nervio divisor, porque el grosor del nervio divisor varía a lo largo de la línea de curvatura media, y para la línea de curvatura media desenrollada a una línea recta hay un máximo en el grosor del nervio divisor, denominándose el grosor en dicho máximo el grosor máximo s , y porque dicho máximo está colocado a una distancia L del borde delantero del nervio divisor donde la distancia L se mide favorablemente en la dirección de la línea de curvatura media desenrollada y es mayor que 1,4 veces el grosor máximo s y menor que 6
15 veces el grosor máximo s . Escrito como fórmula, la distancia L es del rango de

$$1,4 s < L < 6 s.$$

20 Dependiendo de la especificación de la bomba, la distancia L se puede hacer mayor que 1,5 veces el grosor máximo s y menor que 5 veces el grosor máximo s o incluso mayor que 1,8 veces el grosor máximo s y menor que 4,5 veces el grosor máximo s .

25 El nervio divisor puede tener un grosor igual al grosor máximo s a lo largo de una parte del nervio divisor, a condición de que esta parte se coloque dentro del rango antes especificado de la distancia L , midiéndose la distancia L desde el borde delantero del nervio divisor en la dirección de la línea de curvatura media desenrollada. En una variante de realización ventajosa, el nervio divisor tiene un grosor menor que el grosor máximo s adyacente al máximo.

30 Es esencial que el grosor del nervio divisor sea menor que el grosor máximo s para una distancia desde el borde delantero del nervio divisor justo fuera de o junto al rango de la distancia L dado anteriormente. El nervio divisor puede tener, por ejemplo, un grosor fuera del rango de la distancia L dado anteriormente que es 8% o 5% o 3% menor que el grosor máximo s a una distancia de la mitad del grosor máximo s de los límites a partir del rango de la distancia L dado anteriormente.

35 En una realización ventajosa de la caja de bomba en forma de voluta, el nervio divisor tiene una parte de borde delantero, donde en la parte de borde delantero, cada una de las superficies interior y exterior del nervio divisor tiene un ángulo diferente cuando el nervio divisor está enrollado a lo largo de una curvatura en la cámara en forma de voluta. En otra realización ventajosa de la caja de bomba en forma de voluta, el nervio divisor incluye una parte de
40 borde delantero, donde en la parte de borde delantero las superficies interior y exterior del nervio divisor están adaptadas al ángulo de acercamiento de flujo interior y exterior respectivamente cuando el nervio divisor está enrollado a lo largo de una curvatura en la cámara en forma de voluta.

45 Según la invención, el nervio divisor se hace de una pieza, a excepción de una hendidura opcional del nervio divisor producida por una hendidura de la caja de bomba. En otros términos, el nervio divisor 3 se hace solamente a partir de más de una pieza si el nervio divisor está hendido a causa de una hendidura de la caja de bomba. Las cajas de bomba en forma de voluta están hendidas típicamente en dirección axial o radial para facilitar la fabricación. Así, por ejemplo. El nervio divisor puede estar hendido por un plano axial o radial.

50 En otra realización ventajosa de la caja de bomba en forma de voluta, el nervio divisor se hace completamente de metal tal como metal fundido. Además, el nervio divisor y/o el interior de la caja de bomba puede estar recubierto por ejemplo con un recubrimiento orgánico o inorgánico tal como un recubrimiento cerámico o metálico.

55 Independientemente de la realización o variante de realización, el nervio divisor forma favorablemente una parte integral con la cámara en forma de voluta y/o con la caja de bomba en forma de voluta.

60 El método de fabricar una caja de bomba en forma de voluta según la invención para una bomba centrífuga con una cámara para alojar al menos un impulsor rotativo alrededor de un eje de rotación y con una cámara en forma de voluta que forma un canal de flujo y que contiene un nervio divisor para dividir el canal de flujo formado se caracteriza porque el método incluye colocar una línea de curvatura media equidistantemente entre una superficie interior y otra exterior del nervio divisor en una sección perpendicular al eje de rotación, variar el grosor del nervio divisor a lo largo de la línea de curvatura media, proporcionar un máximo del grosor del nervio divisor para la línea de curvatura media desenrollada a una línea recta, denominándose el grosor en dicho máximo el grosor máximo s , y colocar dicho máximo a una distancia L del borde delantero del nervio divisor donde la distancia L se mide favorablemente en la dirección de la línea de curvatura media desenrollada y es mayor que 1,4 veces el grosor
65 máximo s y menor que 6 veces el grosor máximo s .

También es esencial para el método de la presente invención que la caja de bomba en forma de voluta incluya todos los elementos de la reivindicación 1.

5 En una realización ventajosa del método, la caja de bomba en forma de voluta y el nervio divisor completo o parte del nervio divisor se forman conjuntamente. En otra realización ventajosa del método, la caja de bomba en forma de voluta y el nervio divisor completo o parte del nervio divisor se forman por vaciado.

10 En otra realización ventajosa del método, el nervio divisor se hace de una pieza, a excepción de una hendidura opcional del nervio divisor producida por una hendidura de la caja de bomba. En otra realización ventajosa del método, el nervio divisor se hace completamente de metal tal como metal fundido. Además, el nervio divisor puede estar recubierto, por ejemplo, con un recubrimiento orgánico o inorgánico tal como un recubrimiento cerámico o metálico.

15 La invención incluye además una bomba centrífuga según la reivindicación 13, es decir, una bomba que tiene una caja de bomba en forma de voluta según la reivindicación 1.

20 La caja de bomba en forma de voluta, el método de fabricar una caja de bomba en forma de voluta y la bomba centrífuga según la invención tienen la ventaja de que permiten mejorar la estabilidad de la curva de rendimiento del cabezal debido a mayor flexibilidad en la adaptación del ángulo de acercamiento de flujo interior y exterior a las superficies respectivas del nervio divisor. Esto minimiza el riesgo de separación de flujo a ambos lados del nervio que también se puede manifestar en vibraciones de la bomba. La caja de bomba en forma de voluta, el método de fabricar una caja de bomba en forma de voluta y la bomba centrífuga según la invención tienen la capacidad añadida de controlar el cabezal de cierre con el cambio de los ángulos de curvatura de las superficies superior e inferior dentro de la distancia L del borde delantero del nervio divisor. Minimizando más la separación de flujo se incrementa ventajosamente la capacidad de difusión de la caja debido a pérdidas secundarias minimizadas. El diseño de nervio divisor descrito anteriormente también significa un grosor localmente incrementado donde por lo general se observan esfuerzos residuales más altos, y un grosor reducido en la longitud restante del nervio divisor donde el grosor grande requerido al inicio del nervio divisor tendería a estar sobredimensionado. Cuando la posición de grosor máximo del nervio divisor está fuera del rango especificado anteriormente y más próximo al borde delantero del nervio divisor, el efecto de estabilización en la curva de rendimiento del cabezal es débil o despreciable. Cuando la posición de grosor máximo del nervio divisor está más allá del rango especificado anteriormente, el efecto de estabilización en la curva de rendimiento del cabezal es más débil y/o la eficiencia disminuye.

35 La descripción anterior de las realizaciones y variantes sirve simplemente como un ejemplo. Otras realizaciones ventajosas se pueden ver en las reivindicaciones dependientes y el dibujo.

40 La invención se explicará a continuación con más detalle con referencia a la realización específica y con referencia al dibujo.

La figura 1A es una vista en sección perpendicular al eje de rotación de una caja de bomba en forma de voluta convencional que tiene un nervio divisor.

45 La figura 1B es una vista en sección axial de una bomba centrífuga convencional que tiene una caja de bomba en forma de voluta según la figura 1A.

La figura 2 es una vista detallada de una sección perpendicular a un eje de rotación a través de un nervio divisor enrollado arbitrario.

50 La figura 3 es una vista detallada de una sección axial a través de un nervio divisor y paredes laterales adyacentes de una caja de bomba en forma de voluta convencional.

55 Las figuras 4A-C son vistas detalladas de secciones perpendiculares a un eje de rotación de tres nervios divisores desenrollados diferentes convencionales.

La figura 5A es una vista detallada de una sección perpendicular a un eje de rotación de una realización de un nervio divisor según la invención, con la línea de curvatura media desenrollada a una línea recta.

60 La figura 5B es una vista detallada de una sección perpendicular a un eje de rotación de una realización de un nervio divisor según la invención, con la línea de curvatura media enrollada a lo largo de una curvatura.

La figura 6A es un diagrama de curvas de rendimiento de cabezal de bombas de caja de voluta según la técnica anterior y según la invención.

65 Y la figura 6B es un segundo diagrama de diferentes curvas de rendimiento de cabezal de bombas de caja de voluta según la técnica anterior y según la invención.

La figura 1A representa una sección perpendicular al eje de rotación a través de una caja de bomba en forma de voluta convencional 1 para una bomba centrífuga. La caja de bomba en forma de voluta incluye una cámara para alojar al menos un impulsor rotativo alrededor de un eje de rotación e incluye además una cámara en forma de voluta que forma un canal de flujo y que contiene un nervio divisor 3 con un borde delantero 3a para dividir el canal de flujo, por ejemplo, en al menos dos secciones de cámara en forma de voluta 5.1, 5.2 llamadas a continuación secciones de cámara en forma de voluta exterior e interior. En el estado montado de la bomba, las secciones de cámara en forma de voluta exterior e interior están dispuestas alrededor del al menos único impulsor y cada una se extiende típicamente aproximadamente la mitad o parte del círculo. El canal de flujo formado puede incluir además un canal exterior 6.1 y un canal interior 6.2 hacia arriba de las secciones de cámara en forma de voluta exterior e interior 5.1, 5.2 respectivamente. La caja de bomba en forma de voluta incluye además por lo general un conducto de descarga 8 que se puede disponer radialmente como se representa en la figura 1A. Además, se define una garganta 9.1, 9.2 donde las secciones de cámara en forma de voluta exterior e interior se unen al canal exterior e interior respectivamente.

La figura 1B representa una sección axial a través de una bomba centrífuga convencional 10 que tiene una caja de bomba en forma de voluta según la figura 1A. La caja de bomba en forma de voluta 1 incluye una cámara 1.1 para alojar al menos un impulsor 4 rotativo alrededor de un eje de rotación e incluye además una cámara en forma de voluta 1.2 que forma un canal de flujo y que contiene un nervio divisor 3 para dividir el canal de flujo. El impulsor está montado por lo general en un eje 2 para rotación cuando sea movido por un motor. El eje 2 puede ser soportado por cojinetes 2a. Además, se puede disponer una junta estanca 2b, tal como una junta estanca de paquete, para sellar el eje contra la caja de bomba. La caja de bomba en forma de voluta incluye favorablemente una sección de canal de descarga 8 para guiar el medio a expulsar. La sección de canal de descarga se puede disponer tangencialmente a la caja de voluta, o disponerse radialmente proporcionando un cuello de cisne como se representa en la figura 1A. La caja de bomba en forma de voluta puede incluir además una sección de canal de aspiración 7 que está dispuesta favorablemente axialmente en el caso de la bomba centrífuga representada.

La figura 2 representa una vista detallada de una sección perpendicular a un eje de rotación de un nervio divisor arbitrario 3 que tiene una superficie interior y otra exterior 3b, 3c. En la sección representada, las superficies interior y exterior 3b, 3c definen líneas superficiales que se pueden considerar como una línea de envuelta de gran número de círculos que contactan las líneas superficiales desde dentro. Los centros de estos círculos definen una línea de diseño de referencia 3d llamada línea de curvatura media a continuación. La línea de curvatura media 3d está colocada equidistantemente en todos los puntos entre las superficies interior y exterior del nervio divisor 3.

Una vista detallada de una sección axial de un nervio divisor 3 y de paredes laterales adyacentes 4a, 4b de una caja de bomba en forma de voluta convencional se representa en la figura 3. El nervio divisor representado tiene una superficie interior o superior y una superficie exterior o inferior. Las líneas superficiales de dos superficies formadas de forma diferente 3b, 3c y 3b', 3c' se representan en la figura 3 con líneas continuas y de trazos respectivamente. La sección transversal axial del nervio divisor puede estar ahusada por ejemplo hacia el centro entre las paredes laterales como representan líneas superficiales continuas en la figura 3 o la sección transversal axial se puede hacer esencialmente rectangular como representan las líneas superficiales discontinuas.

Las figuras 4A a 4C muestran vistas detalladas de secciones perpendiculares a un eje de rotación de tres nervios divisores convencionales diferentes 3 que incorporan un grosor constante t a lo largo de su longitud a excepción de un redondeo en los bordes delanteros y generalmente también en los bordes de salida (no representados en las figuras 4A a 4C). Por cada nervio divisor 3 representado se define una línea de curvatura media 3d' como se ha descrito en conexión con la figura 2 anterior. Para facilitar la interpretación y el diseño, las líneas de curvatura medias 3d' están desenrolladas a una línea recta en las figuras 4A a 4C.

El nervio divisor 3 representado en la figura 4A está redondeado circularmente en el borde delantero 3a, es decir, la posición 3e en la que el grosor empieza a ser constante está a una distancia L' del borde delantero del nervio divisor, siendo L' aproximadamente la mitad del grosor constante t . Para cada uno de los nervios divisores representados en las figuras 4A a 4C, la distancia L' se mide en la dirección de la línea de curvatura media desenrollada 3d'. El nervio divisor 3 también representado en la figura 4B está redondeado en forma de elipse en el borde delantero 3a, y la posición 3e en la que el grosor empieza a ser constante está a una distancia L' del borde delantero del nervio divisor, siendo L' entre la mitad del grosor constante t y 0,8 veces el grosor t . El nervio divisor 3 también representado en la figura 4C está achaflanado en el borde delantero 3a y la posición 3e en la que el grosor empieza a ser constante está a una distancia L' del borde delantero del nervio divisor, siendo L' menor o igual a 1,2 veces el grosor constante t . Además, los nervios divisores representados en las figuras 4B y 4C pueden incorporar un filete en el borde delantero cuando sea preciso.

La caja de bomba en forma de voluta para una bomba centrífuga según la invención se explica con referencia a las figuras 1A y 5A. La caja de bomba en forma de voluta 1 según la invención incluye una cámara para alojar al menos un impulsor rotativo alrededor de un eje de rotación e incluye además una cámara en forma de voluta que forma un canal de flujo y que contiene un nervio divisor 3 para dividir el canal de flujo, por ejemplo, en al menos dos secciones de cámara en forma de voluta. La caja de bomba en forma de voluta 1 se caracteriza porque, en una sección

perpendicular al eje de rotación, una línea de curvatura media está colocada equidistantemente entre una superficie interior y otra exterior del nervio divisor 3, porque el grosor del nervio divisor varía a lo largo de la línea de curvatura media y para la línea de curvatura media desenrollada a una línea recta 3d' hay un máximo en el grosor del nervio divisor, denominándose el grosor en dicho máximo el grosor máximo s, y porque dicho máximo se coloca a una distancia L del borde delantero 3a del nervio divisor donde la distancia L se mide favorablemente en la dirección de la línea de curvatura media desenrollada 3d' y es mayor que 1,4 veces el grosor máximo s y menor que 6 veces el grosor máximo s.

Una vista detallada de una sección perpendicular al eje de rotación de una realización de un nervio divisor de una caja de bomba en forma de voluta según la invención se representa en la figura 5A. Para el nervio divisor 3 representado se define una línea de curvatura media como se ha descrito en conexión con la figura 2 anterior. Para facilitar la interpretación y el diseño, la línea de curvatura media está desenrollada a una línea recta 3d' en la figura 5A. En la sección representada, las superficies interior y exterior 3b', 3c' definen líneas de superficie superior e inferior respectivamente. El nervio divisor 3 está típicamente redondeado en el borde delantero 3a. El grosor del nervio divisor varía a lo largo de la línea de curvatura media, y para la línea de curvatura media desenrollada a una línea recta 3d' hay un máximo en el grosor del nervio divisor en una posición 3f, denominándose el grosor en dicho máximo el grosor máximo s. Dicho máximo está colocado a una distancia L del borde delantero 3a del nervio divisor donde la distancia L se mide favorablemente en la dirección de la línea de curvatura media desenrollada 3d' y es mayor que 1,4 veces el grosor máximo s y menor que 6 veces el grosor máximo s. Escrito como fórmula, la distancia L es del rango de

$$1,4 s < L < 6 s$$

Dependiendo de la especificación de la bomba, la distancia L se puede hacer mayor que 1,5 veces el grosor máximo s y menor que 5 veces el grosor máximo s o incluso mayor que 1,8 veces el grosor máximo s y menor que 4,5 veces el grosor máximo s.

El nervio divisor 3 puede tener un grosor igual al grosor máximo s a lo largo de una parte del nervio divisor, a condición de que esta parte se coloque dentro del rango especificado anteriormente de la distancia L, midiéndose la distancia L desde el borde delantero 3a del nervio divisor en la dirección de la línea de curvatura media desenrollada 3d'. En una variante de realización ventajosa, el nervio divisor 3 tiene un grosor menor que el grosor máximo s adyacente al máximo.

Según la invención, el grosor del nervio divisor 3 es menor que el grosor máximo s para una distancia desde el borde delantero 3a del nervio divisor justo fuera de o próxima al rango de la distancia L dado anteriormente. El nervio divisor 3 puede tener, por ejemplo, un grosor fuera del rango de la distancia L dado anteriormente que es 8% o 5% o 3% menor que el grosor máximo s a una distancia de la mitad del grosor máximo s de los límites de rango de la distancia L dada anteriormente.

La figura 5B representa una vista más detallada de una sección perpendicular a un eje de rotación de una realización de un nervio divisor según la invención. Para el nervio divisor 3 representado se define una línea de curvatura media 3d como se ha descrito en conexión con la figura 2 anterior, enrollándose la línea de curvatura media a lo largo de una curvatura en la cámara en forma de voluta. En la sección representada, las superficies interior y exterior 3b, 3c definen líneas de superficie superior e inferior respectivamente. El nervio divisor 3 está típicamente redondeado en el borde delantero 3a y el grosor del nervio divisor varía a lo largo de la línea de curvatura media 3d.

En una realización ventajosa de la caja de bomba en forma de voluta 1, el nervio divisor 3 tiene una parte de borde delantero, por ejemplo, una parte de borde delantero incluyendo el rango especificado anteriormente de la distancia L medida en la línea de curvatura media enrollada, donde, en la parte de borde delantero, cada una de las superficies interior y exterior 3b, 3c del nervio divisor tiene un ángulo diferente cuando el nervio divisor está enrollado a lo largo de una curvatura en la cámara en forma de voluta. En otra realización ventajosa de la caja de bomba en forma de voluta 1, el nervio divisor 3 incluye una parte de borde delantero, por ejemplo una parte de borde delantero incluyendo el rango especificado anteriormente de la distancia L medida en la línea de curvatura media enrollada, donde, en la parte de borde delantero, las superficies interior y exterior 3b, 3c del nervio divisor están adaptadas al ángulo de acercamiento de flujo interior y exterior respectivamente cuando el nervio divisor está enrollado a lo largo de una curvatura en la cámara en forma de voluta.

Según la invención, el nervio divisor 3 se hace de una pieza, a excepción de una hendidura opcional del nervio divisor producida por una hendidura de la caja de bomba 1. Las cajas de bomba en forma de voluta están hendidas típicamente en dirección axial o radial para facilitar la fabricación. Así, el nervio divisor 3 puede estar hendido por ejemplo por un plano axial o radial.

En otra realización ventajosa de la caja de bomba en forma de voluta, el nervio divisor 3 se hace completamente de metal tal como metal fundido. Además, el nervio divisor 3 puede estar recubierto, por ejemplo, con un recubrimiento orgánico o inorgánico tal como un recubrimiento cerámico o metálico.

Independientemente de la realización o variante de realización, el nervio divisor 3 forma favorablemente una parte integral con la cámara en forma de voluta y/o con la caja de bomba en forma de voluta 1.

5 El método de fabricar una caja de bomba en forma de voluta según la invención se describe con referencia a las figuras 1A y 5A. El método de fabricar una caja de bomba en forma de voluta 1 para una bomba centrífuga con una cámara para alojar al menos un impulsor rotativo alrededor de un eje de rotación y con una cámara en forma de voluta que forma un canal de flujo y que contiene un nervio divisor 3 para dividir el canal de flujo formado incluye colocar una línea de curvatura media equidistantemente entre una superficie interior y otra exterior del nervio divisor 3 en una sección perpendicular al eje de rotación, variar el grosor del nervio divisor a lo largo de la línea de curvatura media, proporcionar un máximo en el grosor del nervio divisor para la línea de curvatura media desenrollada a una línea recta 3d', denominándose el grosor en dicho máximo el grosor máximo s, y colocar dicho máximo a una distancia L del borde delantero 3a del nervio divisor donde la distancia L se mide favorablemente en la dirección de la línea de curvatura media desenrollada 3d' y es mayor que 1,4 veces el grosor máximo s y menor que 6 veces el grosor máximo s.

En una realización ventajosa del método, la caja de bomba en forma de voluta 1 y el nervio divisor completo 3 o parte del nervio divisor se forman conjuntamente. En otra realización ventajosa del método, la caja de bomba en forma de voluta 1 y el nervio divisor completo 3 o parte del nervio divisor se forman por vaciado. El perfil final se puede lograr, por ejemplo, uniendo piezas y/o elementos que incorporan el perfil final si parte del nervio divisor se forma por vaciado.

Según el método de la invención, el nervio divisor 3 se hace de una pieza, a excepción de una hendidura opcional del nervio divisor producida por una hendidura de la caja de bomba 1. En otra realización ventajosa del método, el nervio divisor 3 se hace completamente de metal tal como metal fundido. Además, el nervio divisor 3 puede estar recubierto, por ejemplo, con un recubrimiento orgánico o inorgánico tal como un recubrimiento cerámico o metálico.

La invención incluye además una bomba centrífuga 10 que tiene una caja de bomba en forma de voluta 1 según una de las realizaciones y variantes de realización descritas anteriormente.

Un diagrama de curvas de rendimiento de cabezal de bombas de caja de voluta según la técnica anterior y según la invención se representa en la figura 6A. El diagrama representa el cabezal de bomba H en función del flujo volumétrico Q. Una primera curva de rendimiento del cabezal 11 de una bomba de caja de voluta según la técnica anterior exhibe un cabezal de cierre medio. Una segunda y una tercera curva de rendimiento del cabezal 12.1, 12.2 de una bomba de caja de voluta según la invención exhiben cabezales de cierre que son más altos y más bajos que el cabezal de cierre de la curva 11. Así, el diseño del nervio divisor de la bomba en forma de voluta según la invención permite controlar el cabezal de cierre en un rango H_0 cambiando los ángulos de curvatura.

Un segundo diagrama de curvas de rendimiento de cabezal de bombas de caja de voluta según la técnica anterior y según la invención se representa en la figura 6B. El diagrama representa el cabezal de bomba H en función del flujo volumétrico Q. Una primera y una segunda curva de rendimiento del cabezal 11.1, 11.2 de dos bombas de caja de voluta según la técnica anterior exhiben claramente inestabilidades mientras que una tercera curva de rendimiento del cabezal 12 de una bomba de caja de voluta según la invención exhibe un comportamiento estable debido a las características de diseño del nervio divisor descritas anteriormente en conexión con las figuras 5A y 5B.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Caja de bomba en forma de voluta (1) para una bomba centrífuga incluyendo una cámara para alojar al menos un impulsor rotativo alrededor de un eje de rotación e incluyendo una cámara en forma de voluta que forma un canal de flujo y que contiene un nervio divisor (3) para dividir el canal de flujo formado, donde el nervio divisor (3) se hace de una pieza, a excepción de una hendidura opcional del nervio divisor producida por una hendidura de la caja de bomba (1),
- 10 donde, en una sección perpendicular al eje de rotación, una línea de curvatura media (3d) está colocada equidistantemente entre una superficie interior y otra exterior (3b, 3c) del nervio divisor (3), donde el grosor del nervio divisor varía a lo largo de la línea de curvatura media y para la línea de curvatura media desenrollada a una línea recta (3d') hay un máximo en el grosor del nervio divisor, denominándose el grosor en dicho máximo el grosor máximo s, **caracterizada porque** dicho máximo está colocado a una distancia L del borde delantero (3a) del nervio divisor donde la distancia L es del rango entre 1,4 veces el grosor máximo s y 6 veces el grosor máximo s, donde,
- 15 para una distancia desde el borde delantero (3a) del nervio divisor justo fuera del rango de la distancia L, el grosor del nervio divisor (3) es menor que el grosor máximo s.
- 20 2. Caja de bomba en forma de voluta según la reivindicación 1, donde la distancia L es del rango de entre 1,5 veces el grosor máximo s y 5 veces el grosor máximo s.
3. Caja de bomba en forma de voluta según la reivindicación 1 o 2, donde la distancia L es del rango de entre 1,8 veces el grosor máximo s y 4,5 veces el grosor máximo s.
- 25 4. Caja de bomba en forma de voluta según una de las reivindicaciones precedentes, donde junto al máximo el nervio divisor (3) tiene un grosor menor que el grosor máximo s.
- 30 5. Caja de bomba en forma de voluta según una de las reivindicaciones precedentes, donde el nervio divisor (3) tiene una parte de borde delantero, y donde, en la parte de borde delantero, cada una de las superficies interior y exterior (3b, 3c) del nervio divisor tiene un ángulo diferente cuando el nervio divisor se enrolla a lo largo de una curvatura en la cámara en forma de voluta.
- 35 6. Caja de bomba en forma de voluta según una de las reivindicaciones precedentes, donde el nervio divisor (3) tiene una parte de borde delantero, y donde, en la parte de borde delantero, las superficies interior y exterior (3b, 3c) del nervio divisor están adaptadas al ángulo de acercamiento de flujo interior y exterior respectivamente cuando el nervio divisor está enrollado a lo largo de una curvatura en la cámara en forma de voluta.
- 40 7. Caja de bomba en forma de voluta según una de las reivindicaciones precedentes, donde el nervio divisor (3) forma una parte integral con la cámara en forma de voluta y/o con la caja de bomba en forma de voluta (1).
- 45 8. Método de fabricar una caja de bomba en forma de voluta (1) según una de las reivindicaciones precedentes para una bomba centrífuga con una cámara para alojar al menos un impulsor rotativo alrededor de un eje de rotación y con una cámara en forma de voluta que forma un canal de flujo y que contiene un nervio divisor (3) para dividir el canal de flujo formado,
- 50 **caracterizado porque** el método incluye colocar una línea de curvatura media (3d) equidistantemente entre una superficie interior y otra exterior (3b, 3c) del nervio divisor (3) en una sección perpendicular al eje de rotación, variar el grosor del nervio divisor a lo largo de la línea de curvatura media, proporcionar un máximo en el grosor del nervio divisor para la línea de curvatura media desenrollada a una línea recta (3d'), denominándose el grosor en dicho máximo el grosor máximo s, y colocar dicho máximo a una distancia L del borde delantero (3a) del nervio divisor donde la distancia L es mayor que 1,4 veces el grosor máximo s y menor que 6 veces el grosor máximo s.
- 55 9. Método según la reivindicación 8, donde el nervio divisor (3) se hace de una pieza, a excepción de una hendidura opcional del nervio divisor producida por una hendidura de la caja de bomba (1).
- 60 10. Método según la reivindicación 8 o 9, donde la caja de bomba en forma de voluta (1) y todo el nervio divisor (3) o parte del nervio divisor se forman conjuntamente.
11. Método según una de las reivindicaciones 8 a 10, donde la caja de bomba en forma de voluta (1) y el nervio divisor completo (3) o parte del nervio divisor se forman por vaciado.
- 65 12. Método según una de las reivindicaciones 8 a 11, donde el nervio divisor (3) se hace completamente de metal, en particular de metal recubierto o no recubierto.
13. Bomba centrífuga (10) incluyendo una caja de bomba en forma de voluta (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7.

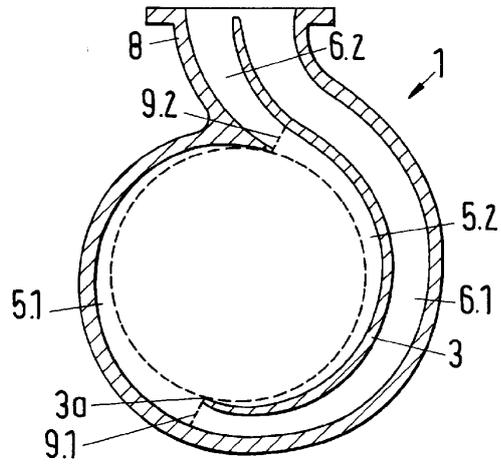


Fig.1A

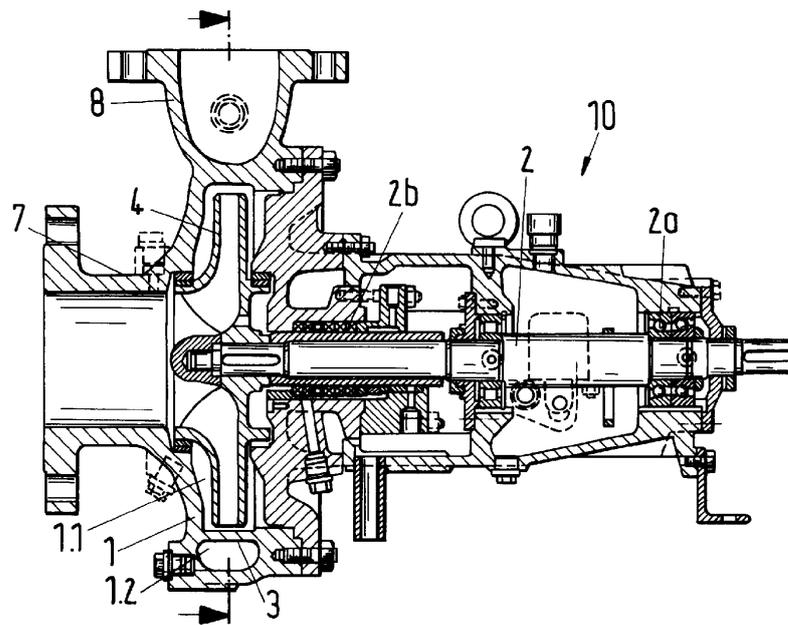


Fig.1B

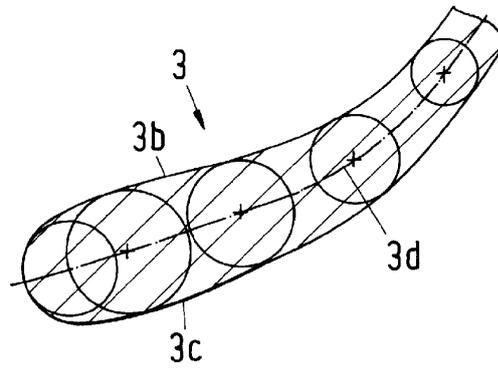


Fig.2

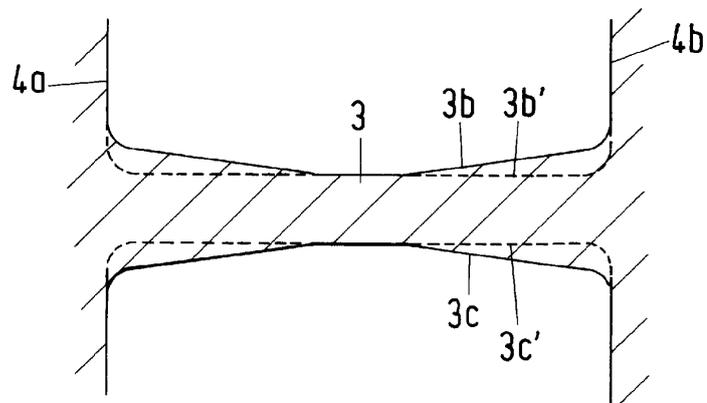


Fig.3

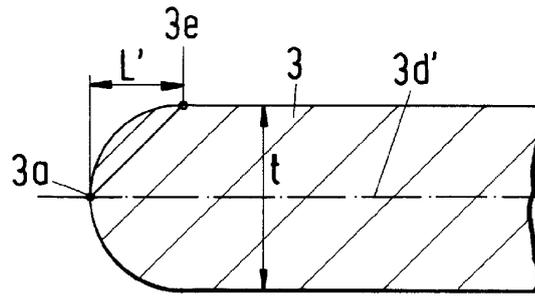


Fig.4A

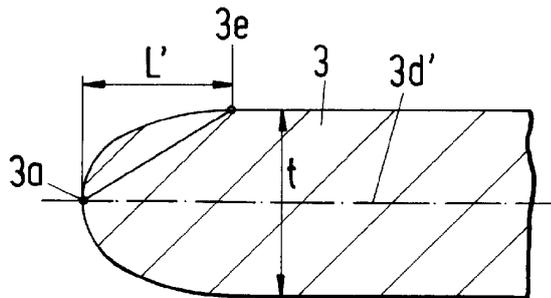


Fig.4B

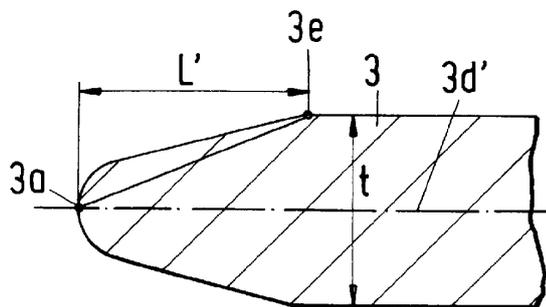


Fig.4C

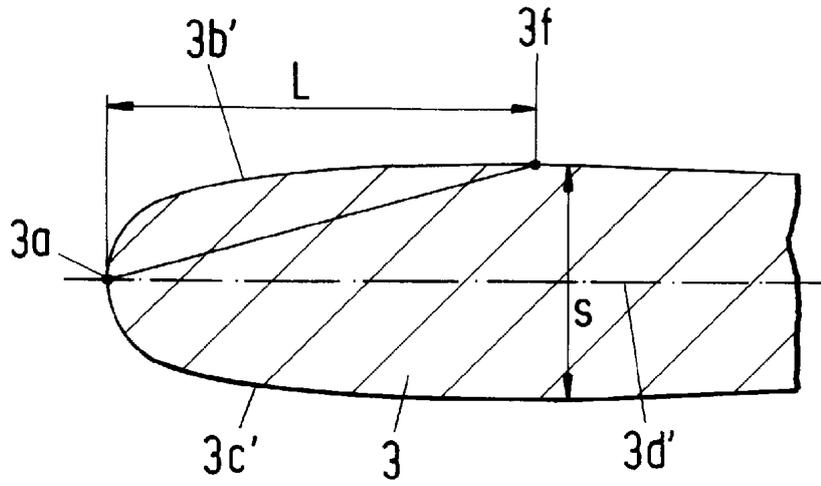


Fig.5A

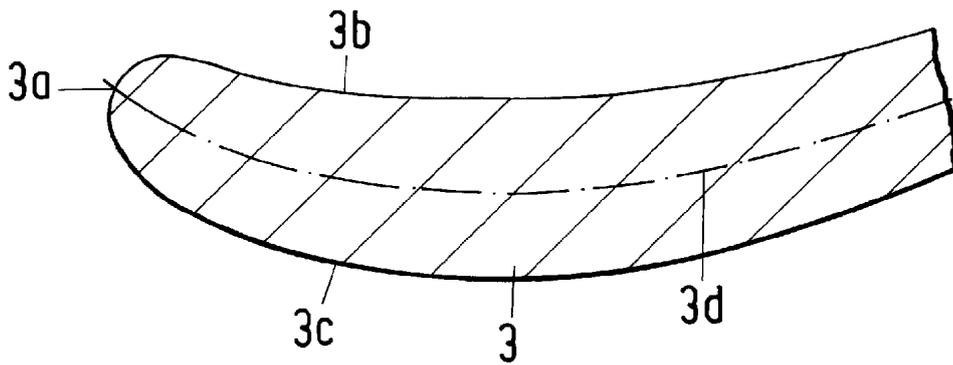


Fig.5B

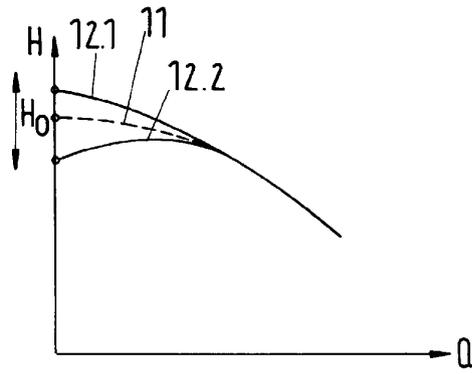


Fig.6A

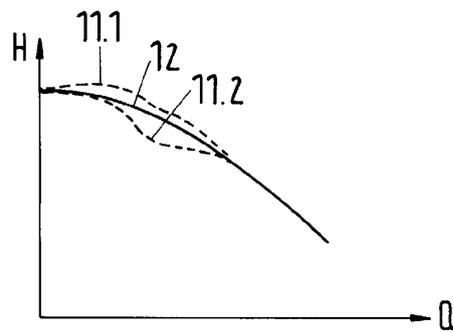


Fig.6B