

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 822 577**

51 Int. Cl.:

**F04D 7/04** (2006.01)

**F04D 29/42** (2006.01)

**F04D 29/62** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.04.2012 PCT/US2012/033480**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.10.2012 WO12142386**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2012 E 12771057 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020 EP 2697516**

54 Título: **Bomba de lechada de bajo desgaste**

30 Prioridad:

**14.04.2011 US 201161475631 P**

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

**04.05.2021**

73 Titular/es:

**FLSMIDTH A/S (100.0%)  
Vigerslev Allé 77  
2500 Valby, DK**

72 Inventor/es:

**FRATER, JOHN y  
MCGAHEE, RICKY**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 822 577 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 lechada de bajo desgaste

## 5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la Invención

10 Esta invención se refiere en general al campo de las bombas para suspensiones. En particular, se refiere a una bomba centrífuga con una geometría modular modificada que reduce el desgaste y permite el reemplazo de los componentes de carcasa para prolongar la vida de servicio de la bomba.

Descripción de la Técnica Relacionada

15 Las mezclas de líquidos y sólidos, tales como suspensiones en la minería y las operaciones de procesamiento de minerales, son típicamente movidas usando bombas centrífugas. El impulsor giratorio de la bomba produce un diferencial de presión que mueve la lechada desde la lumbrera de entrada axial hacia la sección de descarga radial de la bomba. La fuerza centrífuga generada por el impulsor produce succión en la lumbrera de entrada y origina que la lechada se descargue a velocidades relativamente altas con una componente radial que produce abrasión en la pared interior de las porciones periféricas de la carcasa. Por ejemplo la patente europea EP-A-1903216 divulga una bomba centrífuga pertinente conocida en la técnica.

20 Además, las partículas de lechada capturadas entre el impulsor giratorio y las paredes estáticas de la carcasa producen desgaste en ambos componentes de la bomba. Este problema es más frecuente y crítico en el lado de succión del impulsor porque el líquido de alta presión en la descarga tiende a fluir hacia la zona de baja presión en la sección de succión de la bomba a través del huelgo entre el impulsor giratorio y la pared de carcasa frontal estática. Como la abrasión producida por dicho flujo de derivación ensancha este huelgo, la cantidad de recirculación de lechada aumenta y da como resultado una pérdida del rendimiento y la eficiencia hidráulicos de la bomba. Por lo tanto, el desgaste en el lado de succión frontal del impulsor es particularmente no deseable. Por otro lado, el desgaste en el lado posterior del impulsor es menos significativo porque no hay un flujo de derivación hacia el lado de eje del impulsor.

30 Como resultado de esta acción abrasiva continua de la lechada en el impulsor y las paredes de la carcasa, las bombas de lechada fallan a la larga y causan cortes imprevistos con las consecuentes altas pérdidas económicas. Por lo tanto, se prefieren los cortes periódicos por mantenimiento y son programados de manera regular para minimizar la tiempo de parada. Típicamente, la vida de la carcasa determina la duración definitiva de servicio de una bomba, pero el revestimiento en el lado de succión de la carcasa y el impulsor tienen que ser reemplazados una o más veces en los cortes programados para mantenimiento durante ese tiempo.

35 Para reducir el desgaste causado por las partículas de lechada que se mueven entre el impulsor y la carcasa, se han usado durante décadas aletas expulsoras en el huelgo entre el impulsor y las paredes de carcasa alrededor de este. Estas aletas promueven la descarga de las partículas y reducen también la recirculación de derivación, pero este problema ha persistido como un factor significativo al causar una el tiempo de parada no deseable, ya sea planificada o accidental.

45 El problema fue abordado en el n.º de patente de EE. UU. 5.921.748, que divulga una disposición de sellado que prácticamente elimina cualquier incremento en el huelgo entre el lado de succión del impulsor y la correspondiente pared de la carcasa, manteniendo de este modo un nivel relativamente constante de huelgo y un rendimiento hidráulico durante la vida de la bomba. Un anillo de desgaste axialmente ajustable se añade a la configuración convencional de bomba para eliminar sustancialmente el huelgo entre el impulsor y la pared de carcasa en la zona de succión de la bomba. Cuando el anillo se desgasta con el tiempo, su posición es ajustada empujándolo hacia adentro para mantener el sellado apropiado con solamente suficiente huelgo para que el impulsor gire libremente sin derivación significativa. Además, para evitar el desgaste causado por la captura, la Patente '748 también plantea un aumento en la altura de las aletas expulsoras y en el huelgo entre las aletas y el revestimiento de la pared frontal de succión de la carcasa más allá del tamaño más grande de partícula esperado en la lechada.

55 Si bien el sellado y los huelgos planteados en el n.º de patente de EE. UU. 5.921.748 representaron una mejora significativa en la técnica, el uso a largo plazo demostró que problemas de desgaste adicionales permanecieron sin resolver. El desgaste y el desgarro en la pared interior periférica de la carcasa permanecen como un factor limitante crítico en la vida de la carcasa de bomba. Además, si bien la recirculación de derivación se redujo drásticamente mediante la invención '748 al disminuir la presión en la interfaz entre el impulsor y el anillo de desgaste, las aletas expulsoras más altas y el huelgo entre el impulsor y la pared frontal de carcasa probaron haber creado aumentos localizados en la turbulencia de lechada que produce una abrasión muy alta en el revestimiento de carcasa, tanto en su interfaz con la carcasa como su interfaz con el anillo de desgaste. Como resultado, el rendimiento de la bomba fue mejorado materialmente, pero el desgaste y el desgarro en la pared periférica de la carcasa y en su interfaz con el revestimiento frontal permanecen como problema y aún existe la necesidad de un diseño de bomba-carcasa que produzca una vida de servicio conmensurada con la de las otras partes de la carcasa de bomba.

65

**BREVE COMPENDIO DE LA INVENCION**

La invención radica en una bomba centrífuga para una lechada según la materia de asunto de la reivindicación 1. En la realización preferida de la invención para aplicaciones de minería el revestimiento anular tiene un diámetro de aproximadamente 1.18 a aproximadamente 1.22 veces el diámetro del impulsor.

La bomba de la invención también se combina preferentemente con el anillo de desgaste axialmente ajustable planteado por el n.º de patente de EE. UU. 5.921.748 entre el revestimiento anular y el lado de succión del impulsor. Además, la misma pluralidad de aletas expulsoras elevadas se añade al lado de succión del impulsor, dejando un huelgo entre las aletas y el revestimiento anular más grande que el tamaño de la partícula sólida más grande esperada en la distribución de tamaño de partícula de la lechada. En tal caso, de acuerdo con la invención, el diámetro del anillo de desgaste es incrementado de modo que se extiende en por lo menos el 10 % sobre el diámetro del área de interfaz entre el anillo de desgaste y el impulsor.

Otros diversos propósitos y ventajas de la invención se harán evidentes a partir de su descripción en la memoria descriptiva que sigue a continuación y a partir de las características novedosas particularmente señaladas en las reivindicaciones que se acompañan. Por lo tanto, para cumplir los objetivos anteriormente descritos, esta invención consiste de las características en adelante ilustradas en los dibujos, plenamente descritas en la descripción detallada de la realización preferida y particularmente enfatizadas en las reivindicaciones. Sin embargo, dichos dibujos y descripción divulgan una de varias formas en las que la invención se puede poner en práctica.

**BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 es una sección transversal de una bomba de la técnica anterior como lo plantea el n.º de patente de EE. UU. 5.921.748.

La Figura 2 es una sección transversal de una bomba de acuerdo con la invención.

La Figura 3 es una ilustración transversal esquemática de las regiones de impulsor y de voluta de la bomba de la invención que muestra a grosso modo la distribución de tamaño de los sólidos vistos en la lechada que es bombeada por la bomba de la invención.

La Figura 4 es una ilustración del perfil de flujo de lechada a través de la bomba de la Figura 1, que muestra gradientes irregulares de velocidad que producen turbulencia.

La Figura 5 es una ilustración del perfil de flujo de lechada mejorado a través de la bomba de la Figura 2, que muestra el flujo cuasilaminar producido al aumentar la profundidad de la voluta de acuerdo con la invención.

La Figura 6 ilustra el aumento de la profundidad de voluta implementada en la bomba de la Figura 1 para conseguir las mejoras de flujo exhibidas por la bomba de la Figura 2.

La Figura 7 ilustra la proporción del diámetro incrementado de huelgo a impulsor de tajarar planteado por la invención.

La Figura 8 es la misma sección transversal de la Figura 3 que muestra más detalladamente el componente de revestimiento modular de la porción frontal de la carcasa de acuerdo con la invención.

La Figura 9 es una vista ampliada del área circundada en la Figura 8.

La Figura 10 es una vista en despiece ordenado de los componentes que muestra los principales componentes de una bomba de acuerdo con la realización preferida de la invención.

**DESCRIPCION DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION**

La invención radica en la combinación de cambios en la configuración convencional de la carcasa usada en una bomba centrífuga de lechada del tipo divulgado en el n.º de patente de EE. UU. 5.921.748. En consecuencia, esta bomba de la técnica anterior se usa para describir los cambios. Un aspecto de la invención consiste en aumentar la proporción del diámetro de la carcasa al del impulsor para aumentar el tiempo de residencia de la lechada en la sección de voluta de la bomba, reduciendo de este modo la componente radial de la velocidad con la que las partículas sólidas más grandes en la lechada impactan y desgastan la superficie periférica de la carcasa. La porción de la carcasa encarada al lado de succión del impulsor se convierte a una sección modular con un revestimiento de desgaste, permitiendo de este modo su reemplazo durante los cortes programados de mantenimiento según sean necesarios para igualar la vida de servicio más prolongada del resto de la carcasa. De acuerdo con otro aspecto de la invención, esta sección se rediseña a una geometría que se ha descubierto que afecta materialmente a su vida.

Según se usa en la técnica, la parte de la carcasa de la bomba centrífuga que recibe el fluido que es bombeado por el impulsor está referida como la "voluta". Esto es, la voluta es aquella porción de la carcasa de bomba que define el volumen fuera del espacio ocupado por el impulsor. Al ser formada como un embudo curvo que aumenta en sección transversal en la medida que se aproxima a la lumbrera de descarga, la voluta de la bomba convierte la energía cinética impartida por el impulsor en presión al reducir la velocidad del fluido, equilibrando de este modo la presión hidráulica que actúa en el eje de la bomba. El huelgo mínimo entre el impulsor y la carcasa es referido como el "huelgo de tajarar", siendo dicho huelgo óptimamente mínimo cuando solamente se está bombeando agua. Los términos "succión" y "frontal" se usan de manera intercambiable como modificadores que se refieren al lado de succión de la bomba. Por el contrario, el lado de eje de la bomba está referido de manera de manera intercambiable como el lado "posterior" o el lado de "prensaestopas". El término "lechada" se usa con su significado normal para referirse a una mezcla fluida de partículas sólidas en un líquido, siendo dicha mezcla fluida en el sentido de ser capaz de ser transportado en una tubería bajo la acción impulsora de una bomba.

Con referencia a las figuras, en donde los mismos números de referencia y símbolos se usan para partes similares, una bomba centrífuga de acuerdo con el n.º de patente de EE. UU. 5.921.748 se muestra en la Figura 1 para ilustrar los cambios introducidos por la invención. La bomba 10 comprende un eje 12, un impulsor 14 y una carcasa estática 16. El impulsor comprende un lado de succión 14a y un lado de prensaestopas 14b. El impulsor 14 es accionado por un motor (no mostrado) a través del eje 12 y gira alrededor del eje X--X dentro de la carcasa estática 16 de la bomba. La lechada entra a la bomba a través de la garganta de admisión 18 y es forzada a alta velocidad a través del impulsor giratorio (ver las flechas A) adentro de la región de alta presión dentro de la voluta de bomba 20, desde donde es descargada a través de la tubería de descarga 22.

El lado de succión 14a del impulsor está preferentemente provisto de una pluralidad de aletas expulsoras dispuestas radialmente 24. El huelgo 26 entre las aletas 24 y la carcasa de bomba 16 es preferentemente mayor que el tamaño predicho de la partícula sólida más grande en la distribución de diseño normal de la lechada que se va a bombear. Esto es para evitar que los sólidos abrasivos sean atrapados entre las aletas giratorias de impulsor 24 y la carcasa de bomba 16. Cuando la bomba está en marcha, las aletas 24 reducen la presión hidráulica en la región entre el lado de succión de impulsor 14a y la carcasa 16 para ayudar a evitar que la lechada fluya adentro del huelgo 26. Preferentemente, el lado de prensaestopas 14b del impulsor también está provisto de una pluralidad de aletas dispuestas radialmente 28 formadas en la superficie del impulsor.

En un rebaje de la carcasa de bomba 14 se proporciona un anillo de desgaste sustancialmente anular 30 y durante el uso se ajusta axialmente para que esté estrechamente adyacente a la superficie del lado de succión de impulsor 14a. El anillo de desgaste 30 sella de manera eficaz el espacio entre el impulsor y la carcasa de bomba, reduciendo el flujo de derivación de la lechada desde la voluta de alta presión 20 de regreso a la entrada de baja presión 18. Por lo tanto, es menos probable que las partículas abrasivas lleguen a ser atrapadas entre el impulsor y la carcasa. El anillo de desgaste 30 se monta en un portador 32 que es axialmente ajustable, según surja la necesidad como resultado del desgaste, por medio de tornillos de ajuste (no mostrados) desde el exterior de la carcasa de bomba. De este modo, pueden hacerse ajustes de manera ventajosa sin detener la bomba.

Según se ilustra en la Figura 2, la bomba 40 de la presente invención presenta una carcasa 42 con un diámetro aumentado, en relación con el diseño convencional de la bomba divulgada en la Patente '748, para proporcionar un lecho más grueso de la lechada giratoria para desviar la trayectoria radial de los sólidos más grandes que salen del impulsor y reducir la velocidad con la que las partículas sólidas que son bombeadas impactan en la pared periférica 34 de la carcasa. Más aún, según se ilustra en la Figura 3, las partículas grandes en la lechada que giran más lentamente en la periferia exterior de la carcasa proporcionan un lecho de material que reduce aún más el impacto abrasivo de sólidos en la pared 34 de la carcasa.

Sin embargo, además de lo anterior, también se descubrió que el aumento en la proporción de diámetro de carcasa/impulsor proporciona un resultado inesperado de cambiar materialmente la naturaleza del flujo de lechada en la voluta 20 de la bomba. Según se ilustra en la sección transversal axial de la Figura 4, el perfil de velocidad de la lechada en la bomba 10 de la Figura 1 muestra múltiples áreas de alta velocidad en ubicaciones cerca a la pared 34 de la carcasa de bomba. El perfil de velocidad ilustra además un alto grado de turbulencia (según se muestra mediante los gradientes de velocidad radial), especialmente en la región cerca a la tubería de descarga 22 de la bomba. Como entenderá fácilmente un experto en la técnica, la turbulencia en el flujo de una lechada es un factor material en la producción de abrasión y desgaste en las paredes de tubería. Por el contrario, se descubrió que un aumento en el huelgo de tajamar, según se plantea en la presente invención, además de las ventajas anteriormente mencionadas, produce además un flujo cuasilaminar en la lechada, según se muestra mediante el diagrama de velocidad de la Figura 5. La uniformidad de la velocidad de flujo y la consecuente falta de turbulencia ilustrada en la Figura 5 fueron totalmente inesperadas, pero estas proporcionan un beneficio adicional sumamente positivo porque contribuyen materialmente con la reducción drástica del desgaste de la pared periférica 34 de la carcasa de la bomba 40 de la Figura 2, con respecto al desgaste experimentado con la bomba 10 de la Figura 1, mientras funcionan en condiciones equivalentes.

Los expertos en la técnica reconocerán que la voluta de una bomba centrífuga se caracteriza por aumentar de manera progresiva el diámetro. De este modo, con fines de claridad, un aumento en el diámetro de la carcasa está destinado a referirse a un aumento en el huelgo de tajamar de la bomba sin cambio de material en el perfil de la carcasa que aumenta de manera progresiva. Por ejemplo, según se ilustra en la Figura 6, el perfil de flujo de la Figura 5 se consiguió al aumentar el huelgo de tajamar C1 de la carcasa de la bomba 10 en la cantidad  $\Delta C$  para obtener el huelgo C2 de la bomba 40. Si bien la cantidad precisa de aumento que se necesita para conseguir los objetivos de la invención se entiende que depende del tipo de lechada que se va a bombear, se estima que una proporción de diámetro de huelgo a impulsor de tajamar C/D en el intervalo de 0.20 a 0.25, como se ilustra en la Figura 7, es necesaria para obtener el flujo mejorado y los resultados de desgaste de la invención.

Otro problema con la configuración de bomba de la Figura 1 ha sido el desgaste relativamente más alto experimentado en la región anular 36 de la pared de succión de la carcasa 16 (véase la Figura 1). Para abordar este problema, se han diseñado algunas carcasas de bomba que incluyen un componente de lado de succión modular con un revestimiento anular destinado para un reemplazo periódico. A estos revestimientos se les ha dado un tamaño con un

diámetro exterior que se aproxima al diámetro del impulsor y un diámetro interior de modo que el revestimiento topa contra el anillo de desgaste donde el anillo forma una interfaz con el impulsor. Sin embargo, como se descubrió a partir de la información proporcionada por la Figura 4, la región anular 36 de alta turbulencia se extiende radialmente a una distancia de aproximadamente el 15 % del radio del impulsor desde el borde exterior 38 del impulsor 14. La región 36 se extiende además aproximadamente en 10-15 % debajo del borde 38 del impulsor. La Figura 4 muestra el alto grado de turbulencia encontrado en esta región, lo que explica el correspondiente desgaste sumamente alto que sufre la carcasa 16 en la región anular 36 en comparación con el resto de la carcasa, incluida la pared periférica 34. Aunque la turbulencia total se disminuye sumamente mediante el diseño de huelgo de tajamar extendido de una bomba tal como la bomba 40 de la Figura 2, queda un grado de turbulencia relativamente alto en la misma región anular de la pared frontal de la carcasa, como se puede apreciar en la Figura 5. Este problema ha demostrado ser durante el tiempo un factor limitante en la vida de la bomba incluso cuando se usa un revestimiento reemplazable porque, si bien el impulsor y el revestimiento pueden ser reemplazados periódicamente con los cortes programados, el daño concurrente a esta área de la porción permanente de la carcasa a veces no garantiza su reemplazo. Por lo tanto, cualquier solución que prolongue la vida de la porción permanente de la carcasa también prolonga la vida de la bomba.

Este problema ha sido abordado al proporcionar un componente modular 44 en la porción frontal de la carcasa que soporta un revestimiento 46 que constituye la pared de revestimiento de la carcasa, como se ilustra en las Figuras 2, 3 y 7. De acuerdo con la invención, al revestimiento anular 46 se le da un tamaño con un diámetro exterior G entre el 15 % y el 25 % (preferentemente 18 %-22 %) mayor que el diámetro D del impulsor 14 (véase la Figura 8, en particular). El material preferido para el revestimiento 46 se selecciona convencionalmente basado en la lechada que va a ser bombeada. Sin embargo, esta estructura modular de la pared frontal de la carcasa hace posible reemplazarla, sin cambiar toda la carcasa, cuando el desgaste más alto experimentado en la región 36 cerca al borde del impulsor garantiza los reemplazos, típica y ventajosamente durante el tiempo de parada ya programado para el mantenimiento del impulsor.

Como se mencionó anteriormente, cuando el anillo de desgaste 30 se usa como lo plantea el n.º de patente de EE. UU. 5.921.748, la turbulencia producida por las aletas expulsoras 24 en la región de interfaz entre el anillo de desgaste y el impulsor provoca una erosión significativa del revestimiento de succión cuando hace interfaz con el anillo de desgaste. Este desgaste produce finalmente un fallo del revestimiento como sello y estructura de soporte para el anillo de desgaste; por lo tanto, este es un problema serio que afecta la vida de ambos componentes. De este modo, de acuerdo con otro aspecto de la invención, el diámetro del anillo de desgaste es incrementado de modo que se extiende pasando el área de turbulencia creada por las aletas expulsoras elevadas cerca de la interfaz entre el anillo de desgaste y el impulsor. Según se ilustra en la Figura 9, el diámetro E del anillo de desgaste 30 es aumentado entre un 10 % y un 14 % mayor que el diámetro F de la superficie 48 de la interfaz entre el anillo de desgaste y el impulsor 14. Se ha descubierto que esta dimensión es suficiente para retirar la sección 50 del punto de tope entre el anillo 30 y el revestimiento 46 de la turbulencia creada por las aletas 24 como es necesario para proporcionar una mejora material en el desgaste del revestimiento.

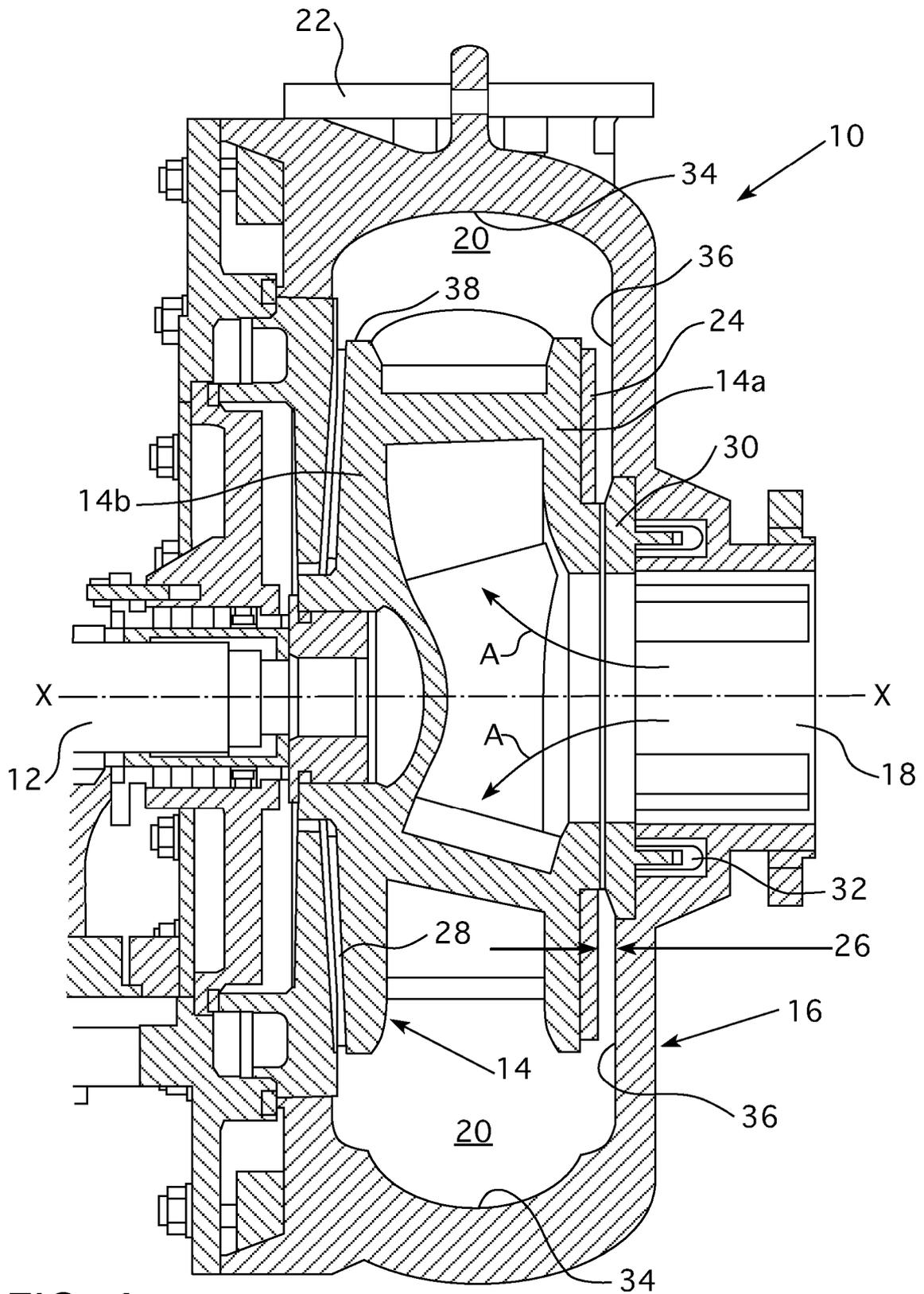
Las pruebas experimentales han demostrado que la bomba 40 de la invención es capaz de funcionar sin fallo mucho más allá de la vida de servicio de las bombas comparables que no incorporan el diseño de diámetro extendido y las características de succión-revestimiento reemplazable aquí descritas. En efecto, el desgaste muy reducido en la pared periférica 34 producido por el diámetro de carcasa extendido combinado con un revestimiento de succión reemplazable 46 y un anillo de desgaste 30 del tamaño que se describe hace posible continuar funcionando con la misma carcasa permanente 42 durante una vida de servicio aún indeterminada, sujeto solamente a cortes rutinarios de mantenimiento para reemplazar el impulsor, el revestimiento, el anillo de desgaste, y otras partes, según sea necesario.

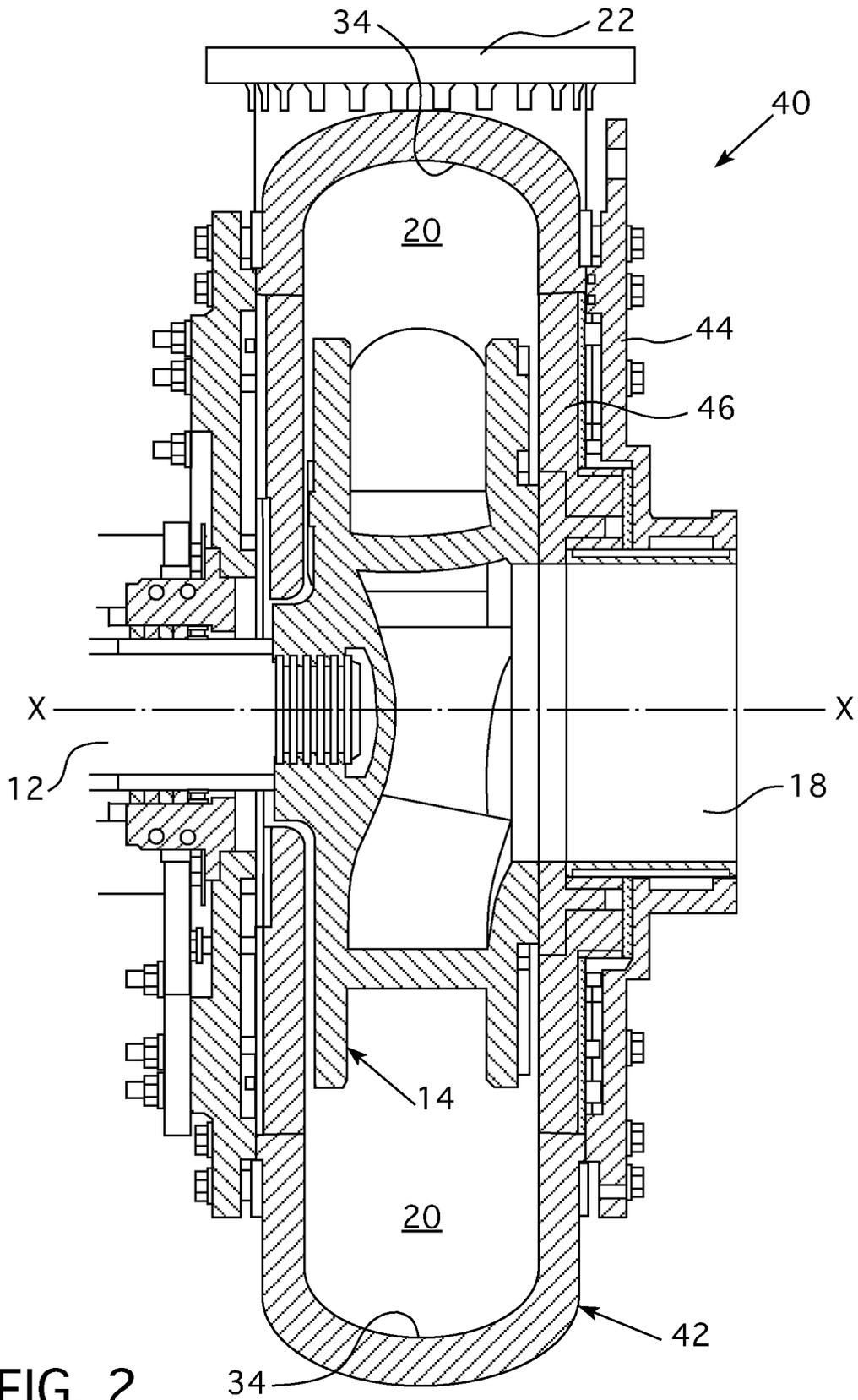
La Figura 10 muestra una vista en despiece ordenado y simplificada de los diversos componentes de la realización preferida de la invención. En esencia, los principales componentes de la bomba 40 incluyen una carcasa 42 y un impulsor 14 encerrados por el componente de carcasa modular 44 y el revestimiento 46. El anillo de desgaste 30 proporciona el sello entre la voluta y la región de succión de la bomba. El lado de prensaestopas de la carcasa está encerrado por un revestimiento posterior convencional 52 y una placa posterior 54. Si bien el anillo de desgaste 30 no es novedoso, su tamaño óptimo novedoso y su uso conjuntamente con el huelgo de tajamar extendido y el revestimiento de succión más grande de la invención se prefieren para implementar la invención.

Los expertos en la técnica pueden hacer varios cambios en los detalles, etapas y componentes que se han descrito, dentro de los principios y el ámbito de la invención aquí ilustrada y definida en las reivindicaciones que se acompañan. Por lo tanto, si bien la invención se ha mostrado y descrito aquí en lo que se considera que son las realizaciones más prácticas y preferidas, se reconoce que se pueden hacer variaciones de las mismas dentro del ámbito de la invención, que no se va a limitar a los detalles aquí descritos sino que va a estar de acuerdo con todo el ámbito de las reivindicaciones para abarcar cualquiera y todos los procesos y productos equivalentes.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una bomba centrífuga para una lechada, que comprende:
- una carcasa de bomba (42) que define una región de impulsor, una región de voluta (20), y un huelgo de tajamar correspondiente (C, C2); y un impulsor (14) adaptado para girar dentro de la región de impulsor, teniendo dicho impulsor un diámetro predeterminado;
- 10 **CARACTERIZADA POR QUE:**
- la carcasa (42) comprende un revestimiento anular removible (46) en un lado de succión de la carcasa (42), teniendo dicho revestimiento (46) un diámetro exterior (G) por lo menos 1.15 veces dicho diámetro exterior (D) del impulsor (14); y el huelgo de tajamar (C, C2) está entre 0.20 y 0.25 veces dicho diámetro (D) del impulsor (14);
- 15 la bomba centrífuga comprende además un anillo de desgaste ajustable axialmente (30) entre dicho revestimiento anular (46) y un lado de succión del impulsor (14) que se puede ajustar en su posición conforme se desgasta el anillo de desgaste (30) a lo largo del tiempo, dicho anillo de desgaste (30) tiene un diámetro exterior (E) entre el 10 % y el 14 % mayor que un diámetro (F) de una superficie (48) de la
- 20 interfaz entre el anillo de desgaste (30) y el impulsor (14).
2. La bomba de la reivindicación 1, en donde dicho revestimiento anular retirable (46) tiene un diámetro (G) de 1.18 a 1.22 veces dicho diámetro (D) del impulsor (14).
- 25 3. La bomba de la reivindicación 1 que comprende además una pluralidad de aletas expulsoras elevadas (24) en un lado de succión del impulsor (14), dichas aletas (24) definen un huelgo entre las aletas (24) y el revestimiento anular (46) mayor que el tamaño de la partícula sólida más grande en una distribución de tamaños de partícula de dicha lechada.
- 30 4. La bomba de la reivindicación 3, en donde dicho revestimiento anular retirable (46) tiene un diámetro (G) de 1.18 a 1.22 veces dicho diámetro (D) del impulsor (14).





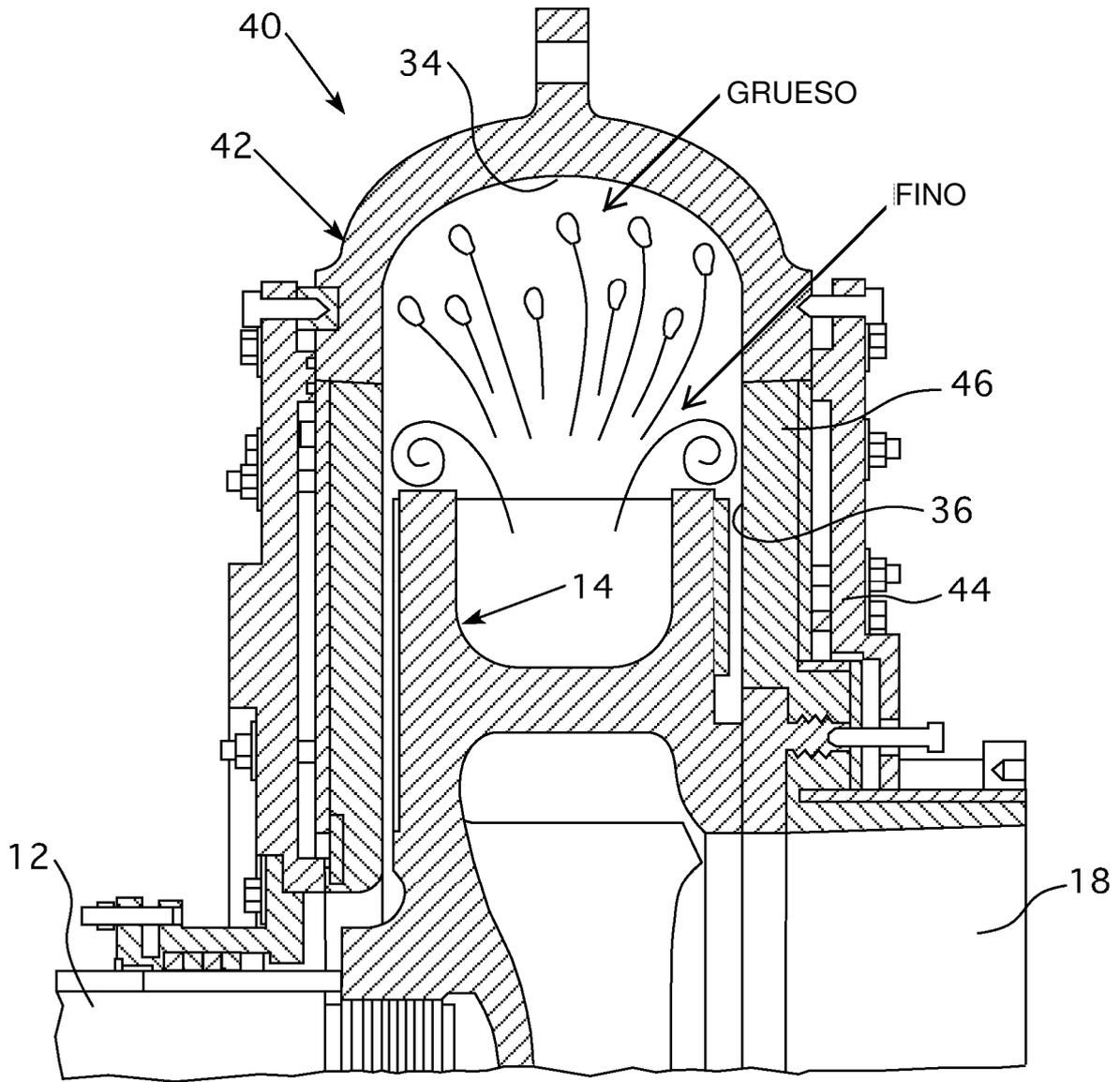


FIG. 3

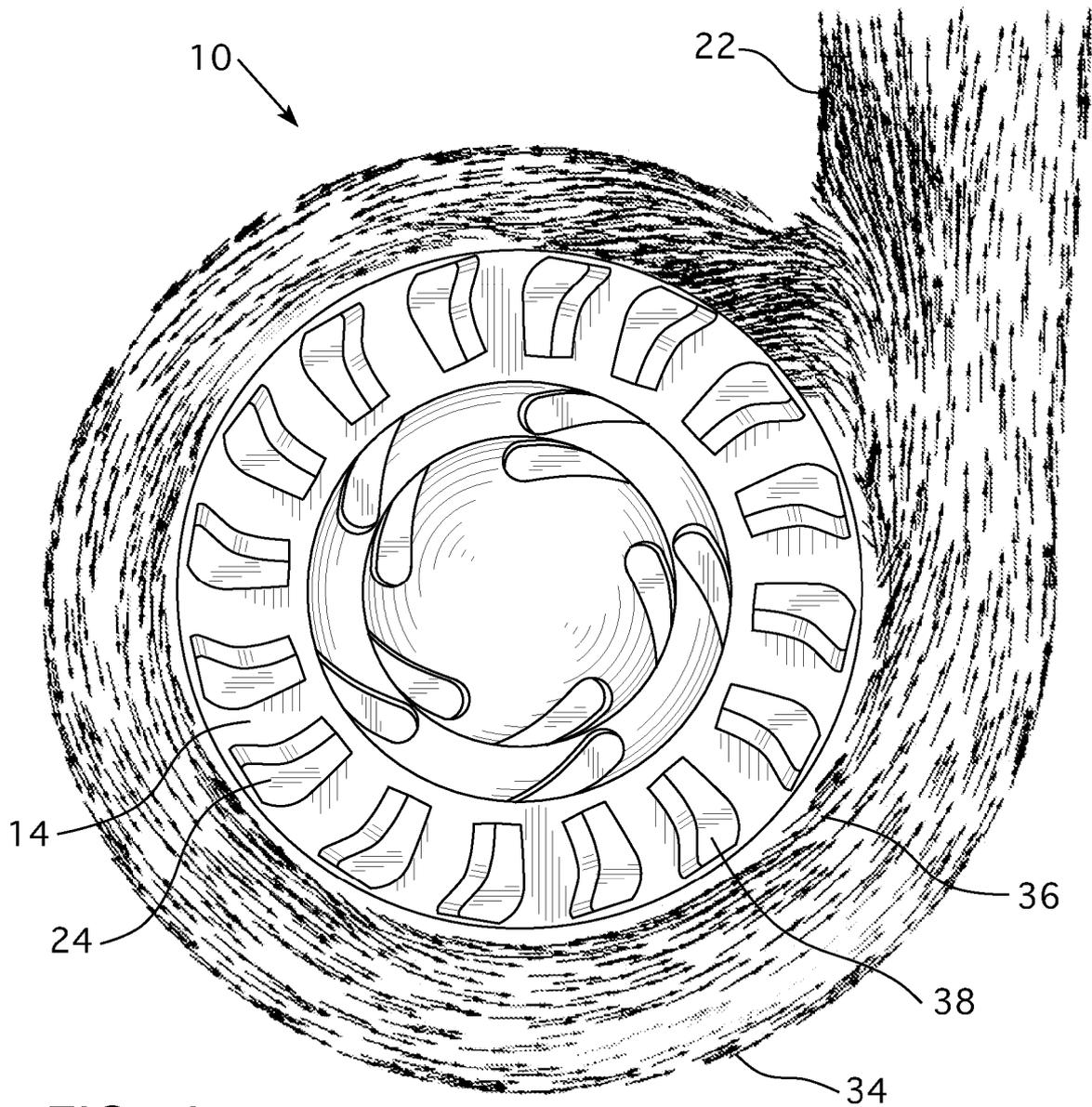
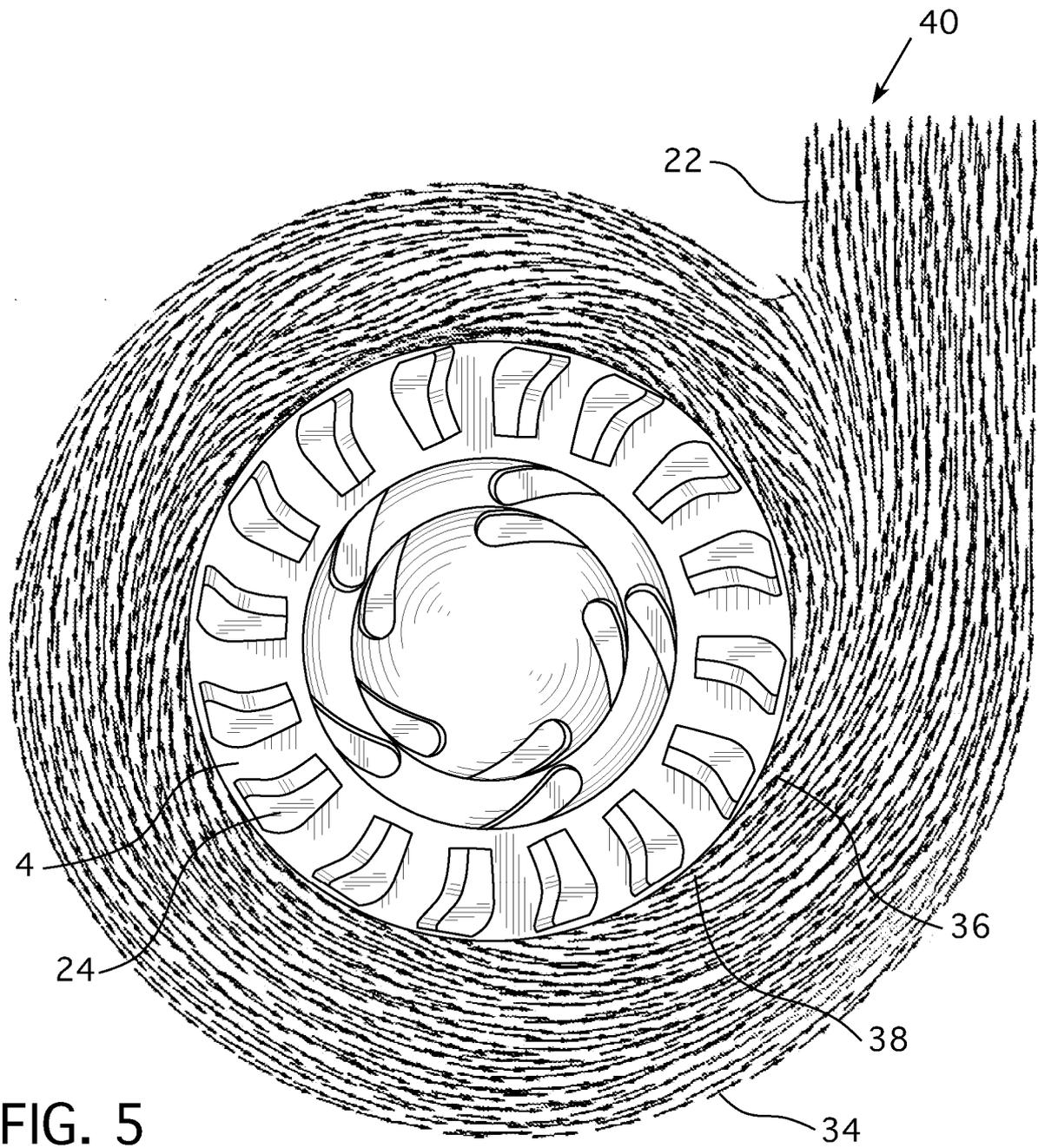


FIG. 4



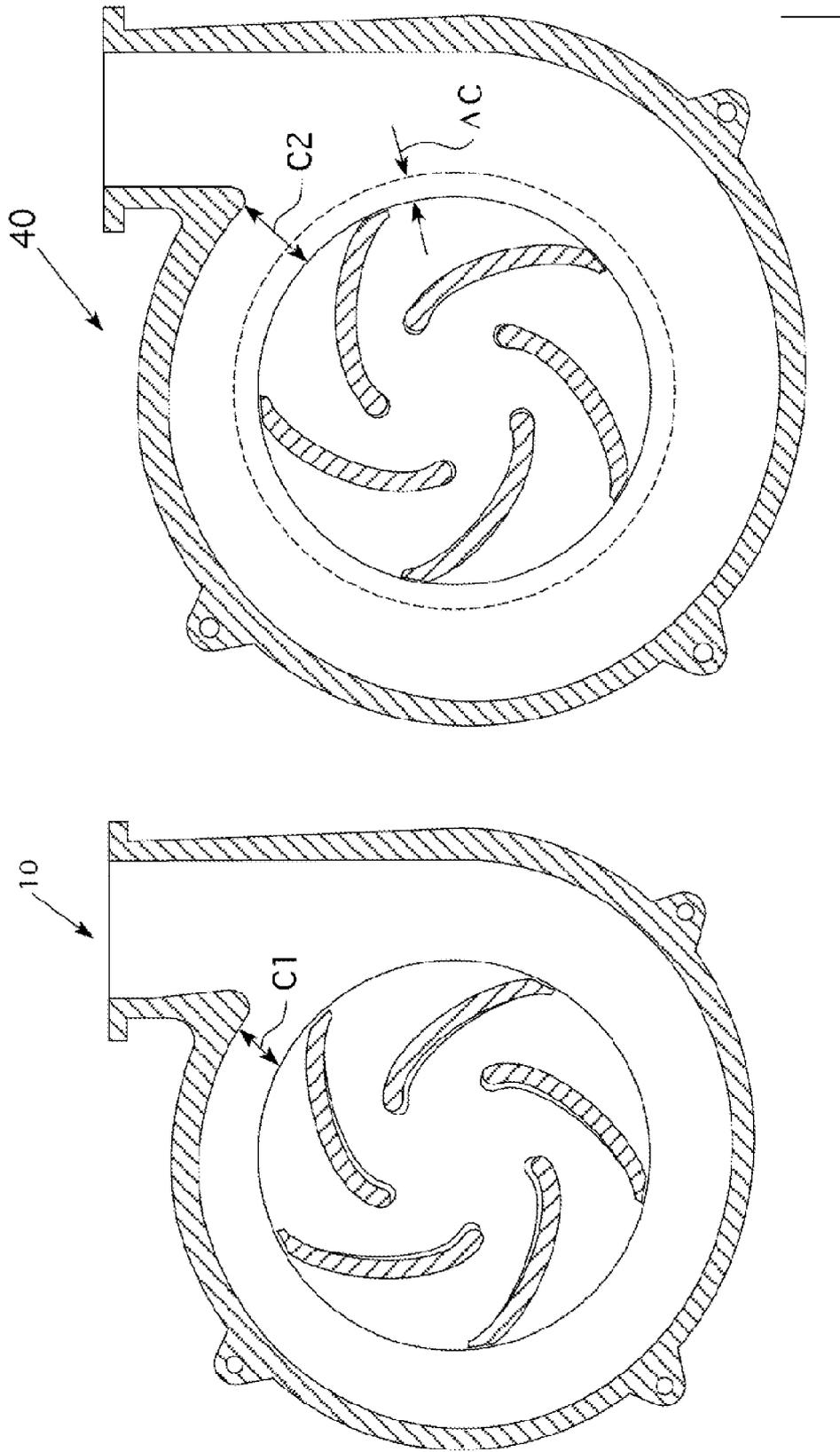
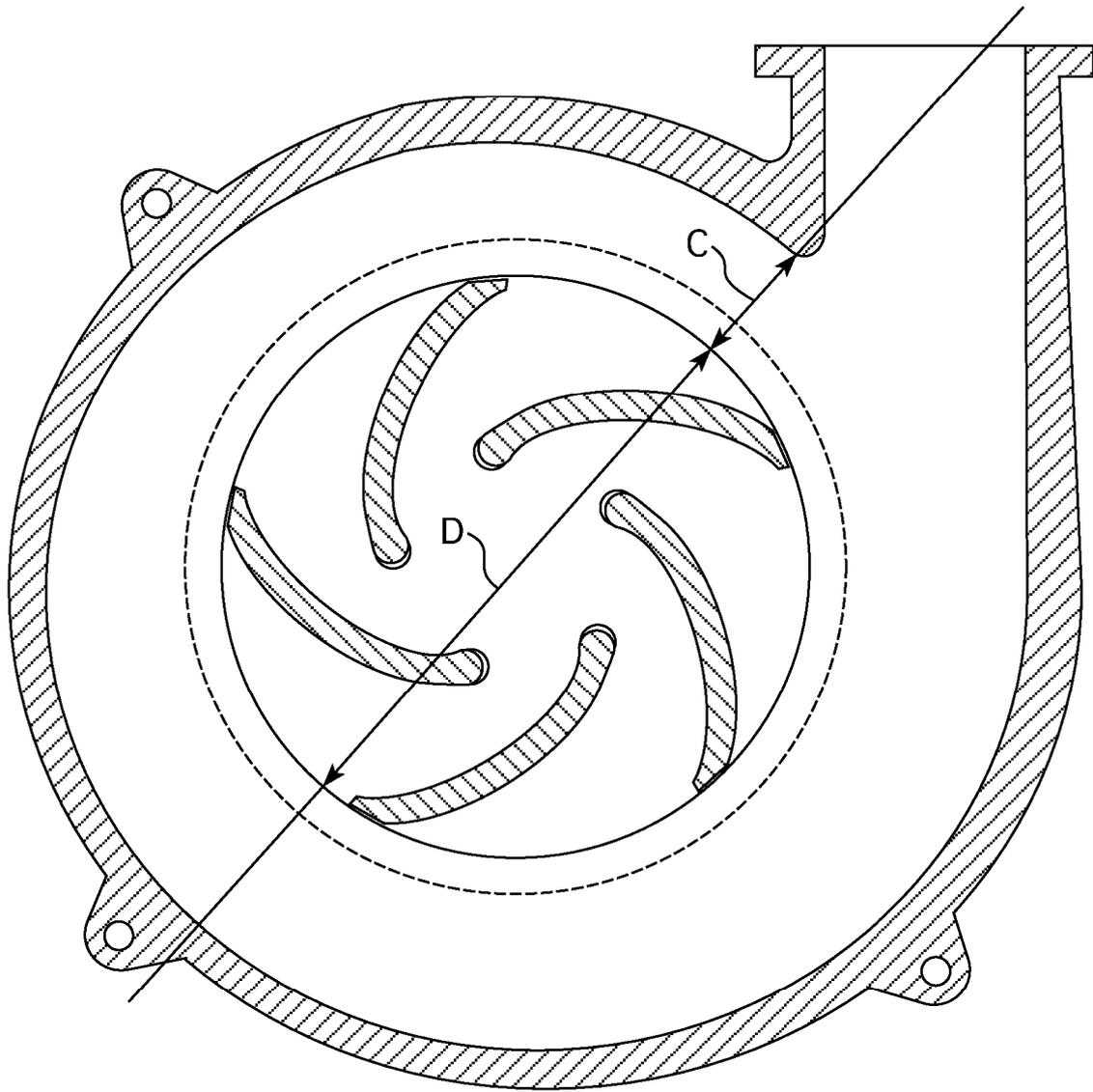


FIG. 6

UMD TÍPICO  
Huelgo de tajamar: C  
Diámetro de impulsor: D  
Proporción C/D = 0.239



INTERVALO: 0.2 - 0.25

FIG.7

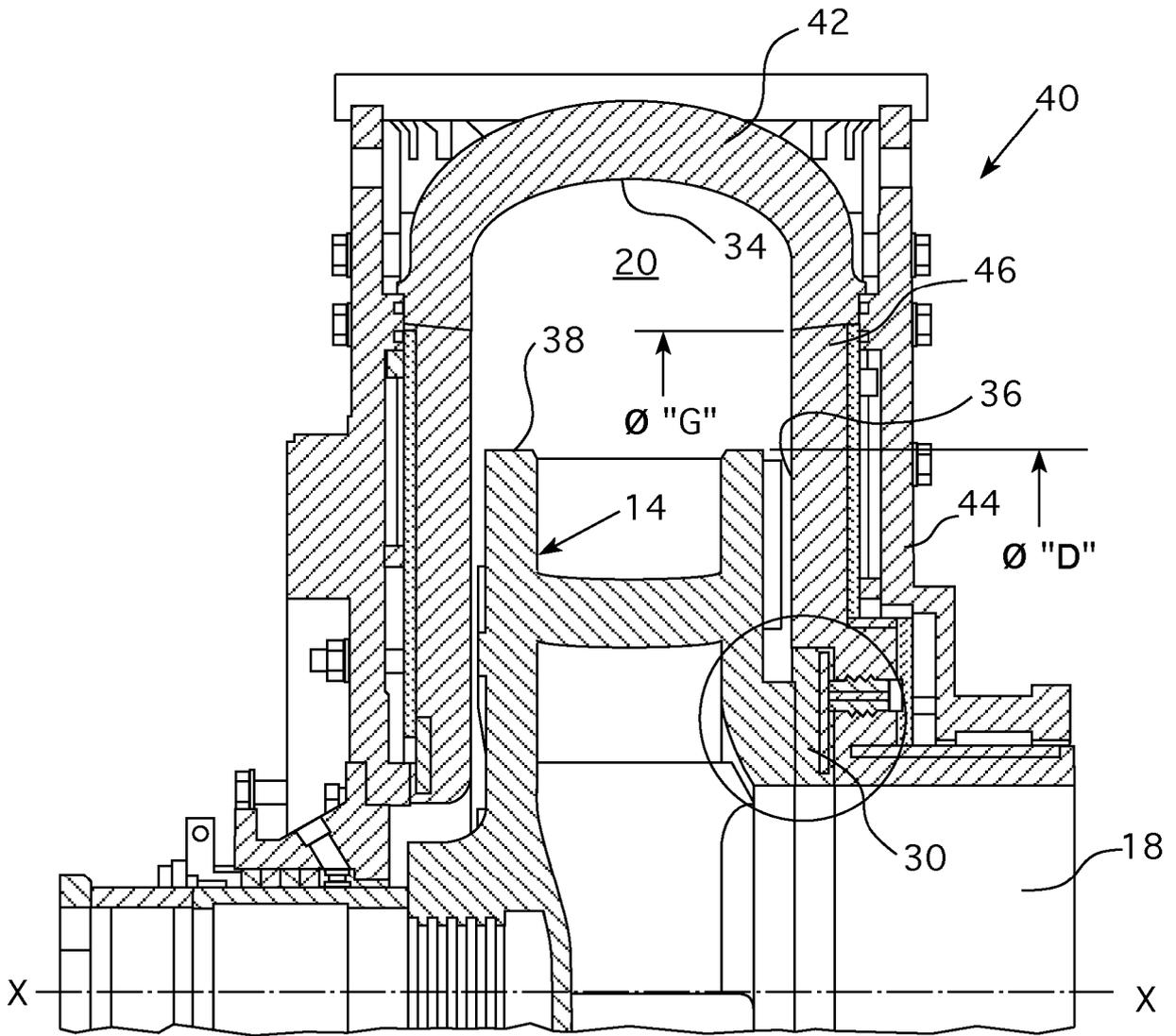
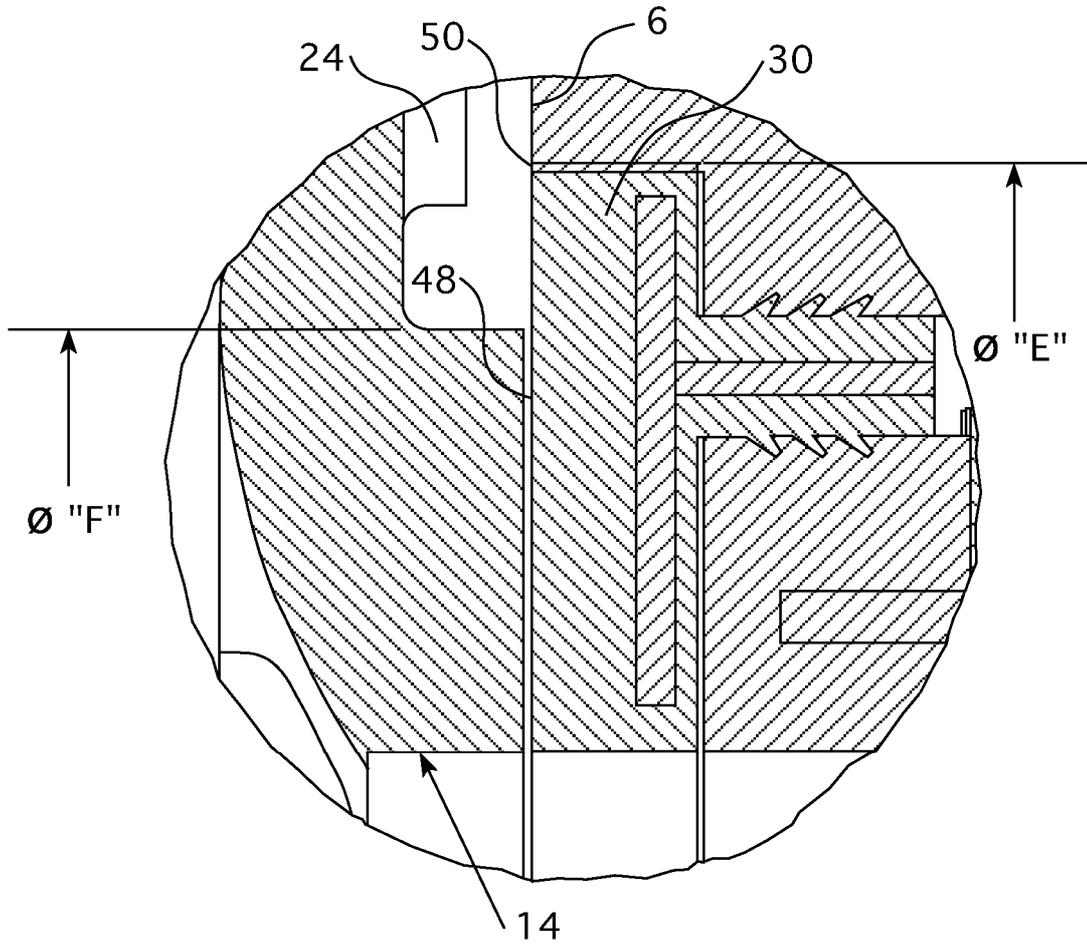


FIG. 8

PROPORCIÓN: INTERVALO G/D: 1.15 - 1.25



INTERVALO DE PROPORCIÓN E/F: 1.100-  
1.140

FIG. 9

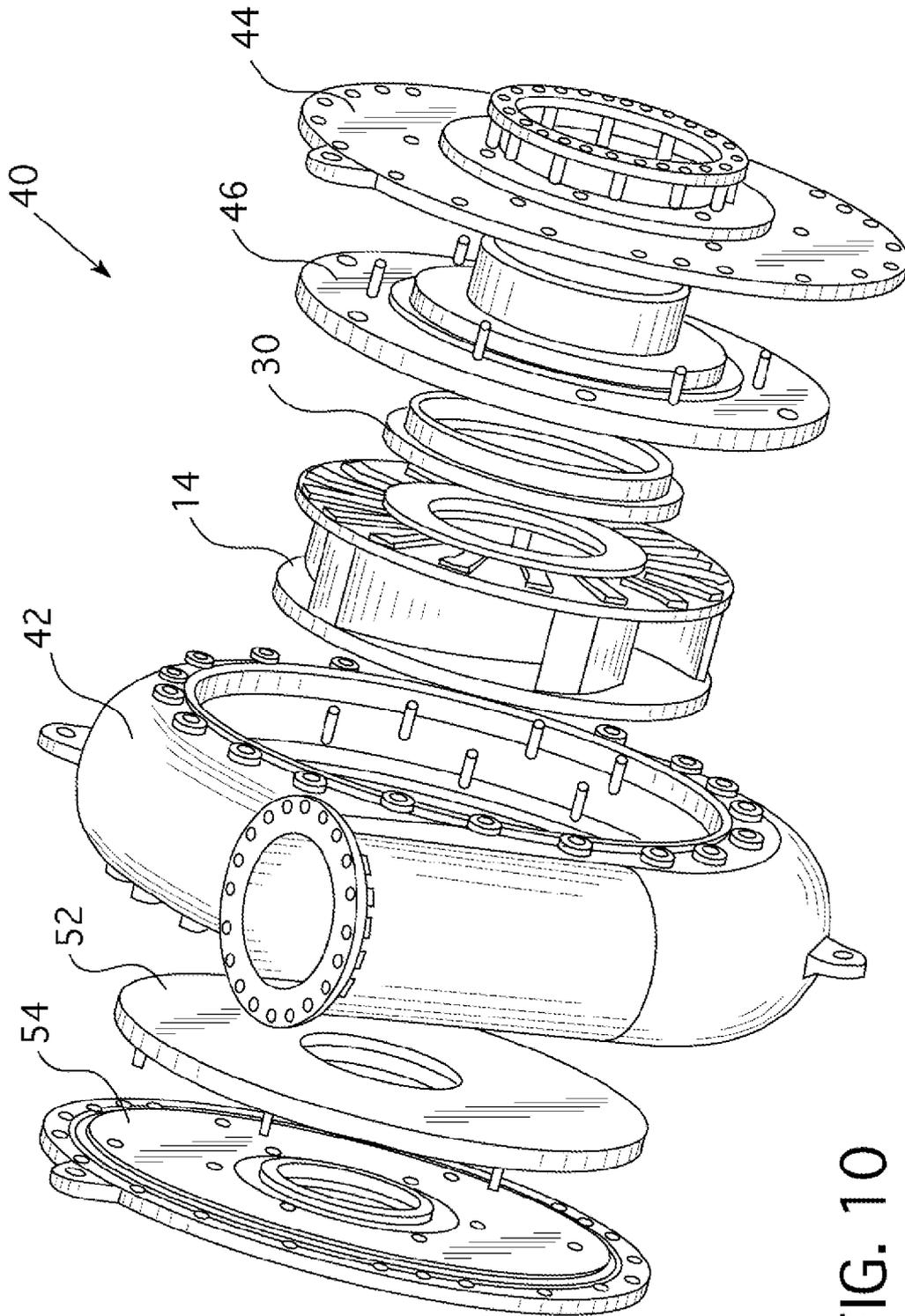


FIG. 10