

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 805**

51 Int. Cl.:

F04D 7/04 (2006.01)

F04D 29/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2011 PCT/NL2011/050827**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2012 WO12074402**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2011 E 11794256 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2646694**

54 Título: **Bomba centrífuga y una pala de rotor de doble curvatura para el uso en dicha bomba centrífuga**

30 Prioridad:

03.12.2010 NL 2005810

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

16.02.2017

73 Titular/es:

IHC HOLLAND IE B.V. (100.0%)

Molendijk 94

3361 EP Sliedrecht, NL

72 Inventor/es:

VAN DEN BERG, CORNELIS HENDRIK;

BUGDAYCI, HASAN HÜSEYİN;

BIJVOET, ERWIN CORNELIS JOHANNES y

MANNEKE, MATTHEUS ABRAHAM

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 601 805 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

Bomba centrífuga y una pala de rotor de doble curvatura para el uso en dicha bomba centrífuga

5 Campo técnico

[0001] La invención se refiere a una bomba centrífuga, en particular para el bombeo de una mezcla de sustancias que posiblemente incluyen tierra, comprendiendo:

- 10 - Un alojamiento de bomba que es provisto de una entrada axial y una salida unida tangencialmente a una pared circunferencial del alojamiento de la bomba,
 - Un rotor que se une al alojamiento de bomba de manera que puede girar alrededor de un eje de rotación axial A, siendo el rotor provisto de un cubo central, un protector de eje fijado al cubo, un protector de succión fijado de forma que se puede separar axialmente del protector de eje, donde el protector de succión tiene un suministro axial
 15 alineado con la entrada axial del alojamiento de bomba, y una pluralidad de palas de rotor de doble curvatura que son fijadas entre los protectores y cada una se extiende sustancialmente transversalmente al eje de rotación A entre un extremo externo radial exterior y un extremo radial interior. La invención se refiere además a una pala de rotor de doble curvatura para usar en una bomba centrífuga de este tipo y una embarcación, que comprende una bomba centrífuga de este tipo.

20 ANTECEDENTES

[0002] Se conocen bombas centrífugas. Se pueden distinguir dos tipos de bombas: Bombas con palas de rotor de una curvatura, tal como se muestra en EP2236836A2 y JP 8 284 885, y bombas con palas de rotor de doble curvatura. Ejemplos de las mismas son conocidos de la solicitud de patente europea EP 1 903 216 A1 y EP1906029. Este documento se refiere a problemas y soluciones de las mismas asociados a palas de rotor de curvatura doble.

[0003] Un ejemplo de tal bomba centrífuga con palas de rotor de doble curvatura se representa en las Figuras 1 y 2.

30 [0004] Las Fig. 1 y 2 representan esquemáticamente una bomba centrífuga 1, que comprende un alojamiento de bomba 2 formado como una voluta (carcasa espiral). El alojamiento de bomba 2 tiene una pared circunferencial 3 y una salida en forma de boca 5 unida tangencialmente a la pared circunferencial 3 del alojamiento de bomba 2. La unión entre la superficie interna de la salida tangencial 5 y la superficie interna de la pared circunferencial 3 del alojamiento de bomba 2 define lo que es conocido como un tajamar 4.
 35 El alojamiento de bomba 2 también tiene una entrada axial 6.

[0005] Un rotor 7 se une al alojamiento de bomba 2 de manera que este puede girar alrededor de un eje de rotación axial A.
 40 El rotor 7 tiene un cubo central 9 que se puede fijar a un eje motor (no mostrado). Un protector de eje 11 se extiende desde el cubo central 9. El protector del eje 11 forma una primera pared para la delimitación del flujo en el rotor 7. Axialmente separado del protector de eje 11, el rotor tiene un protector de succión 12 que define una segunda pared para la delimitación del flujo en el rotor 7. El protector de succión 12 tiene un suministro axial 14 que está alineado con la entrada axial del alojamiento de bomba 2.

45 [0006] Una pluralidad (tres en las Figuras 1 y 2) de las palas de rotor 15 están fijadas entre los protectores 11, 12. En esta forma de realización ilustrativa, el rotor 7 comprende tres palas de rotor 15. Las palas de rotor 15 se extienden cada una sustancialmente de forma radial al eje de rotación A. Cada pala de rotor 15 comprende un extremo interior radial 18 (borde delantero) y un extremo exterior radial 17 (extremo de arrastre).
 50 Los extremos externos radiales 17 y extremos interiores radiales 18 se extienden desde el protector del eje 11 hasta el protector de succión. Entre los extremos externos radiales 17 del rotor 7 y la superficie interna de la pared circunferencial 3 del alojamiento de bomba 2 hay un canal circunferencial 19.
 55 El canal circunferencial 19 tiene un área de superficie de paso que aumenta algo en la dirección circunferencial desde el tajamar 4 hacia la salida 5.

[0007] Las dimensiones características de la bomba centrífuga 1 se indican en las Figuras 1 y 2. Estas dimensiones características determinan en gran medida las características de la bomba.
 60 El rotor 7 tiene un diámetro más exterior D_w que se define por los bordes externos radiales de los protectores 11, 12. El rotor 7 tiene una anchura B_w que se extiende entre las superficies respectivamente opuestas del protector de eje 11 y el protector de succión 12. El suministro axial 14 del rotor 7 define un diámetro de succión D_z . Un tubo de entrada se puede conectar a la entrada axial 6 del alojamiento de bomba 2.
 65 La bomba centrífuga 1 también tiene algo que es conocido como un paso esférico B_o que se define por el diámetro de la esfera más grande capaz de pasar entre las palas de rotor (indicado en la Fig. 1).

[0008] Las palas de rotor 15 son palas de rotor de doble curvatura, que significa que la pala de rotor se curva en una primera dirección desde el extremo interno radial 18 (borde delantero) hasta el extremo externo radial 17 (borde de arrastre) y se curva en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección.

5 También indicado en la Fig. 1 hay un diámetro de cuello D_k que se define por el paso más estrecho de la salida en forma de boca 5 del alojamiento de bomba 2.

Dicho paso más estrecho se localiza cerca del tajamar 4.

La salida en forma de boca 5 también tiene un diámetro de presión D_p localizado en su punta.

10 La distancia, que se extiende en paralelo al conducto central B de la salida 5, entre el cruce 4 y el nivel del eje de rotación A se indica por el parámetro T.

El espesor del canal circunferencial 19 en la ubicación del tajamar 4 se representa en la figura 1 por V.

[0009] Durante el funcionamiento el rotor gira alrededor del eje de rotación A.

15 Entre las palas de rotor 15, la masa por ser bombeada es forzada hacia el exterior radialmente dentro del alojamiento de bomba 2 bajo la influencia de fuerzas centrífugas.

Dicha masa es luego arrastrada en la dirección circunferencial del alojamiento de bomba 2 hacia la boca de salida tangencial 5 del alojamiento de bomba 2.

La masa bombeada que después del abandono del rotor 7, es arrastrada en la dirección circunferencial del alojamiento de bomba 2, fluye en gran medida fuera de la salida tangencial del alojamiento de bomba 2.

20 Una pequeña cantidad de la masa arrastrada recircula, es decir, fluye a lo largo del tajamar de vuelta al alojamiento de bomba 2.

[0010] Fig. 3 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo del rotor 7 anteriormente descrito con referencia a las Figuras 1 y 2.

25 [0011] Dicha bomba centrífuga 1 se puede usar en las operaciones de dragado.

Si la bomba centrífuga 1 se localiza a bordo de un barco de dragado, tal como una draga de corte y succión o draga de succión de tolva la bomba centrífuga 1 tiene que traer una mezcla suelta de sustancias, posiblemente incluyendo tierra, piedras y/o piedrecitas, del fondo del mar.

30 Las características principales de una bomba centrífuga usada en operaciones de dragado son 1) capacidad de succión, 2) durabilidad y 3) paso esférico Bol (véase Fig. 1).

[0012] Durante el uso, la mezcla de sustancias, posiblemente incluyendo piedras y/o piedrecitas, fluye a través de la bomba centrífuga 1.

35 Para prevenir el bloqueo, dichas piedras y/o piedrecitas deben ser capaces de pasar a través de la bomba centrífuga 1 (Bol).

Una bomba centrífuga amplia 1 con pocas palas es adecuada para este propósito.

No obstante, ensanchando la bomba centrífuga 1 y reduciendo el número de palas de rotor 15, son afectadas de forma negativa las características de succión y durabilidad de la bomba centrífuga 1.

40 [0013] DE 101 49 648 A1 describe un ejemplo de una bomba con palas de rotor de doble curvatura.

Esta bomba es de un diseño diferente que las bombas anteriormente descritas, es decir el borde delantero no se extiende desde el protector de eje al protector de succión, sino se origina en un eje central y no termina en el protector de succión.

45 [0014] Un objeto de la invención es proporcionar una bomba centrífuga mejorada, que combine una capacidad de succión relativamente alta, con una durabilidad mejorada y paso esférico.

Resumen de la invención

50 [0015] Según la invención, este objeto se consigue en una bomba centrífuga, en particular para el bombeo de una mezcla de sustancias posiblemente incluyendo tierra, comprendiendo:

55 - Un alojamiento de bomba que es provisto de una entrada axial y una salida unida tangencialmente a una pared circunferencial del alojamiento de bomba,

60 - Un rotor que se une al alojamiento de bomba de manera que puede girar alrededor de un eje de rotación axial, siendo el rotor provisto de un cubo central, un protector de eje fijado al cubo, un protector de succión unido de forma que se puede separar axialmente del protector de eje, donde dicho protector de succión tiene un suministro axial alineado con la entrada axial del alojamiento de bomba, y una pluralidad de palas de rotor de doble curvatura que son fijadas entre los protectores y cada una se extiende sustancialmente transversalmente al eje de rotación A entre un extremo externo radial y un extremo interno radial, donde los extremos internos radiales forman un ángulo sustancialmente recto con respecto al protector de succión.

[0016] Los extremos interiores radiales terminan en el protector de succión con una conexión perpendicular sustancial.

65 Mediante una conexión perpendicular sustancial entre los extremos interiores radiales 18 al protector de succión 12, se necesita menos material aumentando de esta manera el área de entrada del flujo de la bomba centrífuga 1.

5 [0017] Los extremos interiores radiales de las palas de rotor que se extienden entre el protector de eje y el protector de succión tienen una forma sustancialmente curvada en S que comprende una primera parte cerca del protector de succión que es convexa hacia el suministro axial y una segunda parte cerca del protector de eje que es cóncava hacia el suministro axial.

10 [0018] Según otro aspecto se proporciona una pala de rotor de doble curvatura para usar en una bomba centrífuga, en particular para el bombeo de una mezcla de sustancias que posiblemente incluyen tierra, comprendiendo la pala de rotor un extremo interno radial y un extremo externo radial, donde la pala de rotor es dispuesta para ser montada en una posición de montaje entre un protector de eje y un protector de succión en una bomba centrífuga, siendo el extremo interno radial formado de manera que en la posición de montaje forma un ángulo sustancialmente recto con respecto al protector de succión.

15 El extremo interno radial tiene una forma sustancialmente curvada en S, que comprende una primera parte que en la posición de montaje está cerca del protector de succión, donde la primera parte es convexa respecto a un suministro axial de la bomba centrífuga y una segunda parte que después del montaje está cerca del protector del eje, donde la segunda parte es cóncava con respecto al suministro axial.

[0019] Según otro aspecto se proporciona una navegación según la reivindicación 11.

20 Breve descripción de los dibujos

[0020] La invención será ahora descrita con mayor detalle con referencia a una forma de realización ilustrativa representada en los dibujos, donde:

25 La Figura 1 es una vista frontal en la sección transversal de una bomba centrífuga según el estado de la técnica, La Figura 2 es una vista lateral en la sección transversal a lo largo de la línea II - II en la figura 1.

La Figura 3 es una vista en perspectiva del rotor mostrada en las Figuras 1 y 2,

Las Figuras 4a y 4b muestran esquemáticamente una forma de realización de una bomba centrífuga,

30 La Figura 4c muestra esquemáticamente un ejemplo del estado de la técnica,

La Figura 5a y 5b muestran esquemáticamente otra forma de realización,

Las Figuras 6a-b, 7a-b y 8 muestran esquemáticamente otras formas de realización de una bomba centrífuga,

Las Figuras 9a y 9b muestran esquemáticamente una sección transversal de parte de una bomba centrífuga según otras formas de realización.

35 Descripción detallada de la invención

[0021] Como explicado anteriormente con referencia a las Figuras 1 - 3, el rotor 7 es provisto en el alojamiento de bomba 2 donde es suspendido de forma giratoria.

Durante el uso, la masa entra en el alojamiento de bomba 2 que se transporta a la salida 5 por el rotor 7.

40 En las figuras, la salida 5 se representa como una salida en forma de boca 5, pero se entiende que la salida también puede ser provista de otra forma adecuada, tal como una salida recta 5.

[0022] Las formas de realización representadas en las figuras muestran un rotor que comprende tres palas de rotor 15.

45 Las palas de rotor 15 según todas formas de realización son palas de rotor de doble curvatura, lo que significa que la pala de rotor se curva en una primera dirección desde el extremo interno radial 18 (borde delantero) al extremo externo radial 17 (borde de arrastre) y se curva en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección.

[0023] Los extremos externos radiales 17 y extremos interiores radiales 18 se extienden desde el protector de eje 11 al protector de succión 12.

50 [0024] Se entiende que puede ser proporcionados cualquier número adecuado de palas de rotor 15, tal como por ejemplo cuatro o cinco palas de rotor 15.

Cada pala de rotor 15 comprende un margen interno radial, también conocido como el borde delantero y un borde externo radial, también conocido como el borde de arrastre.

55 El borde de salida puede ser recto, posiblemente inclinado.

[0025] Las Figuras 4a - 4b representan esquemáticamente una bomba centrífuga 1 como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 1 -3, donde los extremos interiores radiales 18 de las palas de rotor 15 se conectan al protector de succión 12 por una conexión perpendicular sustancial.

60 Los extremos interiores radiales 18 forman un ángulo sustancialmente recto con respecto al protector de succión 12.

En otras palabras, los extremos interiores radiales 18 se conectan al protector de succión 12 de una forma perpendicular sustancial.

65 [0026] Como se muestra en Fig. 4a, la parte final del extremo interno radial 18 que se conecta al protector de succión 12 se dirige en una dirección radial hacia afuera desde el eje de rotación A.

[0027] El protector de succión 12 comprende un curvado cerca de un borde interno del protector de succión 12 que define una boquilla que se proyecta en una dirección hacia el suministro de la masa por ser bombeada.

La boquilla forma el suministro axial 14.

La boquilla comprende una pared interna a la que se conecta el extremo interno radial 18.

5 El extremo interno radial 18 es provisto de un curvado para proporcionar una conexión perpendicular entre el extremo interno radial 18 y el extremo interno del protector de succión 12.

[0028] En el campo técnico de bombas centrífugas para dragado, en el rango de ángulos de $85^\circ - 95^\circ$, o al menos en el rango de ángulo de $88^\circ - 92^\circ$, se considerarán sustancialmente perpendiculares.

10

[0029] Proporcionando una conexión perpendicular sustancial entre los extremos radiales interiores 18 al protector de succión 12, se necesita menos material aumentando de esta manera el área de entrada de flujo de la bomba centrífuga 1.

15

[0030] Fig. 4b muestra con más detalle la conexión entre el extremo interno radial 18 y el protector de succión 12. Como se puede observar en la Fig. 4b, debido al proceso de fundición, se forman curvaturas de fundición 41 en los bordes.

20

[0031] Fig. 4c muestra una conexión según el estado de la técnica, donde el ángulo entre el extremo interno radial 18 y el protector de succión era agudo, por ejemplo 60° .

Como se puede observar por comparación de las Figuras 4b y 4c, las curvaturas de fundición 41 son relativamente pequeñas proporcionando una conexión perpendicular sustancial.

Esto resulta en un área de entrada de flujo mayor y una capacidad de succión aumentada de la bomba centrífuga 1.

25

También, en el caso que sea bombeada la misma cantidad de masa por una bomba centrífuga 1 según esta forma de realización, la velocidad de la corriente de la masa en la bomba puede ser menor, reduciendo así el desgaste y aumentando el vacío decisivo y la cabeza de succión positiva neta requerida.

[0032] Por consiguiente, según una forma de realización se proporciona una pala de rotor de doble curvatura 15 para usar en una bomba centrífuga 1, en particular para el bombeo de una mezcla de sustancias que incluyen posiblemente tierra, comprendiendo la pala de rotor 15, un extremo interno radial 18 y un extremo externo radial 17, siendo dispuesta la pala de rotor 15 para ser montada en una posición de montaje entre un protector de eje 11 y un protector de succión 12 en una bomba centrífuga, siendo formado el extremo interno radial 18 de manera que en la posición de montaje éste forma un ángulo sustancialmente recto con respecto al protector de succión 12.

30

35

[0033] Una forma de realización de la invención se representa en las Figuras 5a y 5b.

Según esta forma de realización se proporciona una bomba centrífuga 1, donde los extremos interiores radiales 18 de las palas de rotor 15 que se extienden entre el protector de eje 11 y el protector de succión 12 tienen una forma sustancialmente curvada en S que comprende una primera parte 181 cerca del protector de succión 12 siendo convexo hacia el suministro axial 14 y una segunda parte cerca del protector de eje 11 que es cóncavo respecto al suministro axial 14.

40

Por consiguiente, también se proporciona una pala de rotor de doble curvatura 15, donde el extremo interno radial 18 tiene una forma sustancialmente curvada en S, que comprende una primera parte 181 que en la posición de montaje está cerca del protector de succión 12, siendo la primera parte 181 convexa respecto a un suministro axial 14 de la bomba centrífuga y una segunda parte que después del montaje está cerca del protector del eje 11, siendo la segunda parte 182 cóncava con respecto al suministro axial 14.

45

[0034] En vez de proporcionar extremos interiores rectos radiales, los extremos interiores radiales 18 son sustancialmente con forma de S, donde la primera parte 181 se curva en una primera dirección y la segunda parte 182 se curva en una segunda dirección, opuesta a la primera dirección.

50

[0035] Los extremos interiores radiales 18 pueden comprender otras partes que son sustancialmente no curvadas, un ejemplo de esto está representado esquemáticamente en la Fig. 5a.

Según la figura Fig. 5 a se prevé una parte recta entre la primera parte 181 y la segunda parte 182.

55

[0036] Fig. 5b representa una forma de realización donde la primera parte curvada 181 y la segunda parte curvada 182 están directamente conectadas entre sí.

[0037] Como se puede observar, los extremos interiores radiales con forma de S 18 permiten una conexión perpendicular sustancial fácil de los extremos interiores radiales 18 al protector de succión 12.

60

[0038] La forma de las palas de rotor 15 en una dirección que se extiende desde los extremos interiores radiales 18 a los extremos exteriores radiales 17 determina la transferencia de energía de las palas de rotor 15 a la masa que es bombeada.

65

Diferentes partes de la pala de rotor 15 pueden ser provistas de curvaturas diferentes que transfieren cantidades diferentes de energía a la masa que es bombeada.

[0039] Según una forma de realización se proporciona una bomba centrífuga 1, donde las palas de rotor 15 comprenden una banda 185 a lo largo de los extremos interiores radiales 18 que está formada de manera que en una dirección perpendicular al extremo interior radial respectivo 18 el radio R de la pala de rotor 15 es una función de un ángulo φ con respecto al eje de rotación A:

5

$R(\varphi) = C_1 \cdot \varphi + C_2$, donde C_1 and C_2 son constantes. Por consiguiente se proporciona una pala de rotor que está formada como tal. Esta forma de realización está representada esquemáticamente en la Fig. 6a.

Un ejemplo $R(\varphi)$ es mostrado esquemáticamente en la Fig. 6b.

10 [0040] El ángulo φ se indica en la Fig. 6a y se define en un plano sustancialmente perpendicular con respecto al eje de rotación A (perpendicular al plano de dibujo en la Fig. 6a).

El radio R y ángulo φ juntos forman por tanto coordenadas polares, con respecto al eje de rotación A.

Para la banda 185 es aplicable que el ángulo α en el que interseca la banda 185 círculos concéntricos (imaginarios) situados concéntricamente alrededor del eje rotacional A en un plano perpendicular al eje rotacional A es constante.

15 Esto se muestra en la Fig. 6a.

[0041] La banda puede cubrir hasta el 10% de la longitud total de las palas de rotor cuando se mide desde el extremo interno radial 18 al extremo externo radial 17.

La parte restante de la pala de rotor, por tanto entre la banda 185 y el extremo externo radial 17 puede ser curvada.

20 La forma exacta de esta parte curvada se puede diseñar para conseguir una transferencia óptima de energía de las palas de rotor 15 a la masa que es bombeada, como será explicado con más detalle a continuación.

[0042] A la banda 185 se puede dar una orientación que es sustancialmente paralela a la dirección de flujo de la masa que es bombeada.

25 Esto tiene la ventaja de que los extremos interiores radiales 18 de las palas de rotor y la transferencia de banda 185 no transmiten nada o relativamente poca energía a la masa que es bombeada, reduciendo así el desgaste de los extremos interiores radiales 18.

Además, el posible desgaste de los extremos interiores radiales 18 tiene solo poco efecto en las características de la bomba centrífuga 1.

30

[0043] La dirección de movimiento de la masa cerca de los extremos radiales interiores 18 puede depender de las características de la bomba centrífuga 1 y de los parámetros operativos (revoluciones por minuto, tipo de masa por ser bombeada, etc.).

Por lo tanto, la dirección de la banda 185 se puede determinar por la dirección de movimiento de la masa cuando la bomba centrífuga es accionada en el mejor punto de eficiencia (BEP), que es el flujo en el que la eficiencia de la bomba es máxima.

35 Este parámetro se conoce por el experto en la materia para una bomba centrífuga específica.

[0044] Como se ha mencionado anteriormente, la forma de las palas de rotor 15 entre el extremo interno radial 18 y el extremo externo radial 17 se pueden diseñar para optimizar la transferencia de energía desde las palas de rotor 15 a la masa por ser bombeada.

Según una forma de realización ventajosa representada en la Fig. 7a, donde al menos parte de la pala de rotor al lado del protector de succión 12 comprende

45 - una primera parte 187 donde el radio (R_{12}) de la pala de rotor 15 con respecto al eje de rotación axial A aumenta en un primer índice como una función del ángulo φ ,

- una segunda parte 188 donde el radio (R_{12}) de la pala de rotor 15 con respecto al eje de rotación axial A aumenta en un segundo índice como función del ángulo φ , y

50 - una tercera parte 189 donde el radio (R_{12}) de la pala de rotor 15 con respecto al eje de rotación axial A aumenta en un tercer índice como función del ángulo φ ,

donde el segundo índice es mayor que el primer y tercer índice.

[0045] Por consiguiente, también se proporciona una pala de rotor de doble curvatura formada como tal.

55

[0046] R_{12} se refiere al radio cerca del protector de succión 12.

[0047] El radio R_{12} es una función de φ . El ángulo φ se indica en Fig. 7a y se define en un plano sustancialmente perpendicular con respecto al eje de rotación axial A (perpendicular al plano del dibujo en la Fig. 7a).

60 El radio R y ángulo φ forman por tanto en su conjunto coordenadas polares con respecto al eje de rotación axial A.

[0048] La derivada $DR_{12}/d\varphi > 0$, mientras que $d^2 R_{12}/d\varphi^2 > 0$ en la transición entre la primera parte 187 a la segunda parte 188 y $d^2 R_{12}/d\varphi^2 < 0$ en la transición entre la segunda parte 188 a la tercera parte 189. Fig. 7b representa esquemáticamente un gráfico $R_{12\varphi}$ como función de φ

65

[0049] El segundo índice por ejemplo puede ser al menos localmente 1,5 veces más alto que el primer y tercer índice.

[0050] Como se puede observar en la Fig. 7a, la segunda parte 188 está frente al extremo interno radial 18 de la siguiente pala de rotor 15, proporcionando un pasaje bol esférico aumentado.

[0051] El radio R aumenta continuamente como función de φ , ambos indicados en la Fig. 7a. El aumento es relativamente-bajo en la primera parte 187.

En el uso, la dirección de la primera parte 187 de la pala de rotor 15 es paralela a la dirección del flujo.

La primera parte 187 por lo tanto no transfiere ninguna energía al flujo o relativamente poca.

[0052] En la segunda parte 188, el radio R aumenta en relativamente gran medida como una función de φ para proporcionar un paso esférico Bol relativamente grande.

[0053] Tiene que tenerse en cuenta que esta forma es provista a lo largo del borde de las palas de rotor 15 al lado del protector de succión 12.

Dado que la pala de rotor 15 tiene curvatura doble, la parte de las palas de rotor 15 al lado del protector de eje 11 puede tener un radio R_{11} que aumenta como función de φ , donde la cantidad de aumento decrece como función de φ . En otras palabras: $dR_{11}/d\varphi > 0$, mientras que $d^2R_{11}/d\varphi^2 < 0$.

R_{11} se refiere al radio cerca del protector de eje 11.a

[0054] Esta forma de realización se puede combinar con la forma de realización de la banda no curvada 185 a lo largo del extremo interno radial 18.

Según tal forma de realización, las palas de rotor 15 comprenden (en una dirección desde el extremo interno radial al extremo externo radial) una banda no curvada 185, una primera parte cóncava 188 y una segunda parte convexa 189.

[0055] Las formas de realización descritas con referencia a las Figuras 6 y 7a-b también se pueden combinar con las otras formas de realización como se describe, conteniendo siempre el concepto inventivo como presentado en la reivindicación independiente 1 o 6.

[0056] Según otra forma de realización las palas de rotor 15 comprenden una banda engrosada 186 a lo largo de los extremos interiores radiales 18, donde las bandas engrosadas 186 son sustancialmente engrosadas en una dirección perpendicular a la superficie de las palas de rotor 15.

[0057] Fig. 8 representa esquemáticamente una bomba centrífuga con tres palas de rotor 15 comprendiendo cada una una banda engrosada 186 que se extiende a lo largo de al menos parte de los extremos interiores radiales 18.

El engrosamiento se puede extender a ambos lados de las palas de rotor 15, es decir, en un lado interno de la pala de rotor 15 frente al eje de rotación A y en un lado externo de la pala de rotor 15 opuesto al eje de rotación A, como se muestra en la Fig. 8.

[0058] Proporcionar un engrosamiento en el interior y/o exterior de la pala de rotor 15 tiene la ventaja de que la forma de las palas de rotor 15 encajan mejor con las líneas de flujo de la masa por ser bombeada.

[0059] La separación de flujo ocurre principalmente en el exterior de la pala de rotor 15 y muy probablemente ocurrirá cerca de los extremos radiales internos 18.

Esto tiene un efecto negativo en la capacidad de succión de la bomba centrífuga.

También puede suponer cavitación y desgaste consecuente de la bomba centrífuga.

Mediante un grosor en el exterior de la pala de rotor 15, se reduce la separación de flujo.

Así, según una forma de realización, el grosor se puede proporcionar en el exterior de la pala de rotor 15 (es decir el lado de la pala de rotor 15 opuesto al eje de rotación axial A), previniendo así o al menos reduciendo la separación de flujo.

[0060] Proporcionando un engrosamiento en el interior y/o exterior de la pala de rotor 15, la pala de rotor 15 se refuerza y comprende más material, permitiendo así que la pala de rotor 15 resista el desgaste durante un tiempo de funcionamiento más largo.

Las Figuras 9a y 9b muestran otras formas de realización de la bomba centrífuga, donde el protector de succión 12 comprende un borde interno 121 que define el suministro axial 14 del rotor 7 que tiene un diámetro de succión Dz (similar a la Fig. 2) y donde los extremos interiores radiales 18 de las palas de rotor 15 conectan al protector de succión 12 en una ubicación del protector de succión 12 hacia afuera desde el margen interno 121 con un diámetro que es mayor que el diámetro de succión Dz.

El margen interno 121 se forma como una boquilla dispuesta para recibir la masa por ser bombeada.

Entre el margen interno 121 y el resto del protector de succión 12 hay un plegado al que están conectados los extremos interiores radiales 18.

[0061] Proporcionando las palas de rotor 15 que se sacan hacia el interior, el área de flujo del suministro axial 14 es algo aumentado puesto que ya no comprende las palas de rotor.

Como resultado, la velocidad local del flujo será reducida, reduciendo (el riesgo de) cavitación y las características de

succión serán mejoradas.

También, proporcionando palas de rotor 15 que se conectan al protector de succión 12 en una ubicación fuera del borde interno 121, es relativamente fácil para un ángulo recto entre los extremos interiores radiales 18 y el protector de succión 12.

5

[0062] Fig. 9a muestra una forma de realización con un protector de succión similar 12 como representado en las formas de realización anteriormente descritas y en las Figuras 1 -3.

Fig. 9b muestra un protector de succión 12 que está curvado de forma diferente.

10

En el uso, un medio entra en el rotor 7, proporcionando el rotor 7 energía cinética al medio, que es transferida más tarde a la presión estática. Las formas de realización proporcionadas anteriormente proporcionan características de succión mejoradas, lo que principalmente se refiere a las características de succión.

[0063] La bomba centrífuga según las formas de realización tiene características mejoradas, especialmente con respecto a la eficiencia, las características de succión y desgaste.

15

La bomba centrífuga se puede utilizar en toda especie de situaciones, incluyendo situaciones con una presión de entrada hidrostática relativamente alta o baja.

[0064] Las descripciones anteriores se destinan a ser ilustrativas, no limitativas.

20

Así, será evidente para un experto en la materia que se pueden hacer modificaciones a la invención como se describe sin apartarse del alcance de las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Bomba centrífuga (1), en particular para el bombeo de una mezcla de sustancias posiblemente incluyendo tierra, comprendiendo:

- un alojamiento de bomba (2) que es provisto de una entrada axial (6) y una salida (5) unidas tangencialmente a una pared circunferencial (3) del alojamiento de bomba (2),

- un rotor (7) que se une al alojamiento de bomba (2) de manera que puede girar alrededor de un eje de rotación axial A, donde el rotor (7) es provisto de un cubo central (9), un protector de eje (11) sujetado al cubo (9), un protector de succión (12) unido para ser separado axialmente del protector de eje (11), este protector de succión (12) tiene un suministro axial (14) alineado con la entrada axial (6) del alojamiento de bomba (2), y una pluralidad de palas de rotor de doble curvatura (15) que son sujetadas entre los protectores (11, 12) y se extienden cada una sustancialmente transversalmente al eje de rotación A entre un extremo externo radial (17) y un extremo interno radial (18), **caracterizada por el hecho de que**

los extremos interiores radiales (18) forman un ángulo sustancialmente recto con respecto al protector de succión (12) y donde los extremos interiores radiales (18) de las palas de rotor (15) que se extienden entre el protector de eje (11) y el protector de succión (12) tienen una forma sustancialmente curvada en S que comprende una primera parte (181) cerca del protector de succión (12) que es convexa respecto al suministro axial (14) y una segunda parte (182) cerca del protector del eje (11) que es cóncava respecto al suministro axial (14).

2. Bomba centrífuga (1) según la reivindicación 1, donde las palas del rotor (15) comprenden una banda (185) a lo largo de los extremos interiores radiales (18) que está formada de manera que en una dirección perpendicular al extremo interno radial respectivo (18) el radio (R) de la pala del rotor (15) es una función de un ángulo φ con respecto al eje de rotación A: $R(\varphi) = C_1 \cdot \varphi + C_2$, donde C_1 y C_2 son constantes.

3. Bomba centrífuga (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde al menos parte de la palas del rotor al lado del protector de succión (12) comprenden

- una primera parte (187) donde el radio de la pala de rotor (15) con respecto al eje de rotación axial (A) aumenta a un primer índice como función del ángulo (φ),

- una segunda parte (188) donde el radio de la pala del rotor (15) con respecto al eje de rotación axial (A) aumenta a un segundo índice como función del ángulo (φ), y

- una tercera parte (189) donde el radio de la pala del rotor (15) con respecto al eje de rotación axial (A) aumenta en un tercer índice como función del ángulo (φ),

donde el segundo índice es mayor que el primer y tercer índice.

4. Bomba centrífuga (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde las palas del rotor (15) comprenden una banda engrosada (186) a lo largo de los extremos interiores radiales (18), donde las bandas engrosadas (186) son engrosadas sustancialmente en una dirección perpendicular a la superficie de las palas del rotor (15).

5. Bomba centrífuga (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el protector de succión (12) comprende un borde interno (121) que define el suministro axial (14) del rotor (7) con un diámetro de succión (Dz) y donde los extremos interiores radiales (18) de las palas de rotor (15) conectan al protector de succión (12) en una ubicación del protector de succión (12) hacia afuera desde el borde interno (121) con un diámetro que es sustancialmente mayor que el diámetro de succión (Dz).

6. Pala de rotor de doble curvatura (15) para usar en una bomba centrífuga (1), en particular para el bombeo de una mezcla de sustancias posiblemente incluyendo tierra, donde la pala del rotor (15) comprende un extremo interno radial (18) y un extremo externo radial (17), donde la pala del rotor (15) es dispuesta para ser montada en una posición de montaje entre un protector de eje (11) y un protector de succión (12) en una bomba centrífuga, donde el extremo interno radial (18) es formado de manera que en la posición de montaje forma un ángulo sustancialmente recto con respecto al protector de succión (12), donde el extremo interno radial (18) tiene una forma sustancialmente curvada en S, que comprende una primera parte (181) que en la posición de montaje está cerca del protector de succión (12), la primera parte (181) siendo convexa respecto a un suministro axial (14) de la bomba centrífuga y una segunda parte que después del montaje está cerca del protector de eje (11), la segunda parte (182) siendo cóncava con respecto al suministro axial (14).

7. Pala de rotor de doble curvatura según la reivindicación 6, donde la pala del rotor (15) comprende una banda (185) a lo largo del extremo interno radial (18) que está formada de manera que en una dirección perpendicular al extremo interno radial respectivo (18) el radio (R) de la pala del rotor (15) es una función de un ángulo φ con respecto al eje de rotación A: $R(\varphi) = C_1 \cdot \varphi + C_2$, donde C_1 y C_2 son constantes.

8. Pala de rotor de doble curvatura (15) según cualquiera de las reivindicaciones 6-7, donde al menos parte de la pala del rotor que está al lado del protector de succión (12) en la posición de montaje comprende
- una primera parte (187) donde el radio (R_{12}) de la pala del rotor (15) con respecto al eje de rotación axial (A) aumenta a un primer índice como función de ángulo (φ),
 - una segunda parte (188) donde el radio (R_{12}) de la pala del rotor (15) con respecto al eje de rotación axial (A) aumenta a un segundo índice como función del ángulo (φ), y
 - una tercera parte (189) donde el radio (R_{12}) de la pala del rotor (15) con respecto al eje de rotación axial (A) aumenta a un tercer índice como función del ángulo (φ), donde el segundo índice es mayor que el primer y tercer índice.
9. Pala de rotor de doble curvatura (15) según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, donde la pala del rotor (15) comprende una banda engrosada (186) a lo largo del extremo interno radial (18), siendo la banda engrosada (186) sustancialmente engrosada en una dirección perpendicular a la superficie de la pala del rotor (15).
10. Pala de rotor de doble curvatura (15) según cualquiera de las reivindicaciones 6 - 9, donde el extremo interno radial de la pala de rotor (15) está formado de manera que después del montaje el extremo interno radial (18) conecta al protector de succión (12) en una ubicación del protector de succión (12) hacia afuera desde un borde interno (121) del protector de succión (12), con un diámetro que es sustancialmente mayor que el diámetro de succión (D_z).
11. Embarcación, que comprende una bomba centrífuga (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5.

Fig 1 Estado de la técnica

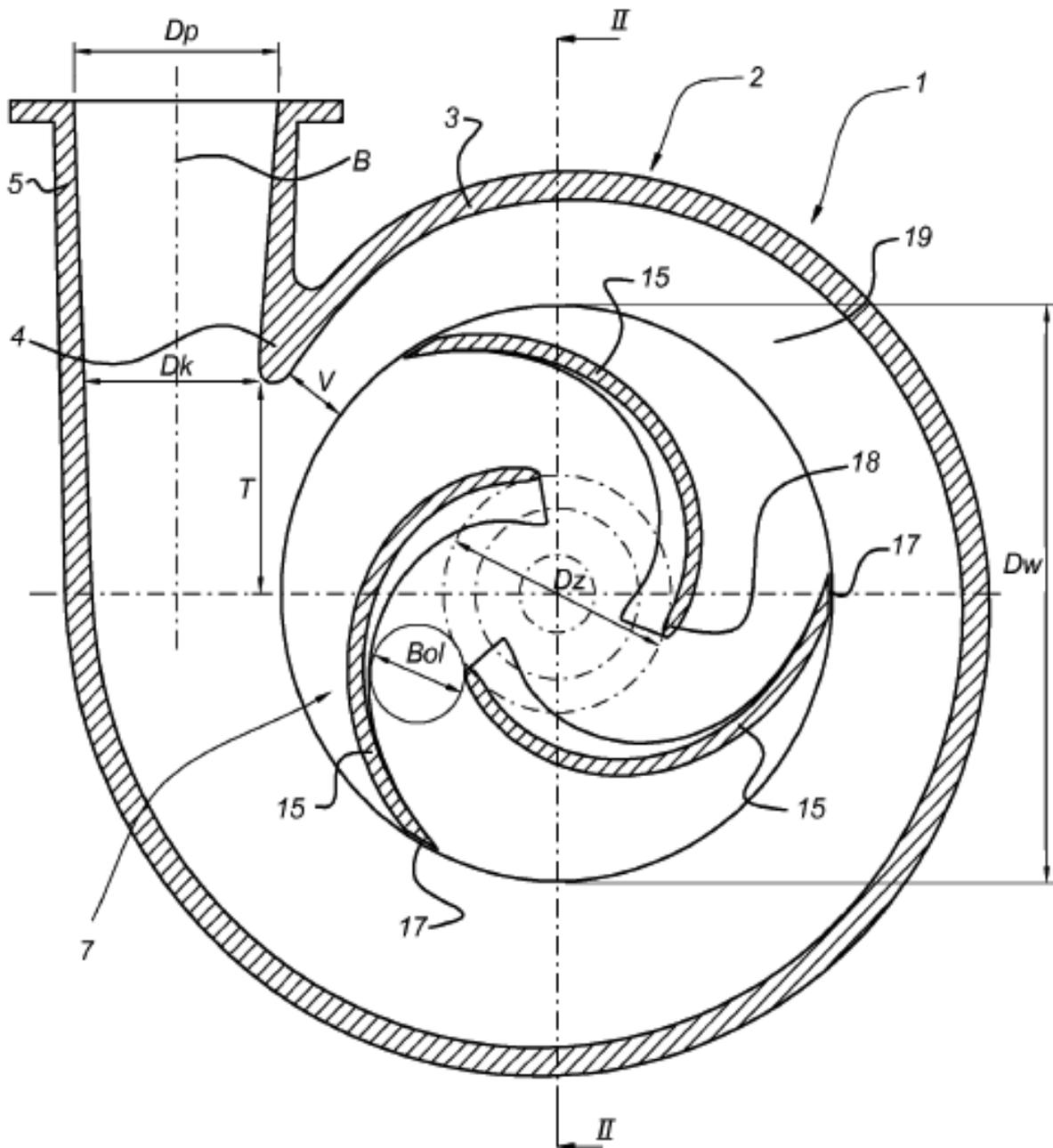


Fig 2 Estado de la técnica

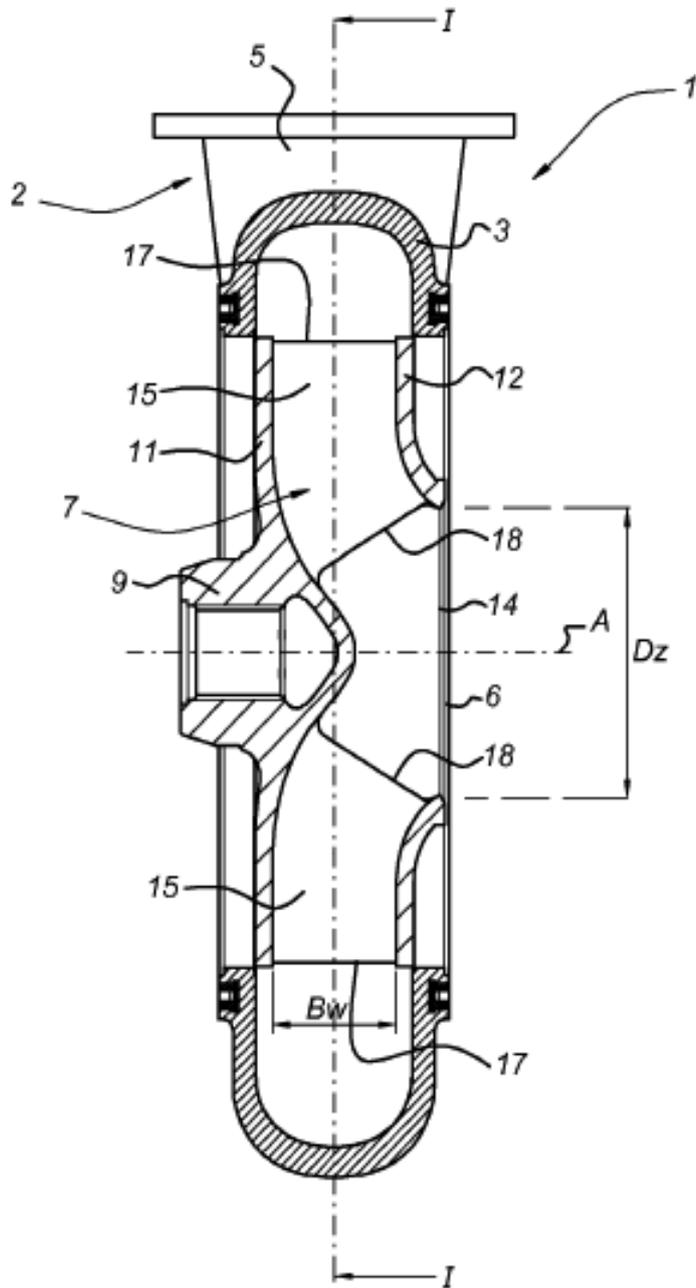


Fig 3 Estado de la técnica

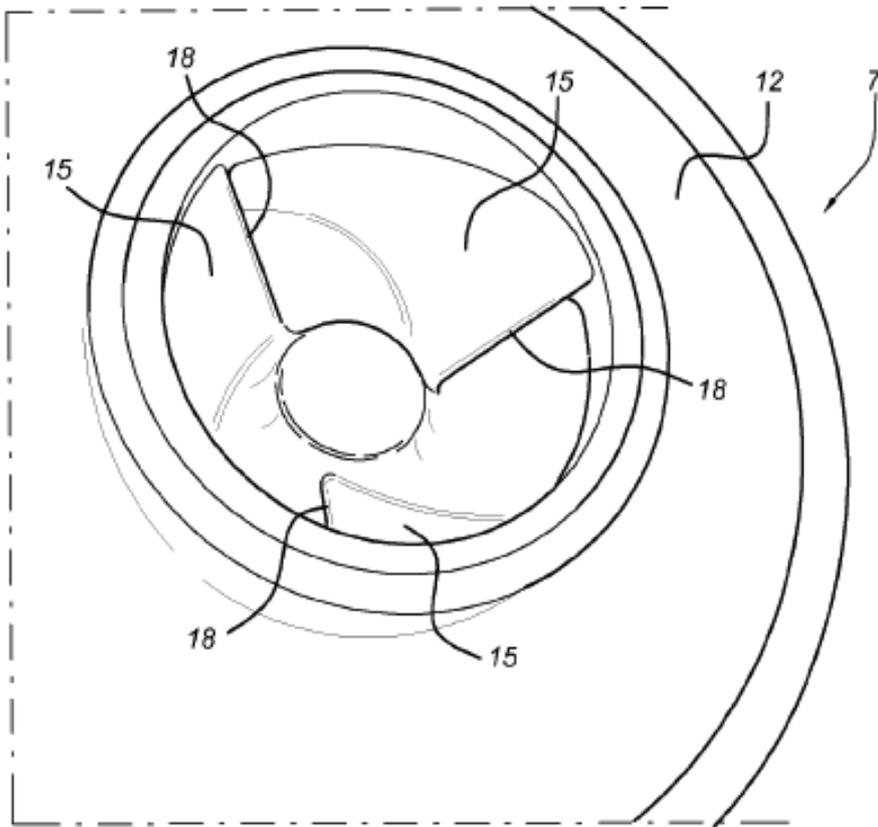


Fig 4a

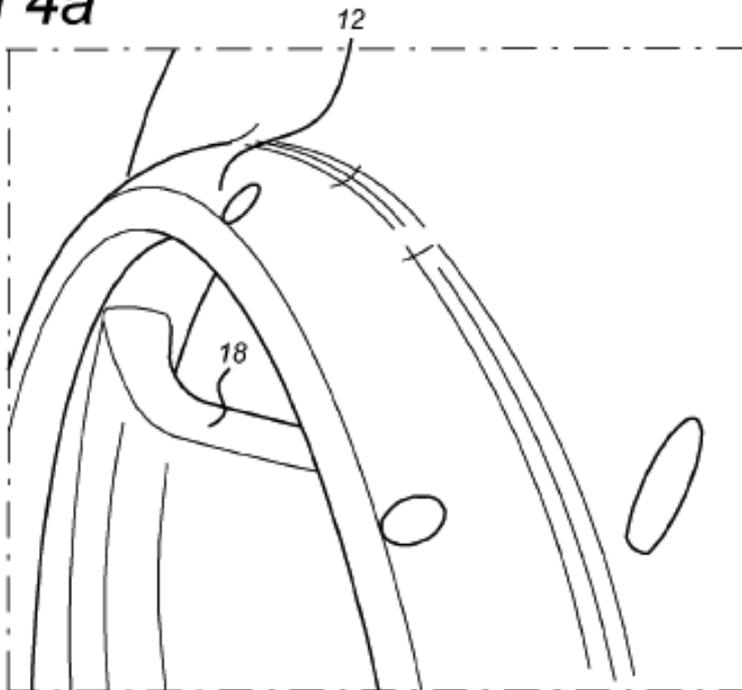


Fig 4b

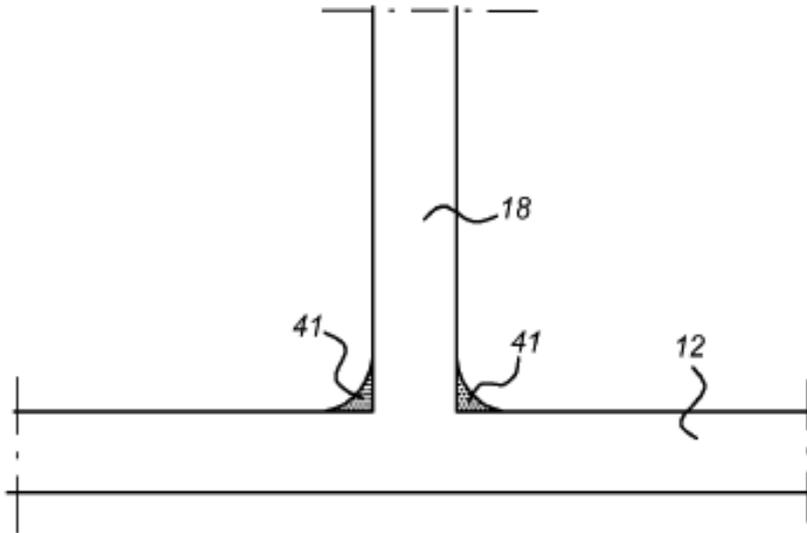


Fig 4c Estado de la técnica

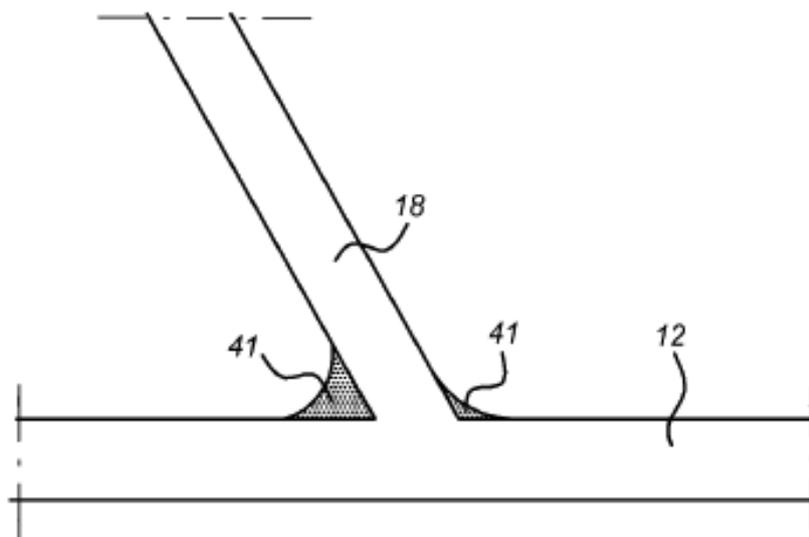


Fig 5a

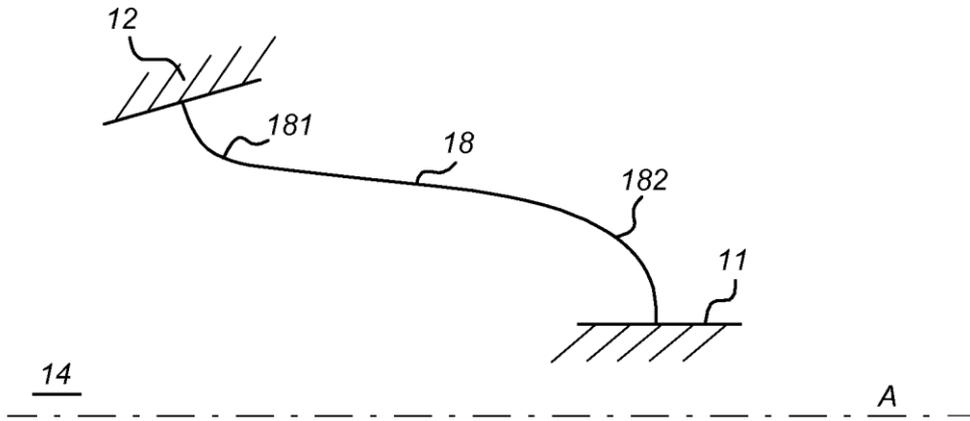


Fig 5b

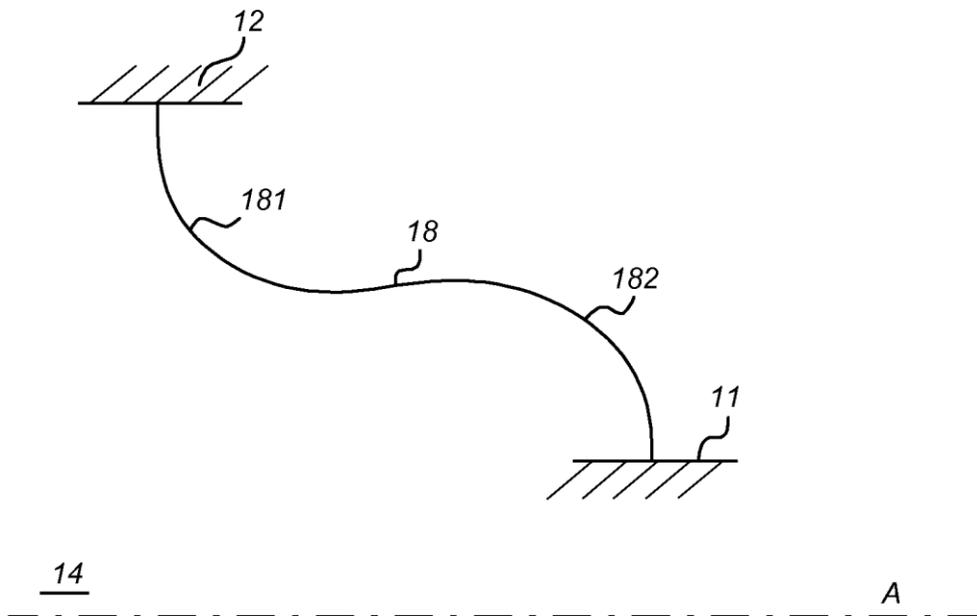


Fig 7a

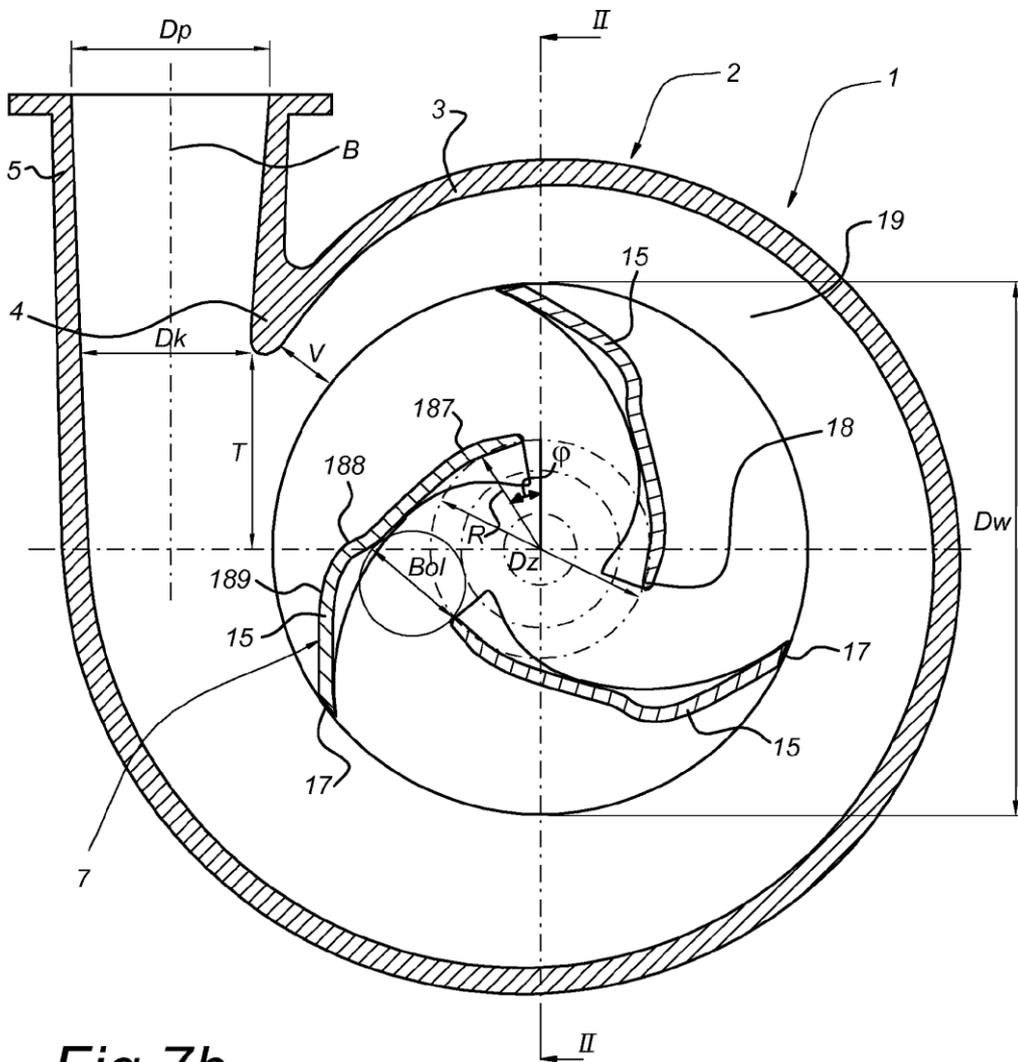


Fig 7b

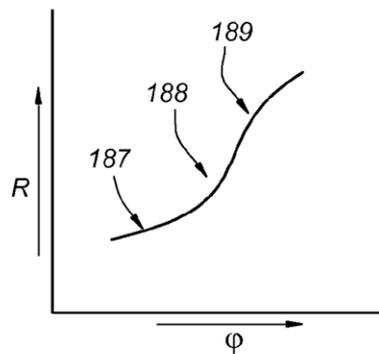


Fig 8

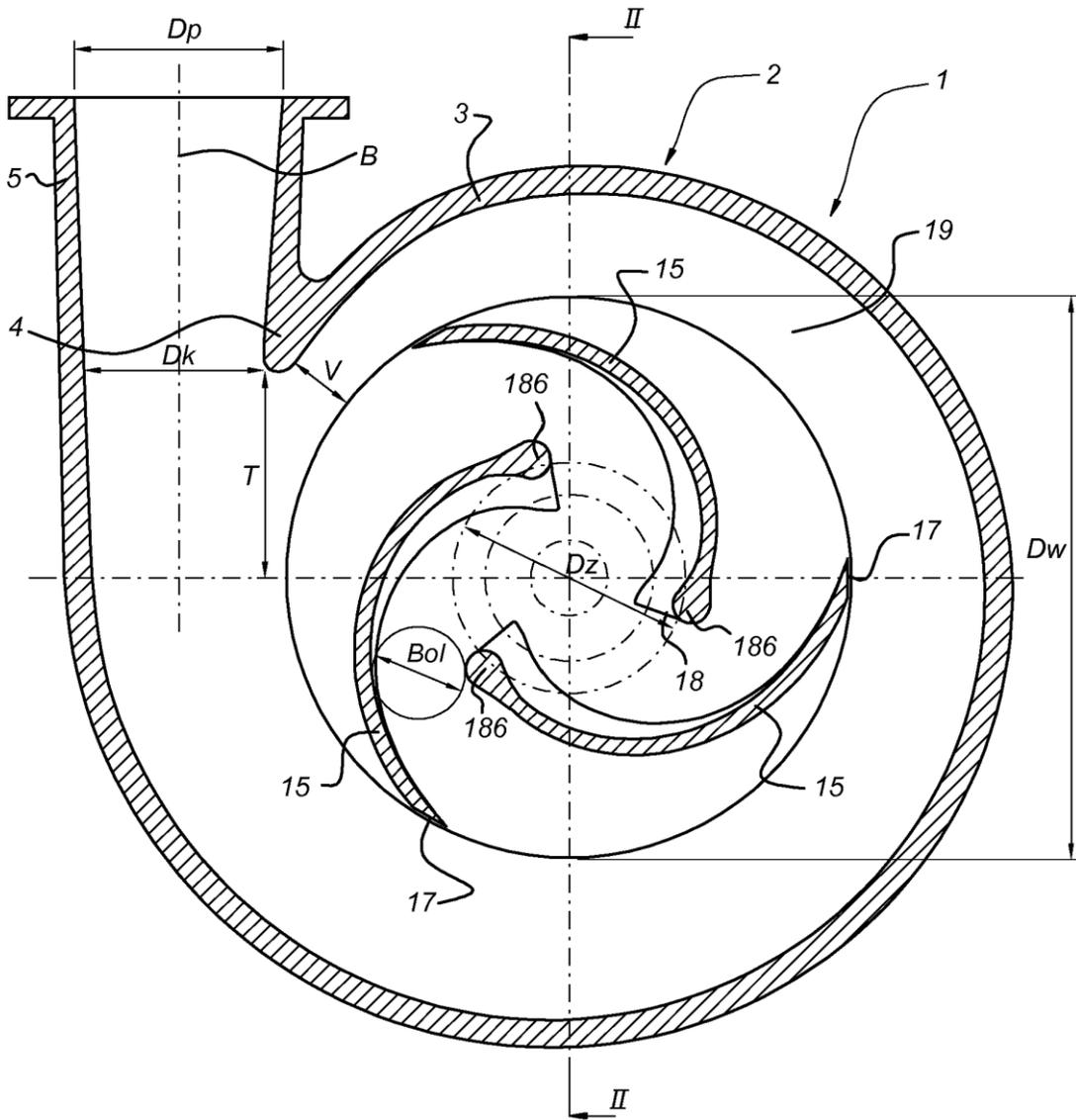


Fig 9a

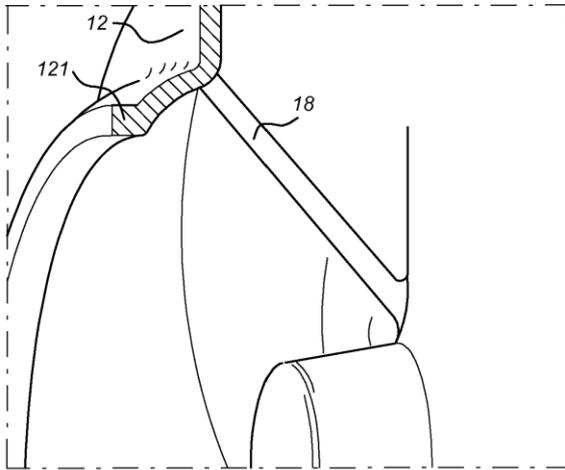


Fig 9b

