

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 922**

51 Int. Cl.:

F04D 7/04 (2006.01)

F04D 29/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.03.2013 PCT/GB2013/050804**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013 WO13144623**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2013 E 13714326 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016 EP 2831424**

54 Título: **Bomba de espuma y método**

30 Prioridad:

29.03.2012 GB 201205553

29.03.2012 AU 2012901249

02.08.2012 GB 201213761

02.08.2012 AU 2012903341

28.09.2012 GB 201217360

28.09.2012 AU 2012904251

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

04.05.2017

73 Titular/es:

WEIR MINERALS EUROPE LIMITED (100.0%)

Halifax Road Todmorden

Lancashire OL14 5RT, GB

72 Inventor/es:

LODERER, PAVOL;

ROUDNEV, ALEKSANDER S. y

MOSCOSO LAVAGNA, LUIS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 610 922 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 de espuma y método

5 **Campo técnico**

Esta divulgación se refiere en general a bombas y métodos de bombeo de fluido, en particular, pero sin limitación, fluidos espumosos, tales como por ejemplo, concentrados de flotación de espuma mineral.

10 **Técnica anterior**

15 Las plantas de procesamiento de minerales utilizan, a menudo, un proceso de flotación para separar las partículas finamente molidas de un mineral requerido de las rocas de desecho. Esto se consigue en un tanque o celda de flotación donde se coloca la suspensión y al que se agregan burbujas de aire finas y reactivos. El tanque se agita después y la espuma resultante que se eleva hasta la parte superior de la celda de flotación tiene las partículas finas del mineral requerido adherido a las burbujas de aire. La recogida de la espuma proporciona después un medio para recoger el mineral concentrado requerido que se ha extraído por el proceso.

20 La espuma del proceso de flotación contiene el mineral requerido y normalmente debe ser bombeada a la siguiente etapa de procesamiento. Los diferentes tipos de espuma producida dependen en gran medida del tamaño de las partículas que flotan, del tipo y cantidad de reactivos y de la cantidad y tamaño de las burbujas de aire. El proceso de espuma es continuo, pero actualmente no hay equipos comercialmente disponibles que puedan reducir el contenido de aire de la espuma, y no es práctico dejar la espuma flotando hasta que el aire se separe por sí mismo antes de bombear las partículas remanentes y líquido que han formado la espuma.

25 Para conseguir buenos resultados de recuperación a partir del proceso de flotación se requiere que el quijo de mineral sea triturado hasta tamaños de partícula muy finos (en algunos casos inferiores a 10 micrómetros). También para conseguir una buena recuperación de minerales es necesario controlar los reactivos utilizados en el proceso, pero muy a menudo esto, combinado con la cantidad de burbujas necesarias para hacer eficaz el proceso, puede dar lugar a una espuma muy estable y tenaz. Estas espumas tenaces cuando se dejan en un recipiente tardarían normalmente de 12 a 24 horas para reducirse en agua y al estado sólido solamente, es decir, las burbujas serían extremadamente lentas para dispersarse.

35 Las bombas para su uso para bombear espuma se encuentran actualmente en forma de bombas verticales y/o dispuestas horizontalmente. Las bombas verticales se disponen de manera que la entrada de la bomba se dispone generalmente vertical, y las bombas horizontales se disponen con la entrada de la bomba dispuesta generalmente horizontalmente. Se ha demostrado que las bombas de espuma verticales son capaces de bombear espumas muy tenaces, pero a menudo son físicamente muy grandes y, por lo tanto, deben considerarse en el diseño inicial de una planta de procesamiento de minerales.

40 Las bombas horizontales, por otro lado, se han utilizado también para aplicaciones de bombeo de espuma, pero no siempre tienen éxito con espumas tenaces. Las bombas horizontales han sido deliberadamente sobredimensionadas en aplicaciones de manipulación de espuma. Una bomba de mayor tamaño significa que puede funcionar de manera ineficaz con un bajo flujo resultante y un gran arrastre de aire debido a la espuma. Los fallos mecánicos pueden convertirse en un problema con este bombeo inestable. La espuma está llena de aire, pero al estar presente como tamaños de burbujas muy pequeñas tiene menos efecto que la misma cantidad de aire en forma de grandes burbujas. Sin embargo, hay un punto en el que la capacidad de una bomba para tolerar la espuma disminuirá debido al efecto del aire. La tolerancia al aire de una bomba se relaciona también con la característica de carga neta positiva de aspiración (NPSH); es decir, cuanto menor sea la presión neta disponible en la entrada a la bomba, más probablemente se verá afectado el rendimiento.

55 Se han desarrollado bombas para manejar específicamente fluidos espumosos de este tipo. Durante la operación de bombeo, la fracción más pesada del fluido migra a una región exterior de la bomba y una fracción más ligera tiende a migrar hacia una región interna. Hay una necesidad de poder de eliminar eficazmente la fracción más ligera.

60 El documento US4273562 divulga una bomba centrífuga que tiene un impulsor giratorio con una abertura a través del impulsor. El líquido que fluye dentro de la bomba se divide en dos corrientes de fluido en el impulsor. Una corriente es un flujo radial a una parte de descarga de alta presión y la otra corriente contiene la mayor parte del componente gaseoso y se dirige a fluir a través de la abertura del impulsor. El impulsor tiene superficies que se extienden dentro de esta abertura para impulsar la última corriente componente a través de la misma.

Sumario de la divulgación

65 En un primer aspecto, se proporciona una bomba de acuerdo con la reivindicación 1.

El inductor de flujo en la cámara de recogida energiza el fluido de gas en esa cámara de recogida, especialmente cuando el caudal en la cámara de recogida es elevado. Esta adición de energía hace que el gas y el fluido fluyan fuera de la parte de ventilación posterior de la cámara de recogida, y no hay necesidad de ningún dispositivo externo (tal como una bomba de aspiración separada) para aspirar físicamente el aire de la cámara de recogida.

5 En ciertas realizaciones, la bomba incluye álabes auxiliares en la cara posterior de la cubierta del impulsor.

En ciertas realizaciones, la bomba incluye un eje de accionamiento, el impulsor y el elemento inductor están montados operativamente en el eje de accionamiento para girar de este modo.

10 En ciertas realizaciones, el o cada paso se dispone dentro de la región interior de la cámara de bombeo.

En ciertas realizaciones, la salida de ventilación está alejada de la cámara de bombeo.

15 En ciertas realizaciones, la salida de ventilación y el o cada paso son sustancialmente paralelos al eje de giro.

En ciertas realizaciones, la cámara de recogida incluye un lado frontal abierto que se enfrenta al impulsor y la zona de salida de transferencia está comprendida por un espacio anular entre el lado posterior de la carcasa de bomba y la cara posterior del impulsor.

20 En ciertas realizaciones, el lado frontal abierto de la cámara de recogida tiene un diámetro periférico exterior que es menor que el diámetro de la cámara de bombeo.

25 En ciertas realizaciones, la bomba es una bomba de espuma para bombear fluidos espumosos en la que el impulsor se configura para separar el fluido espumoso en una fracción más pesada que se descarga a través de la salida de descarga y una fracción más ligera que entra en la cámara de recogida a través de los pasos donde el inductor separa la fracción más ligera en una fracción secundaria más pesada que es devuelta a la cámara de bombeo a través de la zona de salida de transferencia y el fluido restante se descarga a través de la salida de ventilación.

30 En un segundo aspecto, se proporciona un método para bombear un fluido según se define en la reivindicación 12.

En ciertas realizaciones, el fluido bombeado es un fluido espumoso.

35 En un tercer aspecto, se proporciona un método para bombear un fluido espumoso según se define en la reivindicación 14.

En ciertas realizaciones, el método del tercer aspecto es operable mediante cualquiera de los aparatos definidos en el primer aspecto.

40 **Breve descripción de los dibujos**

A pesar de cualquier otra forma que pueda caer dentro del alcance de los métodos y aparatos como se expone en el Sumario, a continuación se describirán realizaciones específicas, a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

45 La Figura 1 es un alzado lateral esquemático, parcialmente en sección de una bomba de acuerdo con una realización;

50 La Figura 2 es un detalle en sección transversal de parte de una bomba de acuerdo con una realización.

La Figura 3 es un detalle de parte de un impulsor de bomba de acuerdo con una realización.

55 La Figura 4 es un detalle de un inductor de flujo de acuerdo con una realización, cuando se conecta a un impulsor de bomba.

La Figura 5 es un detalle en sección transversal de parte de una bomba de acuerdo con una realización.

La Figura 6 es un detalle del inductor de flujo de la Figura 4.

60 La Figura 7 es un detalle de un inductor de flujo de acuerdo con una realización.

La Figura 8 es una vista parcial en perspectiva y en despiece de una bomba de acuerdo con una realización adicional.

65 La Figura 9 es una vista esquemática de una porción de la bomba mostrada en la Figura 8 en una posición parcialmente montada.

La Figura 10 es una vista en sección cortada de la porción de bomba mostrada en la Figura 9.

La Figura 11 es una vista en perspectiva lateral frontal de un impulsor de acuerdo con una realización.

5 La Figura 12 es una vista en perspectiva lateral posterior del impulsor mostrado en la Figura 11.

La Figura 13 es un alzado lateral frontal del impulsor mostrado en las Figuras 11 y 12.

10 Las Figuras 14 a 16 son diversas vistas (vista en perspectiva lateral y vistas en alzado lateral frontal) del inductor de flujo mostrado en las Figuras 8 y 10.

15 Las Figuras 17 a 19 son diversas vistas (respectivamente: vista en perspectiva lateral frontal, alzado lateral frontal y vista en sección lateral) de una placa posterior o caja de relleno que forma parte de una cámara de recogida de acuerdo con la realización mostrada en las Figuras 8, 9 y 10.

La Figura 20 es un alzado lateral en sección parcial de una porción de una bomba de acuerdo con una realización adicional.

20 La Figura 21 es una vista parcial en perspectiva y en despiece de una bomba de acuerdo con una realización adicional.

25 La Figura 22 representa los resultados de varios ensayos experimentales del rendimiento de una bomba de espuma que tiene las características de la invención cuando se compara con el rendimiento de una bomba de espuma comercial competitiva, cuando la potencia (kW) y el caudal (m³/h) se miden.

Descripción detallada de las realizaciones específicas

30 Haciendo referencia en particular a la Figura 1, se ilustra una bomba 10 que comprende un alojamiento de bomba 20 que se monta en un soporte 14 (a menudo denominado pedestal, base o bastidor). El alojamiento de bomba 10 comprende una carcasa exterior 22 que incluye una parte de carcasa frontal 23 y una parte de carcasa posterior 24 que se conectan entre sí por una serie de pernos. El alojamiento de bomba 10 comprende además una entrada 26 para el fluido de alimentación que se bombea a la bomba y una salida 27 de descarga desde la que se puede descargar el fluido de la bomba.

35 El alojamiento de bomba 20 comprende además un revestimiento interior 30 dentro de la carcasa exterior 22. El revestimiento 30 incluye un revestimiento principal 34 que puede estar en forma de una voluta y revestimientos laterales que comprenden un revestimiento frontal 35 y un revestimiento posterior 36. El revestimiento principal 34 puede comprender dos partes o mitades que se ensamblan juntas para formar un revestimiento de voluta en forma de un neumático de automóvil. El revestimiento principal también puede ser una estructura de una sola pieza, como se ilustra en la Figura 1. El revestimiento se puede formar de caucho o de un material elastómero. El interior del revestimiento 30 forma una cámara de bombeo 38 a través de la que se hace pasar el fluido que se bombea.

45 La bomba 10 incluye además un impulsor 40 que se monta para girar dentro de la cámara de bombeo 38 alrededor del eje de giro X-X. El impulsor 40 se conecta a un eje de accionamiento 18 que a su vez se conecta a una unidad (no mostrada). El impulsor 40 ilustrado es del tipo semiabierto e incluye una cubierta 42 que tiene una cara frontal 43 y una cara posterior 44. El impulsor 40 incluye una serie de álabes de bombeo 46 que sobresalen de la cara frontal de la cubierta. Los álabes de bombeo 46 se separan uniformemente alrededor del eje de giro y están especialmente diseñados para manejar fluidos espumosos y tienen un número de porciones salientes cada una en forma de una cuchara curvada 49 que se extiende dentro de la entrada. El impulsor incluye además un ojal central 51 que se extiende hacia delante de la cara frontal 43 de la cubierta 42 y durante su uso las cucharas curvadas 49 funcionan para arrastrar material hacia el centro abierto del impulsor delante del ojal central 51. Otras características del impulsor 40 se describirán más adelante. Álabes auxiliares 66 se disponen en la cara posterior del impulsor 40. Los álabes auxiliares 66 se separan uniformemente alrededor del eje de giro y tienen extremos interior y exterior. Los álabes auxiliares 66 pueden ser rectos, curvos o tener cualquier otra configuración adecuada.

55 La bomba 10 incluye además un conjunto estanqueidad 80 que proporciona una junta entre el eje 18 y la carcasa de bomba 20. El conjunto de estanqueidad como se muestra, se aloja en una caja de relleno 87.

60 Tal como se ilustra mejor en la Figura 2, el impulsor 40 incluye una serie de pasos en forma de orificios pasantes 52 dispuestos en su interior, cada uno de los que se extiende desde la cara frontal 43 hasta la cara posterior 44 del impulsor 40. Los orificios pasantes 52 están en la región del eje de giro X-X y se sitúan entre los álabes de bombeo adyacentes 46. Como se muestra en las Figuras 2 y 3, los orificios pasantes 52 se extienden en una dirección generalmente paralela al eje de giro X-X. Los pasos pueden tener cualquier tamaño y dimensión y configuración de sección transversal adecuadas. En la Figura 3, los orificios pasantes 52 mostrados tienen una dimensión de anchura alargada y aparecen como una ranura. Por lo general habrá uno o más pasos situados en cada canal del impulsor dispuestos entre los álabes de bombeo adyacentes 46, de manera que cada canal del impulsor sea ventilado

durante la operación. Mediciones experimentales han demostrado que el aire en una espuma que es bombeada por el impulsor 40 se concentrará en el ojal del impulsor, formando a veces una "nube" que inhibe la generación de la carga y flujo y reduce la eficacia del impulsor. La función de los pasos es suministrar una primera "fracción ligera" de gas y algunos sólidos desde la región de entrada del impulsor 26 (especialmente alrededor del ojal 51 del impulsor) a la cámara de recogida 60, como se describirá a continuación. El área de sección transversal de los pasos necesita ser suficiente para eliminar tanto aire de los canales del impulsor como sea necesario, pero si los orificios pasantes 52 de otros pasos son demasiado grandes, puede permitir que la suspensión de espuma pase directamente a través de la cámara de recogida 60, lo que es indeseable.

La cámara de recogida 60 de la bomba se sitúa en el lado posterior de la carcasa de bomba y detrás del impulsor 40. La cámara de recogida 60 está adyacente a la cara posterior 44 del impulsor y se sitúa dentro de la cámara estanqueidad o caja de relleno 87. Los orificios pasantes 52 se abren hacia la cámara de recogida 60. La cámara de recogida 60 incluye una salida de ventilación en forma de un orificio de ventilación 62 dispuesto en una pared posterior 63 de la caja de relleno 87 y alejada del impulsor 40 de la bomba. El orificio de ventilación 62 puede estar en comunicación fluida con un tanque, por ejemplo, por medio de un conducto o tubería adecuada 61, que se extiende desde la caja de relleno a través de otros conductos conectados al depósito, que por ejemplo está a presión atmosférica o incluso puede estar bajo aspiración. La cámara de recogida 60 tiene una pared lateral periférica exterior 68 que puede ser generalmente cilíndrica y un lado abierto 64 que se orienta hacia el impulsor 40 y una separación 65 que forma una zona de salida de transferencia entre la cubierta 42 del impulsor y el revestimiento posterior 36 y que proporciona la comunicación fluida entre la cámara de recogida 60 y la cámara de bombeo 38. La pared lateral periférica 68 de la cámara de recogida 60 es sustancialmente paralela al eje de giro X-X que conduce al lado abierto 64 y el diámetro periférico exterior del lado abierto 64 es menor que el diámetro de la cámara de bombeo 38.

Como se ha mencionado anteriormente, en la región de entrada (cámara de bombeo 38 delante del impulsor 40) de una bomba de espuma hay una región de baja presión en la línea central del impulsor 40 alrededor de la región del ojal 51 y por lo tanto se tiende a acumular aire allí. Esto significa que los fluidos más pesados (las partículas) viajan hacia la pared exterior de la bomba. El aire acumulado en esta área no pasa a través de la bomba de la manera normal debido a una condición combinada de baja presión y baja densidad, y en su lugar funciona como un cojín para la suspensión procedente de aguas arriba. Esto generalmente da como resultado que la bomba realice de forma pobre o pierda su funcionalidad, utilizando potencia sin ningún efecto. Puesto que el aire se acumula en la línea central del impulsor 40 en la región del ojal 51, puede ser retirado de esa región colocando pasos en forma de orificios pasantes 52 a través del impulsor 40 de manera que el aire fluya hacia una cámara de recogida 60, que también se puede denominar cámara de expulsión. Los orificios pasantes 52 en la cubierta posterior del impulsor 40 es mayor que la presión en la cámara de recogida 60 lo que hace que el aire fluya hacia los orificios pasantes 52. Si hay una o más salidas de ventilación que salen de la parte posterior de la cámara de recogida 60, después el aire fluye a través de los orificios pasantes 52 del impulsor hacia dentro de la cámara de recogida 60 y luego hacia fuera a través de las salidas de ventilación - de hecho, el aire es aspirado dentro de la cámara de recogida 60.

Se muestran realizaciones en las que la bomba 10 incluye además un inductor de flujo que se monta para giro dentro de la cámara de recogida 60. El inductor de flujo, que también se puede denominar dispositivo de agitación, se monta operativamente en el eje de accionamiento 18 de manera que, durante la operación, tanto el impulsor 40 como el inductor se hacen girar juntos por el eje de accionamiento. En una forma mostrada en las Figuras 1, 2 y 7, el inductor de flujo se configura en forma de un impulsor mezclador de paletas 70 que tiene álabes 71 del impulsor en forma rectangular dispuestos radialmente alrededor de un collarín 73, que se fija al eje de accionamiento de la bomba. Durante su uso, los álabes 71 del impulsor se inclinan de tal manera que provocan un flujo generalmente axial de material (es decir, un flujo generalmente en línea con el eje de giro X-X) a través de la cámara de recogida 60 y hacia fuera hacia el orificio de ventilación 62. En otra forma ilustrada en las Figuras 4, 5 y 6, el inductor de flujo se configura en forma de un impulsor de disco 72 que se monta en el eje de accionamiento en el orificio central 75. El impulsor de disco 72 tiene seis orificios pasantes periféricos separados entre sí 74 situados a través del mismo, cuya entrada a cada uno de ellos está provista de una curva de tubería en forma de ángulo de 90° (o extremo acodado) 76. Las curvas de tubería 76 se sitúan en el lado 81 del impulsor de disco 72 que se orienta hacia la cara posterior 44 del impulsor 40. Cada curva de tubería 76 se orienta de manera que forma una cuchara que crea un flujo turbulento recirculante sobre la parte superior de/alrededor del borde periférico del impulsor de disco 72. Esta agitación da lugar a un flujo generalmente axial de material (es decir, un flujo generalmente en línea con el eje de giro X-X) a través de la cámara de recogida 60 y hacia fuera hacia el orificio de ventilación 62.

El inductor de flujo 70 puede adoptar muchas formas, por ejemplo, puede comprender otro tipo de impulsor, una hélice marina o una rueda de paletas. Una finalidad del inductor es promover el flujo de gases de espuma en exceso desde la región de la cara frontal 43 del impulsor, a través de los pasos u orificios pasantes 52, a través de la cámara de recogida 60 y hacia fuera a través del orificio de ventilación 62.

En las Figuras 8 a 20, siempre que sea posible, se han utilizado los mismos números de referencia para describir los mismos componentes que se han descrito en las realizaciones anteriores.

Tal como se ilustra en la Figura 8 y en las Figuras 9 a 20 relacionadas, se muestra una bomba 10 en vista parcial y en despiece ordenado, que comprende una carcasa exterior que incluye una parte de carcasa posterior 24. La parte de carcasa frontal no se ilustra, pero puede ser similar a la parte de carcasa posterior en apariencia. La bomba ilustrada en esta realización no muestra el revestimiento interno 30. La bomba incluye un impulsor 40 que tiene generalmente la misma estructura que la descrita anteriormente.

Como se ha descrito con referencia a las realizaciones anteriores, se forma una cámara de recogida 60 con una pared lateral periférica exterior 68 y una pared posterior 63. La pared lateral 68 se extiende sustancialmente paralela al eje de giro X-X hasta el lado abierto 64 que, cuando está en una posición ensamblada, se separa de la cara posterior 44 del impulsor 40 para proporcionar un espacio 65 entre medio.

El inductor de flujo en forma de un impulsor mezclador de paletas 70 en esta realización es algo similar al que se muestra en la Figura 7, pero en esta realización comprende diez palas 71. Las palas 71 están inclinadas hacia dentro hacia el extremo libre exterior de las mismas (aunque también pueden tener lados rectos) y se inclinan en un ángulo Z con respecto al eje de giro X-X. Normalmente, el ángulo Z puede ser de aproximadamente 45°. La configuración de las palas 71 es tal que causa un flujo axial así como un flujo de remolino de la mezcla dentro de la cámara de recogida 60.

Cuando está en funcionamiento, el inductor de flujo en forma del mezclador de paletas 70 tiene una sección exterior que está separada de la pared periférica 68 formando una zona de concentración de fracciones más pesadas de forma anular 69 y en la que la fracción más pesada tiende a migrar y desde allí la fracción más pesada se hace salir de la cámara de recogida 60 a través del espacio 65 entre la cara posterior de la cubierta 42 del impulsor y el revestimiento posterior 36 y fluye alrededor del impulsor 40 y vuelve a la cámara de bombeo 38. La zona de concentración de fracciones más pesadas 69 se extiende desde la pared posterior 63 de la caja de relleno 87 a lo largo de la pared periférica exterior 68 de la cámara de recogida 60 y hasta el lado abierto 64. La finalidad del inductor de flujo es inducir el flujo desde la cámara de bombeo 38 hasta la cámara de recogida 60 y después de ello asistir a los álabes auxiliares 66 de la cubierta posterior del impulsor 40 a separar el fluido en su interior en una fracción más ligera (principalmente gas) y una fracción más pesada (materia principalmente líquida y alguna particulada). La fracción más ligera se hace pasar a través del orificio de ventilación 62 y salir de la bomba hacia una región de presión inferior.

La realización mostrada en la Figura 20 es generalmente similar a la ilustrada en la Figura 8. Para facilitar la referencia, partes similares se han proporcionado con el mismo número de parte que en las realizaciones anteriores. En la Figura 20, el impulsor 89 es generalmente similar al impulsor 40 descrito anteriormente con relación a la Figura 8. Los álabes auxiliares 66 en el impulsor 89 están ahusados de manera que se hacen más finos en profundidad cuando se mueven en una dirección que se aleja de un extremo interior (más próximo al eje de giro X-X del impulsor) hacia un extremo exterior. La cara 78 del revestimiento posterior 88 es también inclinada y paralela a la superficie de los álabes auxiliares 66 de manera que se forma un paso estrecho 65 para la transferencia de fluido de la cámara de recogida 60A a la cámara de bombeo entre los álabes auxiliares 66, la cara posterior de la cubierta del impulsor 89 y la cara 78. Este paso 66 no es ortogonal al eje de giro X-X, sino que está inclinado en una dirección hacia la cámara de bombeo.

La realización mostrada en la Figura 20 incluye un conjunto de estanqueidad de tipo prensaestopas en detalle que incluye una empaquetadura 93, un anillo de linterna 94, un perno de prensaestopas 95 y un drenaje y un anillo de estanqueidad 96 y 97. También se proporciona una protección de estanqueidad 79 para la protección del operario.

La realización mostrada en la Figura 20 incluye además una placa de sujeción 83 y un tornillo de fijación 84. El inductor de flujo se ilustra en forma de un impulsor 85. La realización incluye además juntas tóricas 86, 90 y 91 para minimizar la fuga de la bomba.

La realización mostrada en la Figura 21 es generalmente similar a la ilustrada en las Figuras 8-20. En esta realización, el inductor de flujo en forma de un impulsor mezclador de paletas 70A es similar al impulsor mostrado en la Figura 8 y en las Figuras 14-16, pero en esta realización comprende dieciséis palas. Como en el caso de la Figura 8, las palas están ligeramente inclinadas hacia dentro hacia su extremo libre exterior y están inclinadas en un ángulo Z con respecto al eje de giro X-X. Normalmente, el ángulo Z puede ser de aproximadamente 45°. La configuración de las palas es tal que produce un flujo axial así como un flujo de remolino de la mezcla dentro de la cámara de recogida 60A.

Además, la Figura 21 muestra un prensaestopas 99A diferente en el revestimiento de la placa de bastidor para mantener la empaquetadura en posición, estando retenido el prensaestopas por tres pernos de fijación en lugar de la disposición de dos pernos más convencional mostrada en la Figura 8. Finalmente, otra diferencia es que el orificio de ventilación 62A en la pared posterior de la caja de relleno tiene una forma redonda, en comparación con la forma elíptica mostrada en las Figuras 8-10 y en las Figuras 17-19, con el fin de maximizar el volumen de gas que puede ser expulsado de la cámara de recogida 60A durante su uso. Un orificio de ventilación redondo tiene también la ventaja de poder unirse más fácilmente a una manguera de sección transversal redonda estándar o tubo de ventilación 61A, y si el espacio lo permite, es deseable un orificio de ventilación grande.

Las diversas realizaciones de los sistemas de eliminación de aire descritos en la presente memoria operan continuamente para ventilar la bomba durante su uso. La combinación del impulsor de la suspensión, los álabes auxiliares (expulsión posterior) y el inductor de flujo al actuar juntos crean un ambiente para una separación más eficaz del aire y del material de la suspensión. Además, el sistema es adaptable a una bomba de espuma existente.

Con particular referencia a las bombas de espuma, las espumas minerales que contienen sólidos abrasivos pueden tener propiedades altamente variables. La espuma puede ser quebradiza con burbujas de gas/aire que son fácilmente rompibles o tenaces, con aire/gases difíciles separar. Por lo general, no se puede lograr una separación de gas completa o suficiente dentro de la cámara de bombeo. La bomba descrita en la presente memoria está diseñada para manejar la separación tanto en la cámara de bombeo como en la cámara de recogida durante la ventilación. En otras palabras, hay una separación de primera etapa en la cámara de bombeo y una separación de segunda etapa en la cámara de recogida.

El inductor de flujo mueve positivamente el flujo de una primera fracción ligera separada en la dirección axial y, al mismo tiempo, hace girar la mezcla dentro de la cámara de recogida creando así un entorno para una posible separación adicional de sólidos en la segunda fracción más pesada que puede ser devuelta a la cámara de bombeo o hacerse salir desde la salida de descarga de la bomba mientras que, bajo la influencia de la presión, se obliga a la mezcla saturada de gas/aire (segunda fracción más ligera) a autodescargarse fuera de la cámara de recogida (preferentemente de nuevo al tanque de aspiración de la bomba, o a cualquier otro lugar de eliminación/tratamiento).

En ciertas realizaciones, el impulsor puede incluir álabes auxiliares en la cara de cubierta posterior y el inductor de flujo puede, junto con los álabes auxiliares, facilitar el paso de una fracción más pesada del material en la cámara de recogida a través de la zona de salida de transferencia a la zona exterior de la cámara de bombeo.

En otras realizaciones, las palas de un inductor de flujo en forma de un impulsor mezclador de paletas pueden tener forma de perfil aerodinámico en sección transversal, con el objetivo de aumentar la propulsión en la cámara de recogida. En algunos medios de espuma tenaz, tales como espumas de betún, se puede requerir más capacidad de expulsión para facilitar la separación secundaria de fracciones pesadas y ligeras en la cámara de recogida y la propulsión de la fracción ligera secundaria a través del orificio de ventilación. Esto también se puede conseguir en algunas realizaciones aumentando el diámetro del impulsor/hélice de la realización actual mostrada en las Figuras.

En un ensayo experimental, una bomba de espuma que tiene las características de la invención funcionó muy satisfactoriamente con un Factor de Volumen de Espuma (FVF) de 6,0 con un caudal de espuma bombeado en el intervalo de 530-560 m³/h. En las bombas de espuma convencionales, el FVF máximo que se puede manejar es de 1,9-2,0. El FVF es una figura calculada que se refiere a la fracción volumétrica de aire en la espuma. Una espuma más gascosa conduce a un bombeo de baja eficacia con un consumo de energía relativo más alto. El impulsor de espuma puede estar girando, pero a menudo solo en una envoltura de aire. En algunos casos, los operarios intentan agregar sustancias químicas para colapsar la espuma, pero esto agrega coste y puede que no funcione, y también puede no ser apropiado dependiendo del material que se bombea o del entorno.

En un ensayo experimental adicional, se comparó el rendimiento de una bomba de espuma que tenía las características de la invención con el rendimiento de una bomba de espuma comercial competitiva. Los datos experimentales se muestran en la Figura 22. Durante los experimentos de bombeo, se midió la potencia (kW) y el caudal de espuma (m³/h). Se trazó una línea general de mejor ajuste para categorizar ampliamente las tendencias de datos, lo que mostró generalmente que para bombear espuma a un caudal más alto se requería linealmente más potencia. Como se puede observar a partir de los datos, la bomba de espuma de la invención fue capaz de alcanzar los mismos caudales de alimentación de la suspensión espumosa que el producto competidor, pero con casi la mitad de la potencia operativa requerida. Esto indica que la bomba de espuma de la invención era más eficaz para eliminar el aire del material de la espuma de alimentación, realizando un bombeo más eficaz del material de suspensión restante y requiriendo de este modo menor potencia para conseguir ese resultado de material bombeado.

En un ensayo de campo en una mina en Finlandia, una bomba que representa la invención operó de forma consistente con un FVF de hasta 4,0 con un rendimiento estable. La planta observó que el flujo volumétrico que salía de la descarga de la bomba era generalmente menor debido a la eliminación del aire del material de alimentación de la espuma a través de la cámara y de la tubería de ventilación. Además, el ensayo de campo midió un ahorro energético del 25 % en comparación con la bomba competidora corriente.

En esta memoria descriptiva, la palabra "comprendiendo" debe entenderse en su sentido "abierto"; es decir, en el sentido de "incluir", y por lo tanto no se limita a su sentido "cerrado"; es decir, el sentido de "consistiendo solo en". Un significado correspondiente se atribuye a las palabras correspondientes "comprender", "comprendido/a" y "comprende" donde aparezcan.

Además, la invención o invenciones se han descrito en relación con lo que actualmente se considera que son las realizaciones más prácticas y preferidas, se debe entender que la invención no se limita a las realizaciones descritas, sino que, por el contrario, pretende cubrir diversas modificaciones si están incluidas dentro del alcance de la invención o invenciones de acuerdo con lo que se reivindica a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Una bomba (10) que comprende una carcasa de bomba (22) que tiene un lado frontal y un lado posterior con una cámara de bombeo (38) dentro de la carcasa de bomba (22), una entrada (26) a la cámara de bombeo (38), y una salida de descarga (27) desde la cámara de bombeo (38), un impulsor (40) montado para girar dentro de la cámara de bombeo (38) alrededor de un eje de giro, incluyendo la cámara de bombeo (38) una región interior en o cerca del eje de giro y una región exterior alejada del eje de giro, estando la salida de descarga (27) en la región exterior de la cámara de bombeo (38), incluyendo el impulsor (40) una cubierta (42) que tiene una cara frontal y una cara posterior con una pluralidad de álabes de bombeo (46) que se extienden desde la cara frontal, incluyendo además la bomba (10) una cámara de recogida (60) en el lado posterior de la carcasa de bomba (22), estando la cámara de recogida (60) en comunicación fluida con la cámara de bombeo (38), incluyendo el impulsor (40) uno o más pasos (52) que se extienden a través de la cubierta (42), abriéndose un extremo de dichos pasos (52) en la cámara de recogida (60) y el otro extremo abriéndose en la cámara de bombeo (38) a través de la cara frontal del impulsor (40), y un inductor de flujo (70, 85) que está dispuesto dentro de la cámara de recogida (60), incluyendo el inductor de flujo (70, 85) un elemento inductor montado para girar dentro de la cámara de recogida (60) y configurado para generar una componente de flujo axial en una dirección axial con respecto al eje de giro y una componente de flujo turbulento de un fluido dentro de la cámara de recogida (60), incluyendo la cámara de recogida (60) una salida de ventilación (62) configurada para la descarga de fluido desde la cámara de recogida en la dirección axial y una zona de salida de transferencia (65) en comunicación fluida con la región exterior de la cámara de bombeo (38).
2. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye un eje de accionamiento (18), el impulsor (40) y el elemento inductor (70, 85) montados operativamente en el eje de accionamiento (18) para girar con el mismo.
3. Una bomba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el o cada paso (52) se dispone dentro de la región interior de la cámara de bombeo (38).
4. Una bomba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la salida de ventilación (62) está alejada de la cámara de bombeo (38).
5. Una bomba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la salida de ventilación (62) y el o cada conducto de paso (52) son sustancialmente paralelos al eje de giro.
6. Una bomba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cámara de recogida (60) incluye un lado frontal abierto (64) orientado hacia el impulsor (40) y la zona de salida de transferencia (65) está compuesta por un espacio anular entre el lado posterior de la carcasa de bomba (22) y la cara posterior del impulsor (40).
7. Una bomba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye además álabes auxiliares (66) en la cara posterior de la cubierta (42).
8. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en la que la cámara de recogida (60) comprende una pared lateral (68) y una pared posterior (63) alejada del lado frontal abierto (64), estando la salida de ventilación (62) en la pared posterior (63).
9. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 8, en la que el lado frontal abierto (64) de la cámara de recogida (60) tiene un diámetro periférico exterior que es menor que el diámetro de la cámara de bombeo (38).
10. Una bomba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la bomba es una bomba de espuma para bombear fluidos espumosos, en la que el impulsor (40) está configurado para separar el fluido espumoso en una fracción más pesada que se descarga a través de la salida de descarga (27) y una fracción más ligera que entra en la cámara de recogida (60) a través de los pasos (52), donde el inductor (70, 85) separa la fracción más ligera en una fracción más pesada secundaria que se devuelve a la cámara de bombeo (38) a través de la zona de salida de transferencia (65) y el fluido restante se descarga a través de la salida de ventilación (62).
11. Una bomba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que hay un canal entre los álabes de bombeo adyacentes (46) teniendo cada canal uno o más dichos pasos (52) en su interior.
12. Un método de bombeo de un fluido a través de una bomba (10), pudiendo el fluido separarse en fracciones más ligeras y más pesadas, estando la bomba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, incluyendo el método las etapas de:
 - (a) alimentar el líquido a la cámara de bombeo (38) en la que una primera fracción más pesada se descarga a través de la salida de descarga (27) y una primera fracción más ligera migra hacia la región interior de la cámara de bombeo (38);
 - (b) hacer que la primera fracción más ligera entre en la cámara de recogida (60) a través del o de cada paso (52) y después

(c) causar la separación de la primera fracción más ligera en una segunda fracción más pesada y una segunda fracción más ligera en donde la segunda fracción más pesada se devuelve a la cámara de bombeo (38) a través de la zona de salida de transferencia (65) y la segunda fracción más ligera sale de la cámara de recogida (60) a través de la salida de ventilación (62).

- 5
13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el fluido bombeado es un fluido espumoso.
- 10
14. Un método de bombeo de un fluido espumoso a través de una bomba (10) con el fin de desgasificar sustancialmente dicho fluido, incluyendo el método las etapas de:
- 15
- (a) alimentar el líquido a la cámara de bombeo (38) de una bomba (10), en donde una fracción más pesada se descarga a través de una salida de descarga (27) de la bomba, y una fracción más ligera migra hacia una región interior de la cámara de bombeo (38) a través de pasos (52) que se extienden a través de un impulsor de bombeo (40) y hacia el interior de una cámara de recogida (60);
- 20
- (b) causar la separación de la fracción más ligera para liberar sustancialmente el gas de la misma en la cámara de recogida (60) mediante el funcionamiento de un inductor de flujo giratorio (70, 85) dispuesto dentro de la cámara de recogida (60) y que genera una componente de flujo axial en una dirección axial con respecto a un eje de giro del impulsor de bombeo (40) y una componente de remolino de la fracción más ligera; y
- (c) descargar dicho gas de liberación a través de una salida de ventilación (62) de la cámara de recogida (60) en la dirección axial.

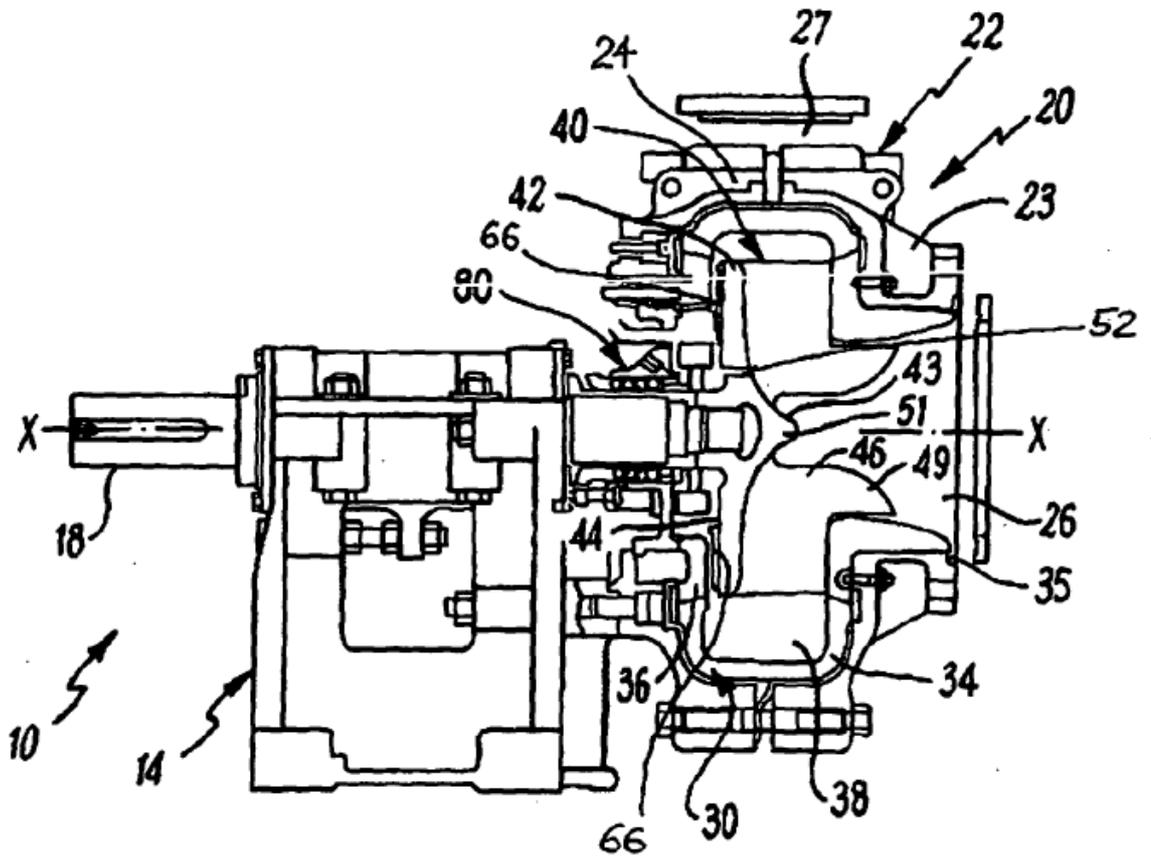


Fig. 1

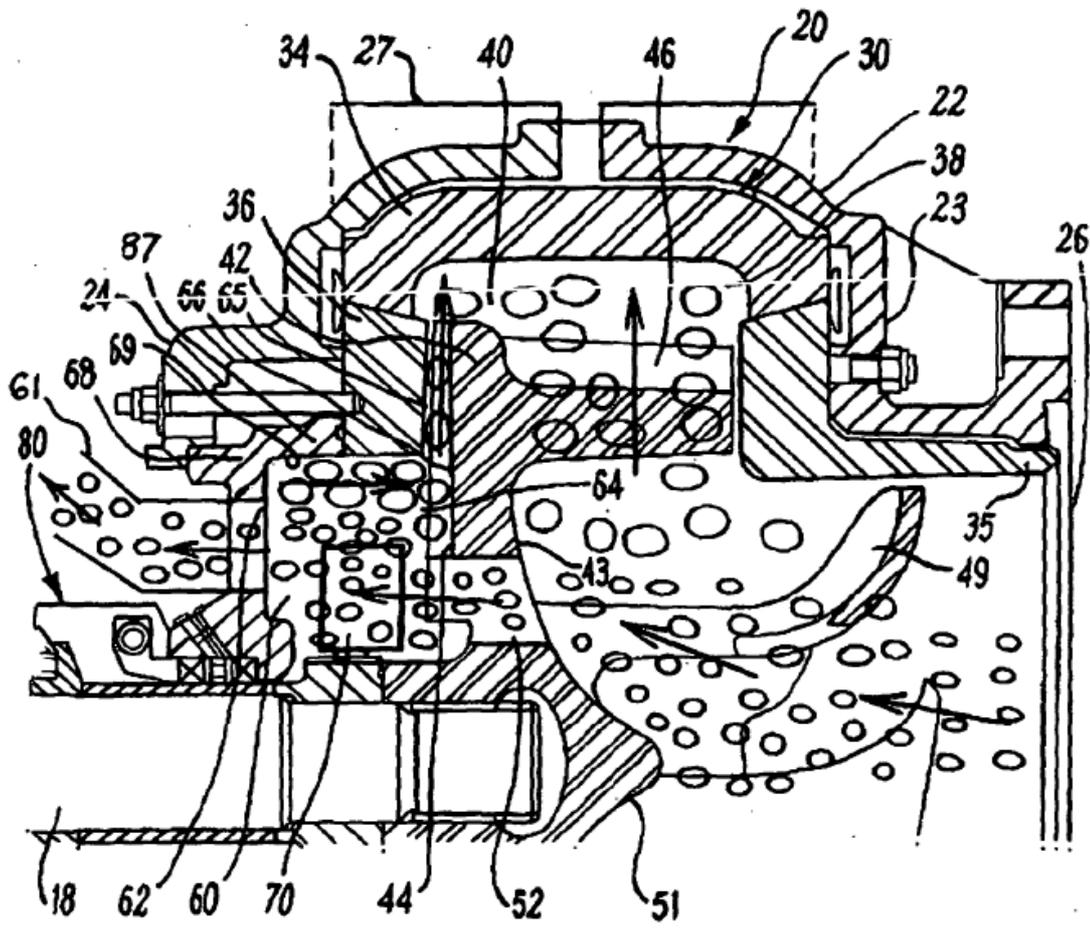


Fig. 2

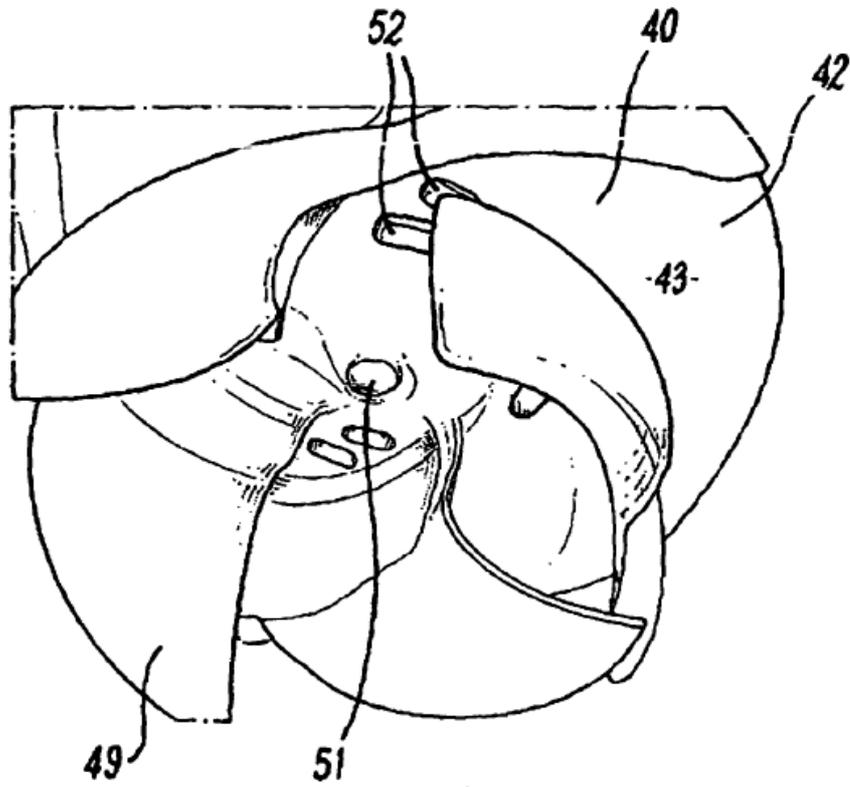


Fig. 3

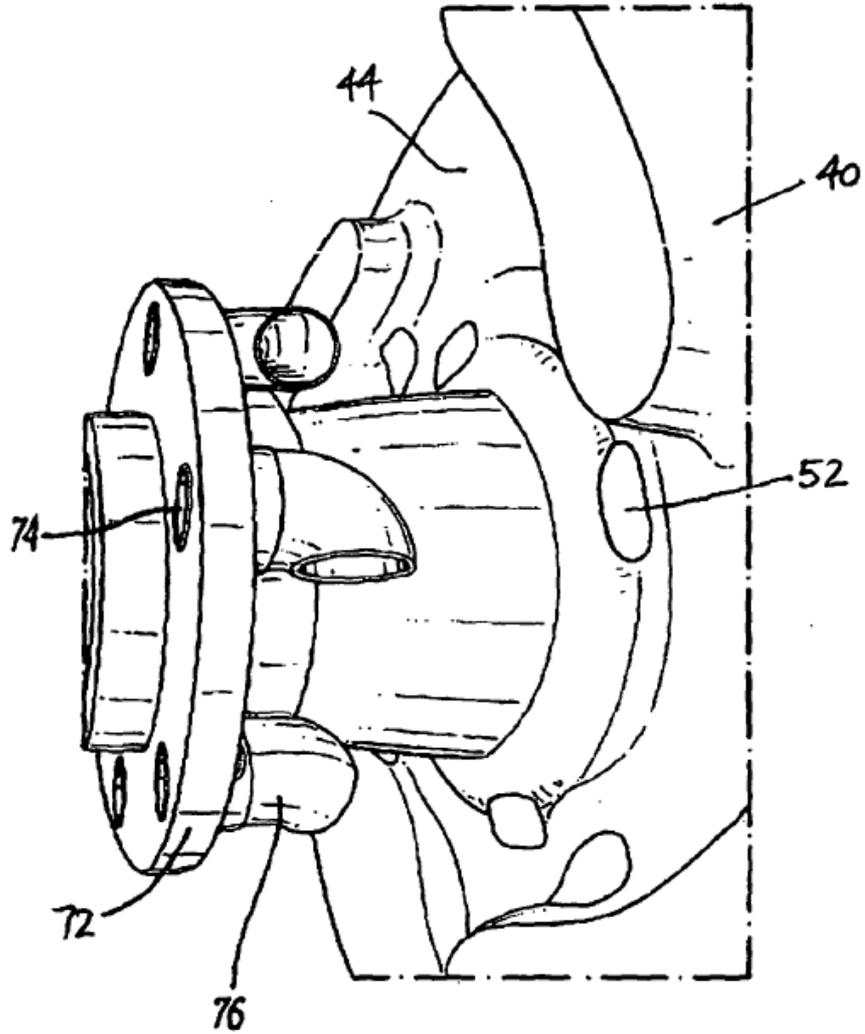
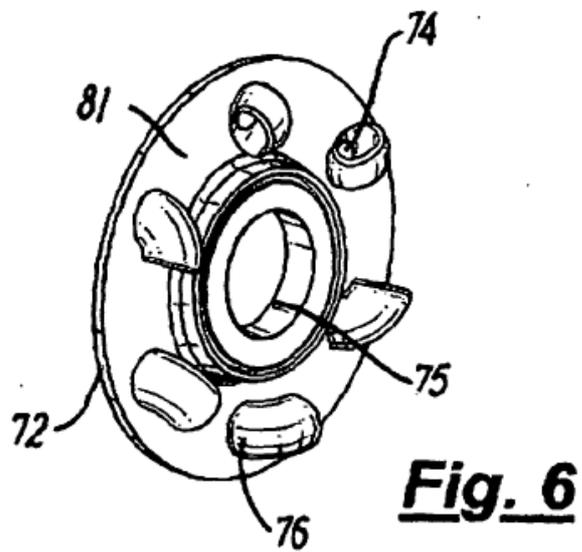
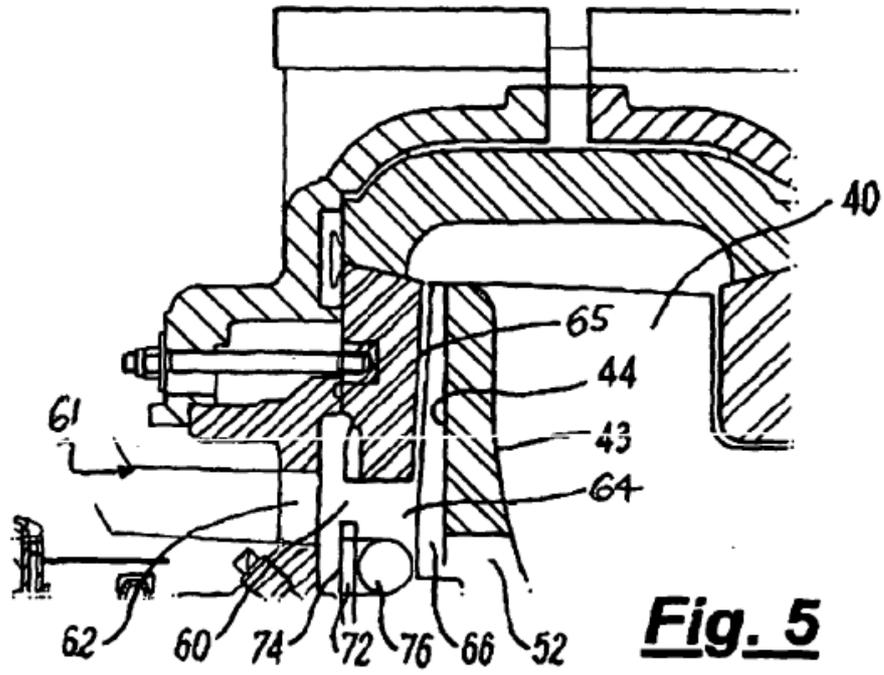


Fig. 4



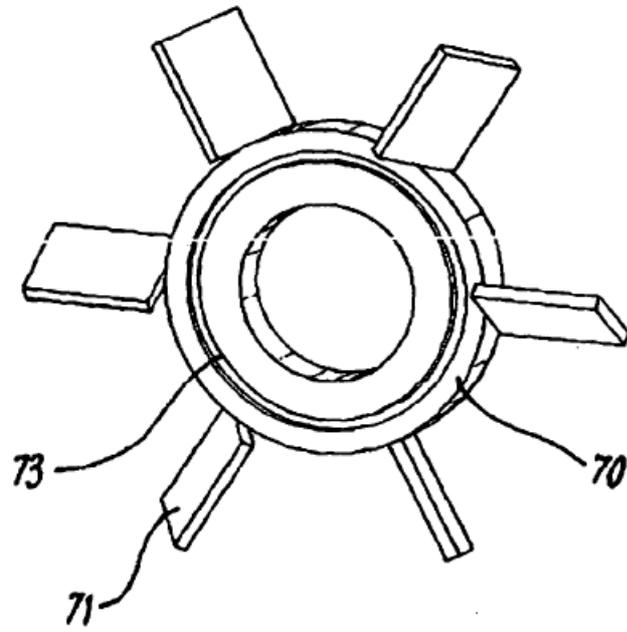


Fig. 7

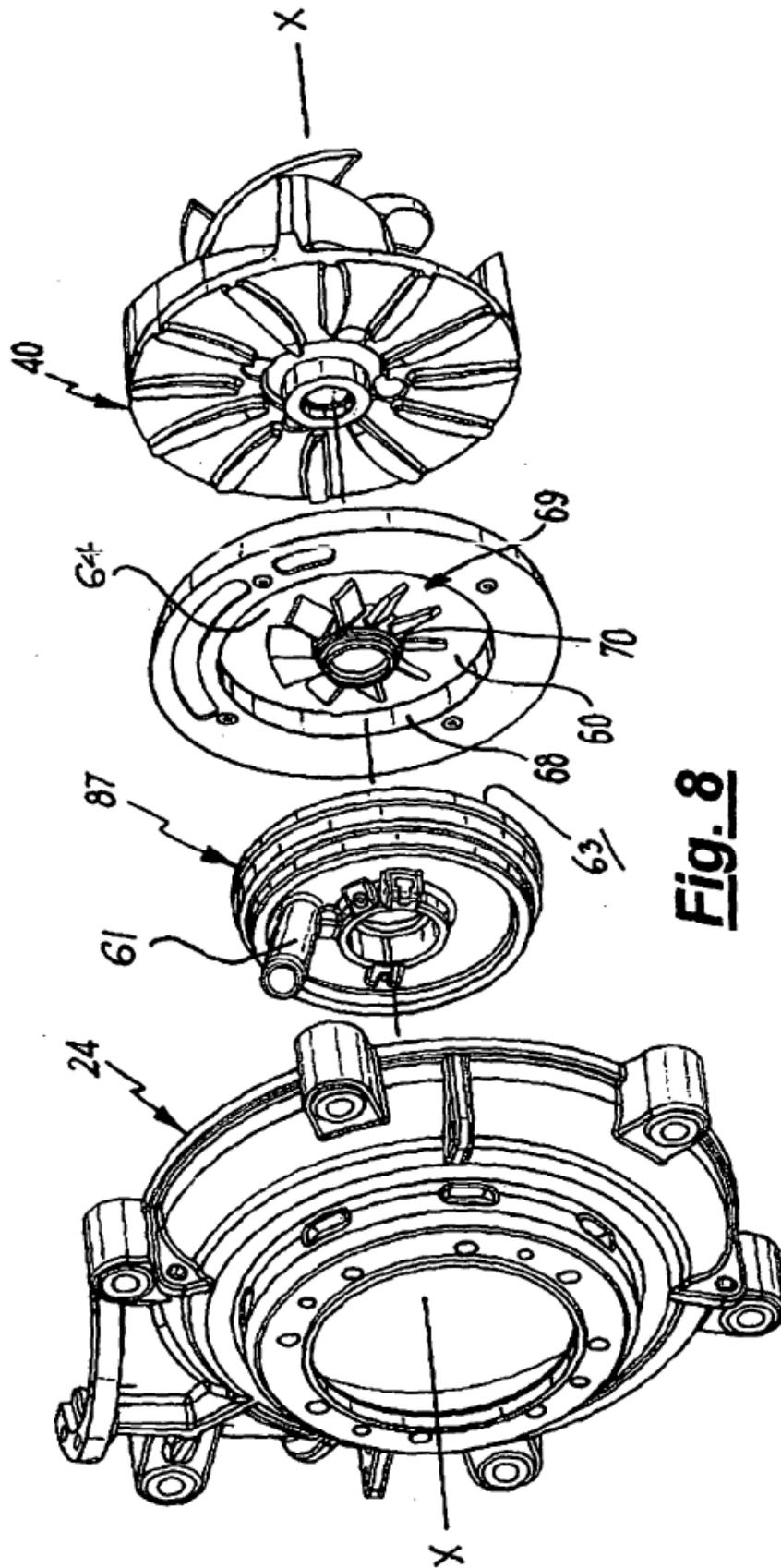


Fig. 8

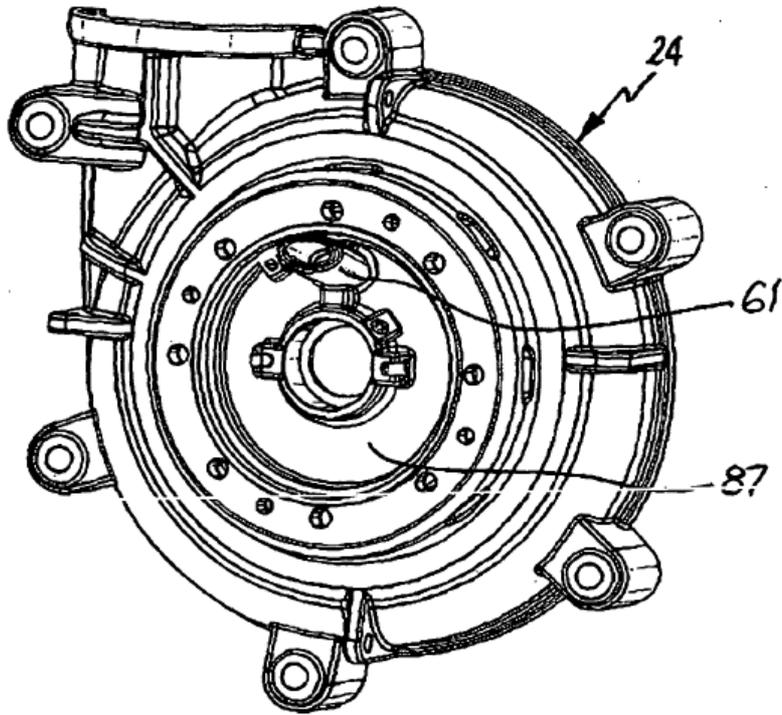


Fig. 9

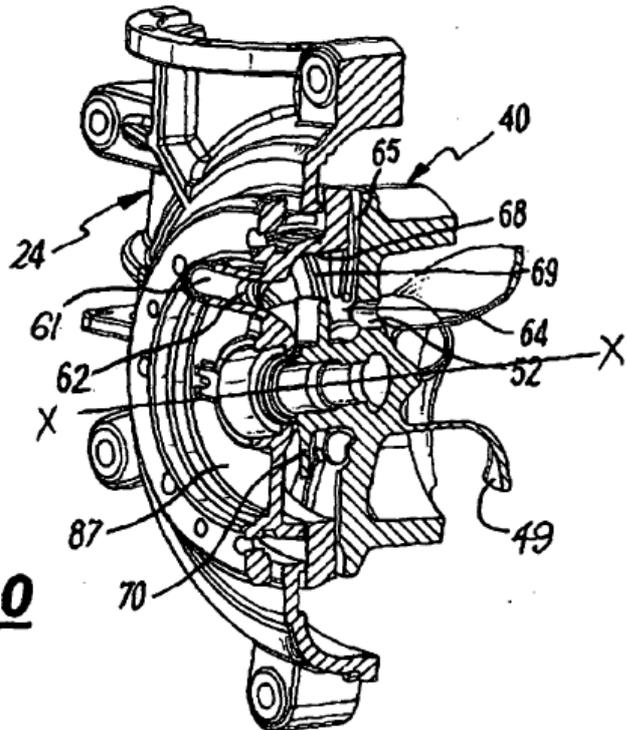


Fig. 10

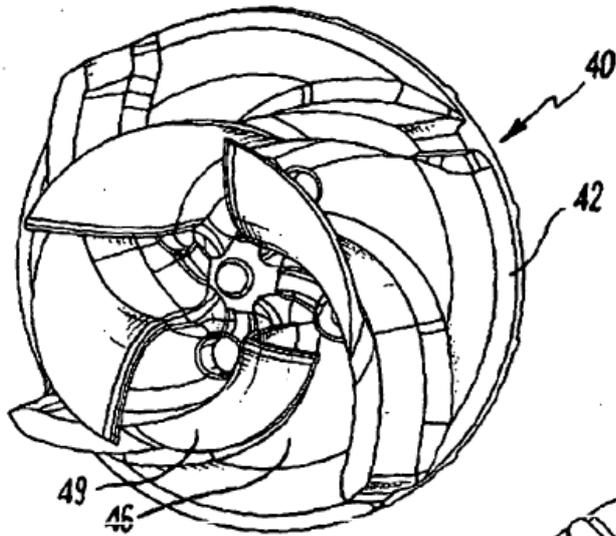


Fig. 11

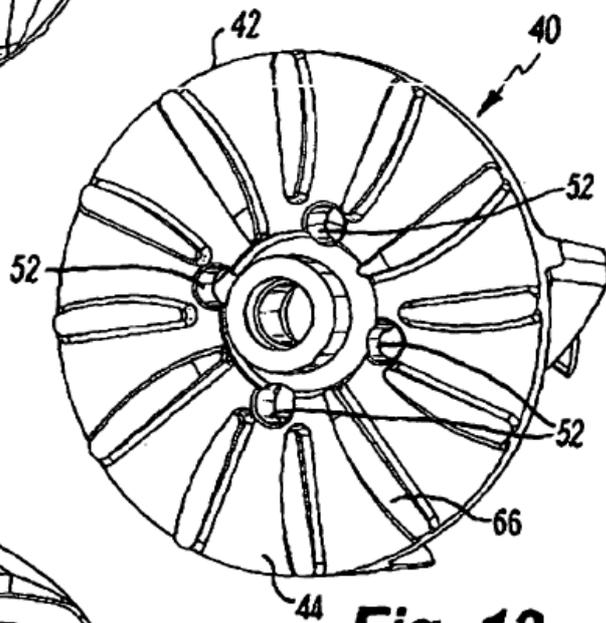


Fig. 12

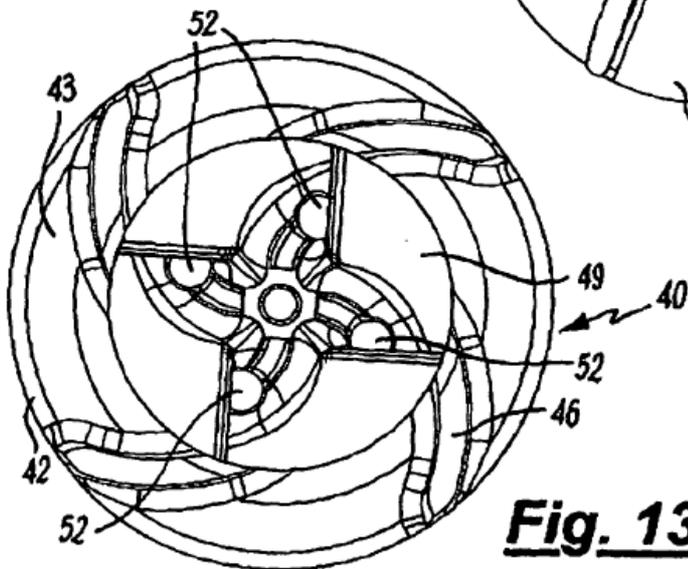


Fig. 13

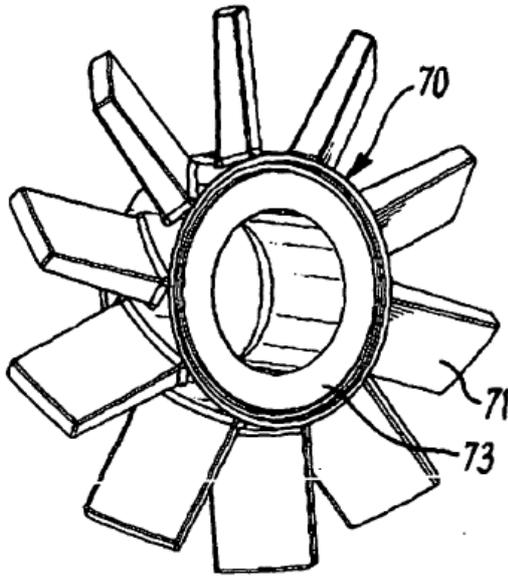


Fig. 14

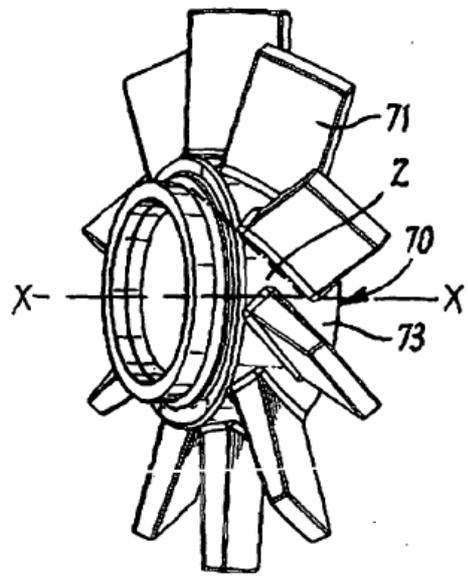


Fig. 15

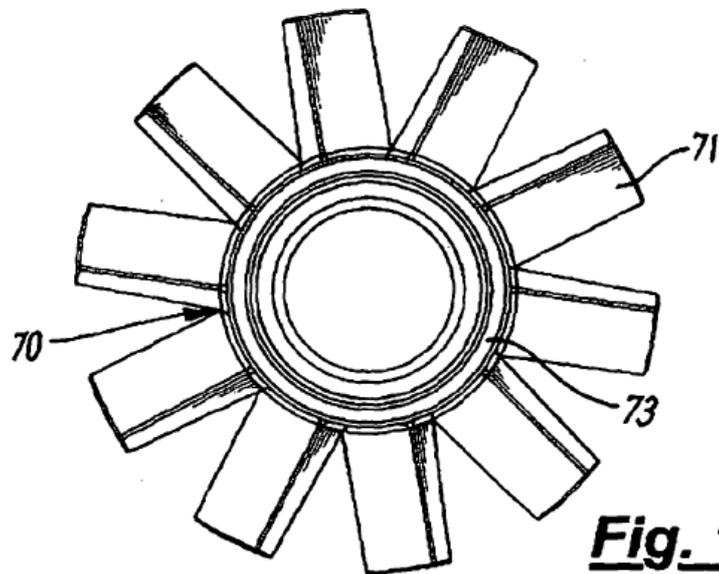
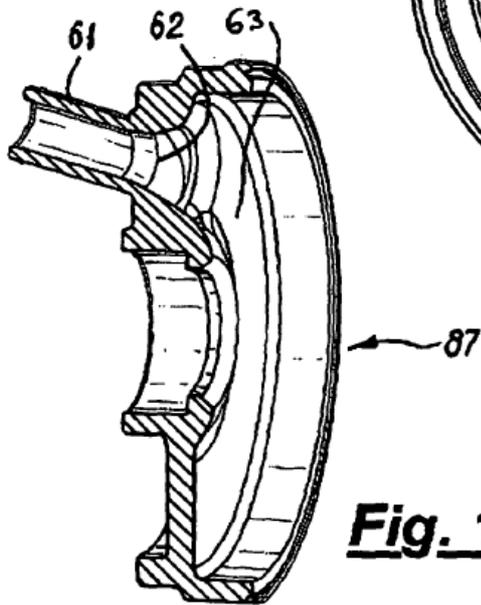
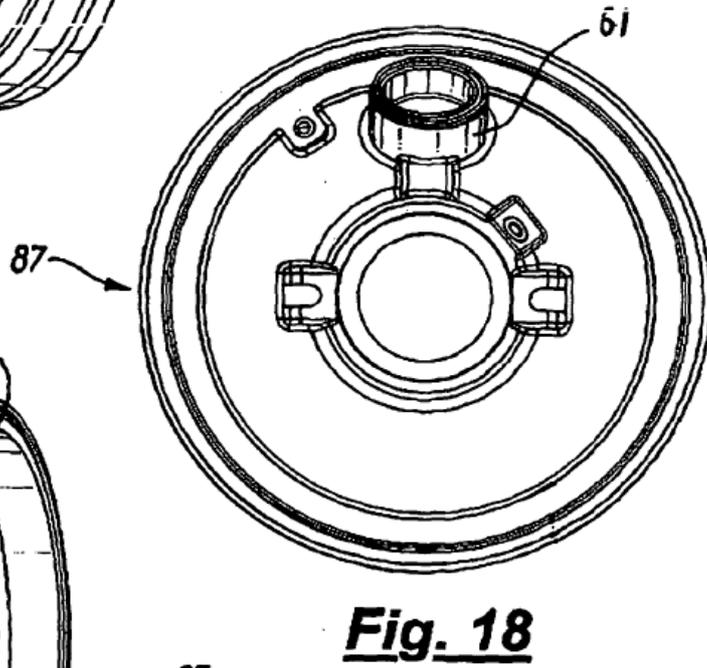
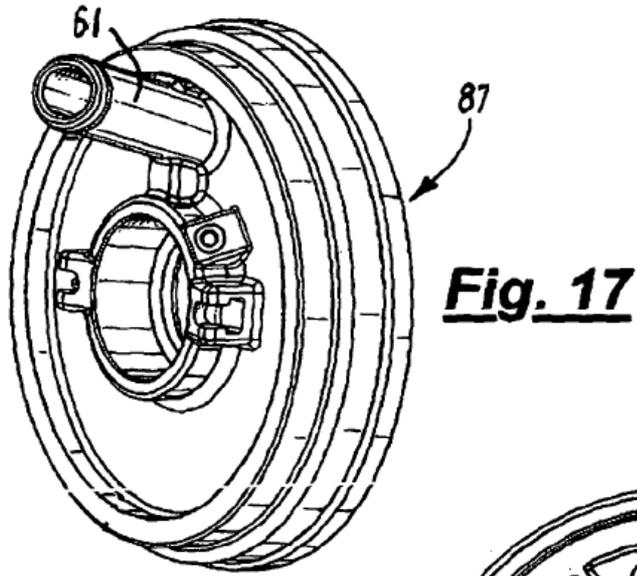


Fig. 16



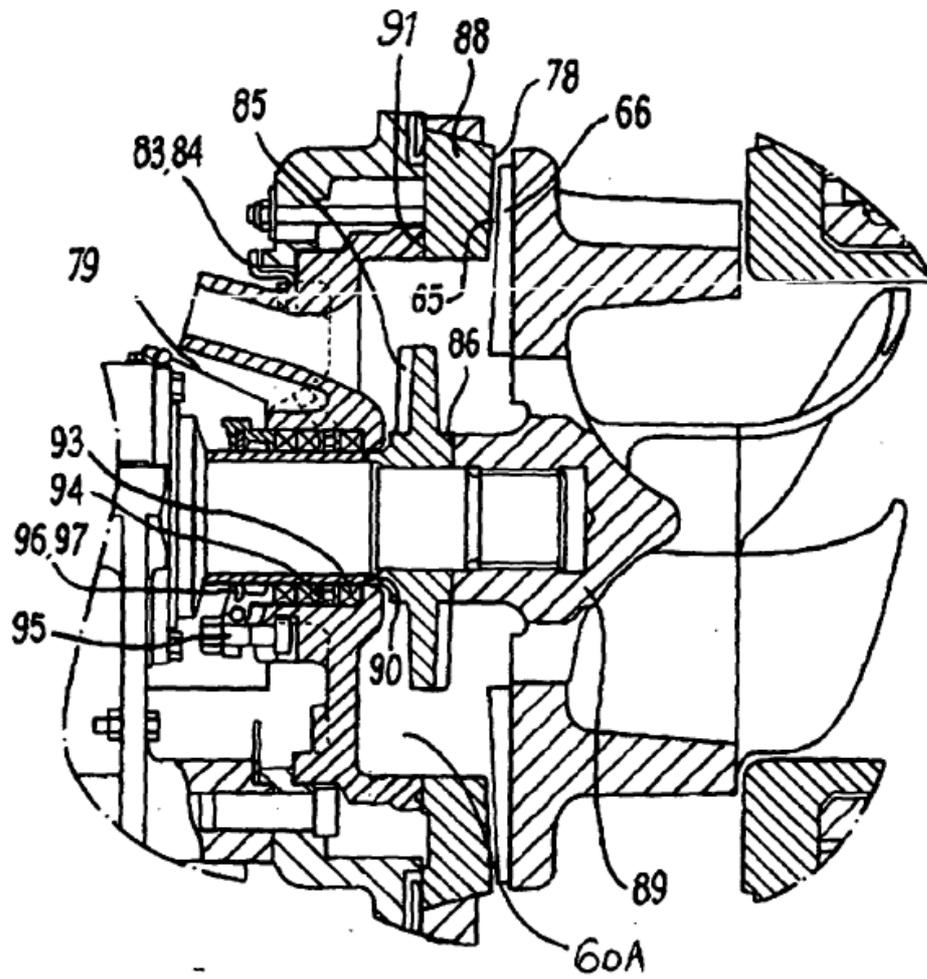


Fig. 20

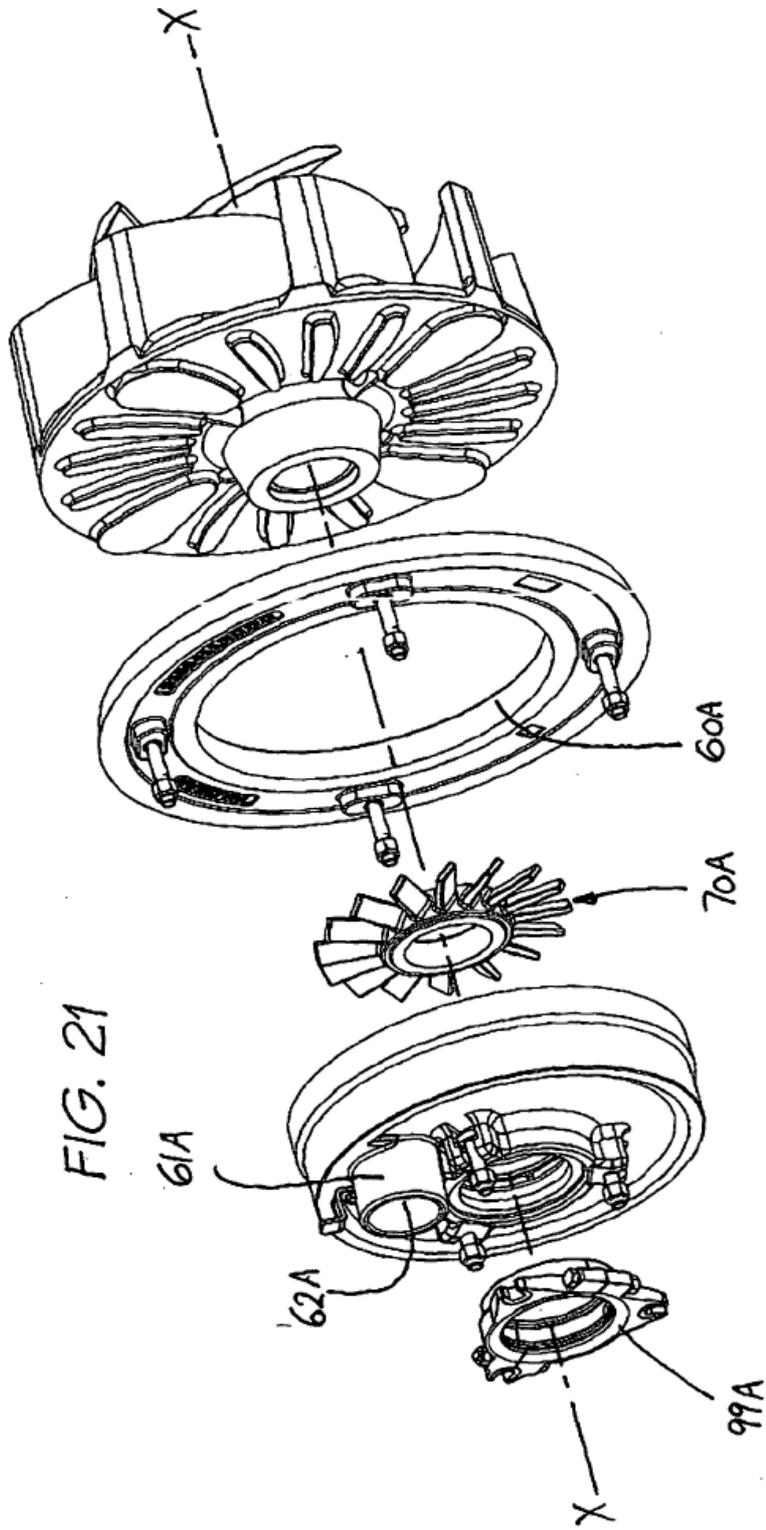


FIG. 21

