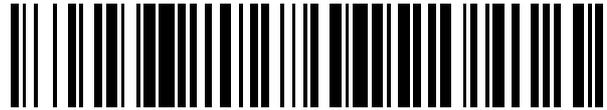


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 430**

51 Int. Cl.:

F04B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.10.2004 PCT/US2004/033261**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2005 WO05067451**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2004 E 04794574 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016 EP 1706640**

54 Título: **Equilibrado hidráulico de bomba centrífuga accionada magnéticamente**

30 Prioridad:

30.12.2003 US 751259

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

08.05.2017

73 Titular/es:

**WANNER ENGINEERING, INC. (100.0%)
1204 CHESTNUT AVENUE
MINNEAPOLIS, MN 55403, US**

72 Inventor/es:

**HEMBREE, RICHARD D. y
DUPUIS, FRANCIS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 611 430 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

Equilibrado hidráulico de bomba centrífuga accionada magnéticamente

5 La presente solicitud se presenta como una solicitud de Patente Internacional PCT en nombre de Wanner Engineering, Inc., una corporación de Estados Unidos, que reivindica la prioridad sobre la solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 10/751.259 presentada el 30 de diciembre de 2003.

Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a bombas de fluido y más específicamente se refiere a bombas centrífugas accionadas magnéticamente.

10 Técnica relacionada

15 Las bombas centrífugas accionadas magnéticamente se adaptan bien para el bombeo de fluidos corrosivos o peligrosos debido a que no tienen en el árbol sellos que puedan fugar o desgastarse. Las bombas de este tipo requieren algún método de oposición a la carga de empuje que se crea por el impulsor. Típicamente esta carga es absorbida por un cojinete axial tal como se describe en la patente de Estados Unidos N.º 4.226.574. Para adaptarse a la carga periódica opuesta a la dirección normal que tiene lugar en ciertas condiciones de bombeo, se usa una cubierta de contención del cojinete axial adicional tal como se describe en la patente de Estados Unidos N.º 6.443.710. Otro método de oposición a estas cargas axiales es mediante el uso de un sistema de equilibrado del empuje tal como se describe por Klein en la patente de Estados Unidos N.º 6.135.728. Klein usa la presión del fluido para equilibrar las fuerzas de empuje y controla la presión del fluido con un anillo sobre el buje del impulsor que crea un espacio variable entre el anillo y el árbol.

25 Hay una dificultad inherente en el control de las fuerzas de empuje con una válvula de equilibrado del empuje. Dado que las bombas necesitan funcionar en un amplio intervalo de presiones y flujos, una válvula de equilibrado del empuje debe ser capaz también de controlar la presión en un amplio intervalo de presiones. Para conseguir este tipo de control, debe existir siempre una presión diferencial a través de la válvula. Por lo tanto, existe una necesidad de conseguir la presión posible más baja sobre el lado de salida de la válvula, mientras también se mantiene la presión estática posible más elevada sobre el lado posterior de la válvula.

30 La rotación del fluido en el área que se usa para equilibrar las fuerzas de empuje crea un gradiente de presión que reduce la presión diferencial a través de la válvula de equilibrado del empuje. Klein requiere que el fluido se traslade a través de los canales en el impulsor rotativo para obtener la válvula de equilibrado del empuje. Estos pasos en rotación contribuyen a la pérdida de presión disponible en el lado posterior de la válvula.

35 Otro problema que es típico en general para bombas accionadas magnéticamente es la necesidad de proporcionar diferentes tamaños de impulsores. Dado que el impulsor se fija típicamente de modo permanente al portador de imanes, el coste del conjunto es relativamente alto. Esto significa que las piezas de repuesto o impulsores alternativos que necesitan ser almacenados se convierten en un inventario mucho más caro. Incluso cuando estos componentes se fabrican por separado, se aseguran típicamente juntos de tal manera que no se desmontan fácilmente (por ejemplo, la estructura de fijación divulgada en la patente de Estados Unidos N.º 5.895.203). Por lo tanto existe una necesidad del impulsor y portador de imanes que se separen fácilmente, pero continúen pudiendo transmitir el par requerido.

40 Otro aspecto de las bombas accionadas magnéticamente es la necesidad de sustituir periódicamente los anillos de desgaste. Aunque se describen anillos de desgaste extraíbles en la patente de Estados Unidos N.º 6.234.748, requiere anillos de retención separados que no se extraen fácilmente. Existe una necesidad de un medio simple de sustituir anillos de desgaste sin anillos de retención.

45 El documento US 4013384 A divulga una bomba centrífuga accionada magnéticamente que comprende un impulsor soportado de modo giratorio en una carcasa por medio de un árbol hueco; los medios de paso incluyen el orificio pasante de dicho árbol hueco para la conducción de parte de un fluido de modo que refrigere dicho árbol; y una bomba auxiliar para forzar al fluido a través de dicho medio de paso, impidiendo de ese modo que el árbol se agarre o dañe térmicamente incluso cuando la presión de descarga de la bomba cae bruscamente.

Sumario de la invención

50 La presente invención se refiere en general a bombas de fluido y más específicamente se refiere a bombas centrífugas accionadas magnéticamente. Un aspecto de la invención se refiere a una válvula de control del empuje

que controla la presión dentro de la bomba para equilibrar las cargas axiales del impulsor. Una abertura de la válvula se define por un cojinete posterior de la bomba y un anillo de empuje que se localizan en un extremo cerrado de una cubierta de contención de la bomba en donde se fija un extremo del árbol. Un estátor situado en un extremo cerrado de la cubierta de contención proporciona una condición de fluido estática de modo que el fluido que entra dentro de la válvula no esté girando. El fluido dentro del canal de fluido central del árbol sale al interior de un flujo de fluido primario de la bomba preferentemente en una dirección sustancialmente perpendicular al flujo de fluido primario de modo que se cree un efecto Venturi de baja presión.

Otro aspecto de la invención se refiere a un estátor que incluye una pluralidad de paletas radiales estáticas situadas en un volumen interior de la cubierta de contención cerca al extremo cerrado de la cubierta de contención. Las paletas del estátor se oponen a la rotación del fluido en el extremo cerrado del recipiente de contención, que puede proporcionar una presión creciente en la entrada de la válvula. Otro aspecto de la invención se refiere a un orificio de presión localizado en el lado frontal del buje del impulsor que ayuda adicionalmente al equilibrado de las fuerzas de presión en la bomba. Otro aspecto de la invención se refiere a un mecanismo de fijación para sujetar el portador magnético de la bomba al impulsor. El mecanismo de fijación proporciona la capacidad de extracción del portador de imanes mientras proporciona resistencia al par en cualquier dirección de rotación. Un aspecto adicional más de la invención se refiere a un mecanismo de fijación y bloqueo para sujetar los anillos de desgaste de la bomba en varias localizaciones con relación al impulsor y carcasa de la bomba.

Una bomba accionada magnéticamente de acuerdo con los principios de la invención incluye una carcasa, una cubierta de contención fija a la carcasa, un árbol fijo a un extremo cerrado de la cubierta de contención, un impulsor giratorio alrededor del árbol dentro de la carcasa y cubierta de contención, y un acoplamiento magnético fijado de modo extraíble al impulsor y giratorio alrededor del árbol. La bomba incluye también cojinetes frontal y posterior posicionados entre el impulsor y el árbol que son giratorios alrededor del árbol, y una válvula de empuje posterior que incluye un anillo de empuje posterior situado entre la cubierta de contención y el cojinete posterior. Una abertura de la válvula de control del empuje se define por un espaciado variable entre la válvula de empuje posterior y el cojinete posterior.

Un aspecto adicional más de la invención se refiere a un método de equilibrado de una bomba accionada magnéticamente que incluye una cubierta de contención que tiene un extremo frontal y un extremo posterior, un árbol que incluye un canal interno y que se fija al extremo posterior de la cubierta de contención, un acoplamiento magnético giratorio alrededor del árbol dentro de la cubierta de contención, cojinetes frontal y posterior situados entre el acoplamiento magnético y el árbol que son giratorios con relación al árbol, y una válvula de control del empuje que incluye un anillo de empuje y una abertura de válvula que tiene un tamaño definido por una posición relativa entre el cojinete posterior y el anillo de empuje. Etapas en el método pueden incluir el posicionamiento de la válvula de control del empuje en el extremo posterior de la cubierta de contención entre la cubierta de contención y el cojinete posterior, incrementando la presión del fluido en la cubierta de contención moviendo de ese modo el cojinete posterior axialmente en separación del anillo de empuje para incrementar el tamaño de una abertura de la abertura de la válvula de control del empuje, moviendo el fluido a través de la abertura de la válvula al interior del canal interno del árbol disminuyendo de ese modo la presión en la cubierta de contención, y moviendo el cojinete posterior axialmente hacia el anillo de empuje cuando la presión en la cubierta de contención disminuye para equilibrar las fuerzas de presión en la bomba.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista lateral en sección transversal de una bomba centrífuga accionada magnéticamente de ejemplo de acuerdo con los principios de la presente invención;

la Figura 2 es una vista ampliada parcial del árbol de la bomba, el impulsor y los anillos de desgaste frontales mostrados en la Figura 1;

la Figura 3 es una vista ampliada parcial de la válvula de control del empuje y estátor mostrados en la Figura 1;

la Figura 4 es una vista lateral en sección transversal del impulsor mostrado en la Figura 1;

la Figura 5 es una vista frontal del impulsor mostrado en la Figura 4;

la Figura 6 es una vista lateral en sección transversal del conjunto de imanes interiores mostrado en la Figura 1;

la Figura 7 es una vista frontal del conjunto de imanes interiores mostrado en la Figura 6;

la Figura 8 es una vista posterior en sección transversal de un subconjunto de la bomba mostrada en la Figura 1 que incluye el conjunto de imanes interiores, el impulsor, y los anillos de desgaste interiores;

la Figura 9 es una vista en sección transversal posterior del subconjunto mostrado en la Figura 8;

la Figura 10 es una vista lateral en sección transversal del estátor mostrado en la Figura 1;

la Figura 11 es una vista frontal del estátor mostrado en la Figura 10; y

la Figura 12 es una vista frontal del anillo de desgaste posterior exterior mostrado en la Figura 1.

Descripción detallada de la realización preferida

La presente invención se refiere en general a bombas de fluido y más específicamente se refiere a bombas centrífugas accionadas magnéticamente. Un aspecto de la invención se refiere a una válvula de control del empuje

que controla la presión dentro de la bomba para equilibrar las cargas axiales del impulsor. La válvula de control del empuje incluye una parte de un cojinete posterior de la bomba y un anillo de empuje que se localizan en un extremo cerrado de la cubierta de contención de la bomba en donde se fija un extremo del árbol. El fluido que pasa a través de la válvula de control del empuje entra en un canal de fluido central del árbol y sale del canal de fluido central al interior del flujo de fluido primario de la bomba. Debido a que el árbol mantiene una posición fija, el fluido que pasa a través del canal de fluido central puede trasladarse sin girar, incrementando así la presión diferencial a través de la válvula de control del empuje.

Otro aspecto de la invención se refiere a un estátor que incluye una pluralidad de paletas radiales estáticas posicionadas en un volumen inferior de la cubierta de contención, próximas al extremo cerrado de la cubierta de contención. Las paletas del estátor se oponen a la rotación del fluido en el extremo cerrado del recipiente de contención, lo que puede proporcionar una presión incrementada en la entrada de la válvula de control del empuje. Otro aspecto de la invención se refiere a un mecanismo de fijación para sujetar el portador magnético de la bomba al impulsor. El mecanismo de fijación proporciona una capacidad de extracción del portador de imanes mientras proporciona resistencia al par en cualquier dirección de giro. Un aspecto adicional más de la invención se refiere a un mecanismo de fijación y bloqueo para asegurar los anillos de desgaste de la bomba en varias localizaciones con relación al impulsor y la carcasa de la bomba.

Un ejemplo de conjunto de bomba centrífuga 10 accionada magnéticamente que incluye las características de la presente invención se describe con referencia a las Figuras 1-12. Con referencia primero a la vista en sección transversal de la Figura 1, el conjunto de bomba 10 incluye una carcasa 12, un impulsor 14, un conjunto de imanes interiores 16, un árbol 18, cojinetes frontal y posterior 20, 22, un estátor 24 y una cubierta de contención 26. El conjunto de bomba 10 incluye también un anillo de desgaste posterior exterior 28, un anillo de desgaste posterior interior 30, un anillo de desgaste frontal exterior 32, y un anillo de desgaste frontal interior 34. En funcionamiento, un buje motriz 38 impulsa un conjunto de imanes exteriores 36 provocando de ese modo el giro del impulsor 14 dentro de la carcasa 12 debido a una respuesta magnética en el conjunto de imanes interiores 16. El conjunto de bomba 10 incluye también una arandela de empuje 40 situada adyacente a los anillos de desgaste frontales 32, 34, un retorno de fluido 42, y una válvula de control del empuje 44. La válvula de control del empuje 44 (véase la Figura 3) junto con otras características del conjunto de bomba 10 proporcionan un efecto de equilibrado de la presión dentro de la carcasa 12 que reduce las fuerzas de empuje y el desgaste.

La carcasa 12 incluye una carcasa principal 50 que proporciona un canal de fluido de carcasa 60 a través de ella, una brida de succión 52 y soporte de la brida de succión 54 relacionado, y una brida de descarga 56 y soporte de la brida de descarga 58 relacionado. Cuando la carcasa 12 se monta y se asegura junto con pernos 66, 68 y otros elementos de soporte de la carcasa (no identificados), el conjunto de bomba 10 se sella excepto por las trayectorias de flujo pretendidas para el movimiento del fluido a través de las bridas de succión y descarga 52, 56.

Con referencia ahora a las Figuras 4 y 5, el impulsor 14 incluye un buje del impulsor 70, una cubierta del impulsor 72 que tiene una abertura de cubierta 74, lengüetas de accionamiento del anillo de desgaste posterior interior 76, lengüetas de accionamiento del anillo de desgaste frontal interior 77, un asiento del anillo de desgaste frontal interior 78, un asiento del anillo de desgaste posterior interior 80, y una pluralidad de nervios de accionamiento 82. Un cuerpo posterior 84 del impulsor 14 incluye una superficie exterior 86, y un orificio frontal 88, orificio posterior 90, y canales de flujo de fluido primarios 92.

Las lengüetas de accionamiento del anillo de desgaste posterior interior 76 y el asiento del anillo de desgaste posterior interior 80 se configuran para acoplarse con el anillo de desgaste posterior interior 30. El asiento del anillo de desgaste frontal interior 78 y las lengüetas del anillo de desgaste frontal interior 77 se acoplan y retienen el anillo de desgaste frontal interior 34 (véase la Figura 8). Los nervios de accionamiento 82 se configuran para acoplar y retener el conjunto de imanes interiores 16 al impulsor 14 (véase la Figura 8). El orificio posterior 90 del cuerpo posterior 84 se dimensiona para recibir los cojinetes frontal y posterior 20, 22 y un separador 21 que separa los cojinetes.

Con referencia ahora a las Figuras 6 y 7, el conjunto de imanes interiores 16 incluye un armazón de imanes 100, un núcleo de imanes 102, una pluralidad de imanes 104 (véase la Figura 9), un orificio 106, una pluralidad de pestañas de enclavamiento 108, un reborde de bloqueo 110, un acceso a la pestaña de bloqueo 112, y una pluralidad de paletas de accionamiento 114. Las pestañas de bloqueo 108 se dimensionan para acoplarse a características de los nervios de accionamiento 82 (véase la Figura 4) del impulsor para fijar el impulsor 14 y el conjunto de imanes interiores 16 juntos con una fijación de enclavamiento por giro. El reborde de bloqueo 110 asegura adicionalmente el impulsor 14 y el conjunto de imanes interiores 16 juntos e impide un giro inverso del conjunto de imanes interiores 16 con relación a un impulsor 14 lo que desacoplaría en caso contrario las pestañas de enclavamiento 108 de los nervios de accionamiento 82 del impulsor. El acceso a la pestaña de bloqueo 112 proporciona acceso al reborde de bloqueo 110. Los imanes 104 se embeben en un armazón de imanes 100. El orificio 106 se dimensiona para recibir un cuerpo posterior 84 del impulsor 14 (véase la Figura 4).

La Figura 9 muestra el conjunto de imanes 16 que tiene catorce imanes separados que se aseguran al núcleo de imanes 102 y embebidos dentro del armazón de imanes 100. Otras realizaciones pueden incluir tan pocos como un

único imán o pueden incluir más de catorce imanes para optimizar el rendimiento del conjunto de bomba 10. Adicionalmente, las diferentes pestañas de bloqueo, bridas, accesos y paletas de accionamiento mostradas en las figuras son meramente de ejemplo y podrían sustituirse con cualquier característica de bloqueo o acoplamiento.

En referencia ahora a las Figuras 2, 3 y 8, el árbol 18 incluye extremos frontal y posterior 120, 122, un canal interno 124 que se extiende preferentemente coaxial con un eje del árbol, y un orificio transversal 126 que proporciona comunicación para fluidos entre un exterior del árbol y el canal interno 124. El extremo frontal 120 del árbol 18 se dimensiona para acoplarse al retorno de fluido 42. El retorno 42 incluye un borde delantero 180, un núcleo abierto central 182, y aberturas laterales 184. Cuando el retorno 42 se acopla al extremo frontal 120 del árbol 18, el canal interno 124 del árbol está en comunicación para fluidos con el núcleo central 182. El retorno 42 se configura adicionalmente para descargar fluido desde el núcleo 182 a través de aberturas laterales 184 al interior del flujo de fluido primario A a través del conjunto de bomba 10 preferentemente en la dirección de flujo del flujo de fluido primario A. El borde delantero 180 puede tener una variedad de diferentes configuraciones para facilitar el flujo alrededor del extremo frontal 120 del árbol 18.

Con referencia ahora a las Figuras 10 y 11, el estátor 24 incluye un buje 130, una pluralidad de paletas radiales 132, un anillo exterior 134, un orificio roscado 136, un asiento del anillo de empuje 138, y un anillo de empuje 140. El anillo de empuje 140 puede fijarse de modo extraíble al buje 130 o pueden moldearse en el interior del buje 130 de modo que el anillo de empuje sea una pieza integral con las características restantes del estátor tal como se muestra en las Figuras 10 y 11. Se explicarán a continuación algunas ventajas del estátor con paletas que se extienden radialmente que están separadas de la cubierta de contención.

Con referencia ahora a las Figuras 1 y 3, la cubierta de contención 26 incluye un extremo posterior cerrado 150, y un extremo frontal abierto 152, una brida de fijación 154 que se extiende desde el extremo frontal 152, un asiento del anillo de desgaste posterior exterior 156, un asiento del árbol 158, y un buje de conexión del estátor 160. La cubierta de contención 26 define un volumen interior 162 que se dimensiona para recibir el estátor 24 y el submontaje de componentes mostrados en las Figuras 8 y 9. El asiento del anillo de desgaste 156 se configura para retener el anillo de desgaste posterior exterior 28 a la cubierta de contención 26. Un anillo de desgaste posterior exterior 28 de ejemplo se muestra en la Figura 12, e incluye una pluralidad de pestañas de bloqueo 190 que se dimensionan para acoplarse con características de retención (no mostradas) en el asiento del anillo de desgaste 156 que son similares a las pestañas de bloqueo 108 mostradas en las Figuras 6 y 7.

Con referencia ahora a las Figuras 3 y 10, el estátor 24 incluye un orificio roscado 136 que se configura para acoplarse con el buje de conexión del estátor 160. El buje 160 incluye roscas sobre una superficie exterior dimensionada para acoplarse con el orificio roscado 136 del estátor. En otras realizaciones, el estátor puede montarse en el buje de conexión del estátor 160 con otras configuraciones de fijación tales como ranuras enchavetadas, un orificio con caras planas coincidentes, un conjunto de tornillos, o cualquier otro medio de conexión adecuado.

Cuando se monta al conjunto de bomba 10, los anillos de desgaste exterior e interior 28, 30 posteriores se alinean entre sí y los anillos de desgaste exterior e interior 32, 34 frontales se alinean entre sí. Adicionalmente, el extremo posterior 190 del cojinete posterior 22 se posiciona adyacente al anillo de empuje 140 del estátor 24. Además, la arandela de empuje 40 está en alineación con una superficie frontal del anillo de desgaste frontal interior 34. La arandela de empuje 40 y el anillo de empuje 140 se usan para controlar el empuje axial en ambas direcciones axiales durante las condiciones en las que el empuje no está equilibrado con la presión, tal como en el arranque. La interfaz y espaciado relativo entre estas características que se alinean entre sí son importantes para el equilibrio de las fuerzas de empuje dentro del conjunto de bomba 10 tal como se describe a continuación.

Durante el uso, el bombeo (fluido fluyendo a través del conjunto de bomba 10) entra en el conjunto de bomba 10 en la brida de succión 52 y pasa al interior del impulsor 14 como el flujo de fluido A. Tras pasar a través del impulsor, el bombeo fluye al interior del canal de fluido de la carcasa 60 donde se recoge y guía fuera del conjunto de bomba 10 a través de la brida de descarga 56. Algo del bombeo recogido en el canal de fluido de carcasa 60 pasa entre los pares de anillos de caja 28, 30 y 32, 34. El bombeo que pasa entre los anillos de caja 28, 30 se recoge en el volumen interior 162 de la cubierta de contención 26. Cuando se acumula la presión dentro del volumen interior 162, el subconjunto mostrado en las Figuras 8 y 9 sin el árbol 18 (de aquí en adelante denominado como un "subconjunto impulsor/imanés"), comienza a moverse axialmente en la cubierta de contención 26 separándose del extremo posterior 150 de la cubierta de contención. Cuando el subconjunto impulsor/imanés comienza a moverse, la válvula de control del empuje 44 comienza a abrir para el paso del fluido desde el volumen interior 162 al interior del canal interno 124 del árbol 18 a través del orificio transversal 126. Cuando el fluido que fluye a través de la válvula de control del empuje 44, la presión por detrás del impulsor 14 dentro del volumen interior 162 disminuye y el impulsor se mueve axialmente de vuelta hacia el extremo posterior 150 de la cubierta de contención 26 cerrando el espacio entre el anillo de empuje 140 y el cojinete posterior 22. La válvula de control del empuje 44 cierra hasta un punto en el que se alcanza el equilibrio entre las fuerzas de presión dentro del volumen interior 162 y las fuerzas sobre el impulsor 14 fuera de la cubierta de contención 26. Este punto de equilibrio está preferentemente en un punto en el que el anillo de empuje 140 y cojinete posterior 22 no se tocan entre sí y la arandela de empuje 40 y el anillo de

desgaste frontal interior 34 no se tocan entre sí.

Una vez que el fluido pasa a través de la válvula de control del empuje 44 al interior del canal interno 124 del árbol 18, el fluido es capaz de trasladarse como el flujo B hacia el retorno de fluido 42 y entra de vuelta al interior del flujo de fluido primario A tal como se muestra en la Figura 2.

5 Cuando se usa, el subconjunto impulsor/imanes gira dentro de la carcasa 12 a muy alta velocidad cuando se activa por el conjunto de imanes exteriores 36 y buje motriz 38. Este subconjunto giratorio provoca que el fluido gire con el impulsor dentro del volumen interior 162 de la cubierta de contención. El estátor 24, cuando se sitúa por detrás del subconjunto de giro reduce el giro del fluido y convierte la energía cinética del fluido giratorio en energía potencial que crea una condición de presión más alta que contribuye a un diferencial de presión mayor entre el volumen interior 162 y el fluido en el retorno de fluido 42. Una presión diferencial alta a través de la válvula de control del empuje 44 facilita el control de la presión dentro del volumen interior 162. Si la presión es baja en la entrada de la válvula de control del empuje 44, entonces hay un pequeño cambio en el flujo y en consecuencia pequeño cambio en la presión cuando la abertura de la válvula de control del empuje se amplía. Si la abertura y cierre de la válvula de control del empuje 44 no cambia la presión en el volumen interior 162 entonces no hay forma de que la válvula de control del empuje 44 pueda ayudar al equilibrado de la fuerza de empuje.

La presión diferencial en el conjunto de bomba 10 se mejora adicionalmente por un efecto Venturi que se crea por el diseño y dirección de descarga proporcionado por el retorno de fluido 42. Cuando el flujo de fluido A pasa sobre aberturas laterales 184, el flujo B es arrastrado al interior del flujo A. Este efecto Venturi disminuye la presión en el paso 124, lo que ayuda a incrementar adicionalmente la presión diferencial a través de la válvula de control del empuje 44. Es importante también que la abertura de la válvula 44 se localice directamente adyacente al volumen exterior 162 de modo que no se requiere que el fluido que se acumula en el volumen interior se traslade a través de zonas en donde se haría girar adicionalmente por el impulsor. Al minimizar la rotación del fluido, el gradiente de presión también se minimiza y está disponible la máxima presión diferencial en la válvula.

Algunas válvulas de equilibrado del empuje conocidas incluyen una abertura de válvula variable en el buje del impulsor y una abertura separada en el extremo fijo del árbol. Para que el fluido fluya desde el extremo fijo del árbol a la abertura variable en el buje del impulsor en esta configuración, el fluido debe conducirse adyacente al impulsor giratorio usando, por ejemplo, un conjunto de ranuras formadas en el impulsor que se extienden desde la parte posterior de la cubierta de contención al buje del impulsor orientado frontalmente. Dado que estos canales giran como parte del impulsor, se crea una fuerza centrífuga que actúa sobre el fluido que gira en los canales. Esta fuerza centrífuga da como resultado una presión diferencial reducida entre la abertura de válvula en el extremo fijo del árbol y la válvula variable en el buje del impulsor. Esta presión diferencial inferior limita un intervalo de operación efectivo a través del que la válvula variable puede controlar las fuerzas de empuje en el conjunto de bomba. Al proporcionar una válvula de empuje con una abertura variable en el extremo fijo del árbol y al pasar el fluido a través de un elemento no giratorio (esto es, a través de un canal central del árbol en sí), el conjunto de bomba de ejemplo descrito anteriormente y mostrado en las Figuras 1-12 proporciona una presión diferencial significativamente más alta y la capacidad para funcionar de modo efectivo en de un intervalo mucho mayor de condiciones para varias aplicaciones de bomba.

Muchos materiales diferentes pueden estar bien adaptados para su uso en diversas características del conjunto de bomba 10. Por ejemplo, el anillo de empuje, arandela de empuje, anillos de desgaste, árbol y cojinetes pueden fabricarse de carburo de silicio u otros materiales resistentes al desgaste adecuados. De la misma manera, la cubierta de contención e impulsor pueden recubrirse con un material resistente al desgaste tal como carburo de silicio.

La especificación, ejemplos y datos anteriores proporcionan una descripción completa de la fabricación y uso de la composición de la invención. Dado que se hacen muchas realizaciones de la cubierta de contención de la invención sin apartarse del espíritu y alcance de la invención, la invención reside en las reivindicaciones adjuntas en la presente memoria a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Una bomba accionada magnéticamente (10), que comprende:

- una carcasa (12);
- una cubierta de contención (26) fija a la carcasa (12);
- 5 un árbol (18) fijo a la cubierta de contención (26);
- un impulsor (14) giratorio alrededor del árbol (18) dentro de la carcasa (12);
- un cojinete posterior situado entre el impulsor (14) y el árbol (18) y que es giratorio alrededor del árbol;

caracterizado por que comprende:

- 10 un acoplamiento magnético acoplado de modo extraíble al impulsor (14) y giratorio alrededor del árbol (18);
- una válvula de control del empuje que incluye un anillo de empuje posterior situado entre la cubierta de contención (26) y el cojinete posterior, definiéndose una abertura de la válvula de control del empuje por un espaciado variable entre el anillo de empuje y el cojinete posterior.

2. La bomba (10) de la reivindicación 1, en la que el cojinete posterior es móvil axialmente en la dirección a lo largo de un eje del árbol (18) cambiando de ese modo un tamaño de la abertura de la válvula de control del empuje.

- 15 3. La bomba (10) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente anillos de desgaste frontal interior y exterior en oposición situados en una parte frontal del impulsor (14), y anillos de desgaste posterior interior y exterior en oposición situados en una parte posterior del impulsor (14).

- 4. La bomba (10) de la reivindicación 1, en la que la cubierta de contención (26) incluye un extremo frontal abierto y un extremo posterior cerrado, y la bomba (10) comprende adicionalmente un estátor que incluye al menos una paleta que se extiende radialmente y se sitúa en el extremo posterior de la cubierta de contención (26) para estabilizar el flujo giratorio creado por el giro del impulsor (14) y el acoplamiento magnético con relación a la cubierta de contención (26).
- 20

5. La bomba (10) de la reivindicación 4, en la que el anillo de empuje posterior está embebido en el estátor.

6. La bomba (10) de la reivindicación 4, en la que el estátor es extraíble desde la cubierta de contención (26).

- 25 7. La bomba (10) de la reivindicación 1, en la que el árbol (18) incluye un canal interno que se extiende entre, y en comunicación para fluidos con, la válvula de control del empuje y el flujo de fluido primario en el impulsor (14).

- 8. La bomba (10) de la reivindicación 3, en la que el anillo de desgaste frontal interior incluye al menos una pestaña de enclavamiento y el impulsor (14) incluye un asiento del anillo de desgaste frontal interior que tiene al menos un rebaje de enclavamiento configurado para acoplarse con la pestaña de enclavamiento para retener de modo extraíble el anillo de desgaste frontal interior.
- 30

9. La bomba (10) de la reivindicación 4, en la que el estátor se configura para asegurarse de modo extraíble a la cubierta de contención (26).

10. La bomba (10) de la reivindicación 4, en la que el estátor incluye una pluralidad de paletas que se extienden radialmente y un anillo exterior que interconecta las paletas.

- 35 11. Un método de equilibrado de una bomba accionada magnéticamente (10) que incluye una cubierta de contención (26) que tiene un extremo frontal abierto y un extremo posterior cerrado, un árbol (18) que tiene un canal interno y que se fija al extremo posterior de la cubierta de contención (26), un acoplamiento magnético giratorio alrededor del árbol (18) dentro de la cubierta de contención (26), un cojinete posterior situado entre el acoplamiento magnético y el árbol (18) y móvil con relación al árbol (18), y una válvula de control del empuje que incluye un anillo de empuje y una abertura de válvula que tiene un tamaño definido por una posición relativa entre el cojinete posterior y el anillo de empuje, comprendiendo el método las etapas de:
- 40

- posicionar la válvula de control del empuje en el extremo posterior de la cubierta de contención (26) entre la cubierta de contención (26) y el cojinete posterior;
- 45 incrementar la presión de fluido en la cubierta de contención (26) moviendo de ese modo el cojinete posterior axialmente en separación del anillo de empuje para incrementar el tamaño de abertura de la válvula;
- mover el fluido a través de la abertura de la válvula al interior del canal interno del árbol (18) disminuyendo de ese modo la presión en la cubierta de contención (26); y
- mover el cojinete posterior axialmente hacia el anillo de empuje cuando la presión en la cubierta de contención

(26) disminuye.

12. El método de la reivindicación 11, en el que el impulsor (14) incluye un canal de fluido para el flujo de fluido primario a través de la bomba (10), y el método comprende adicionalmente el movimiento del fluido en el canal interno del árbol (18) al interior del flujo de fluido primario.

- 5 13. El método de la reivindicación 12, en el que el cojinete posterior se sitúa en el extremo posterior de la cubierta de contención (26), comprendiendo adicionalmente el método la extensión del cojinete posterior hacia atrás del conjunto de imanes por lo que el único cojinete posterior hace contacto con el anillo de empuje para definir la válvula de control del empuje.

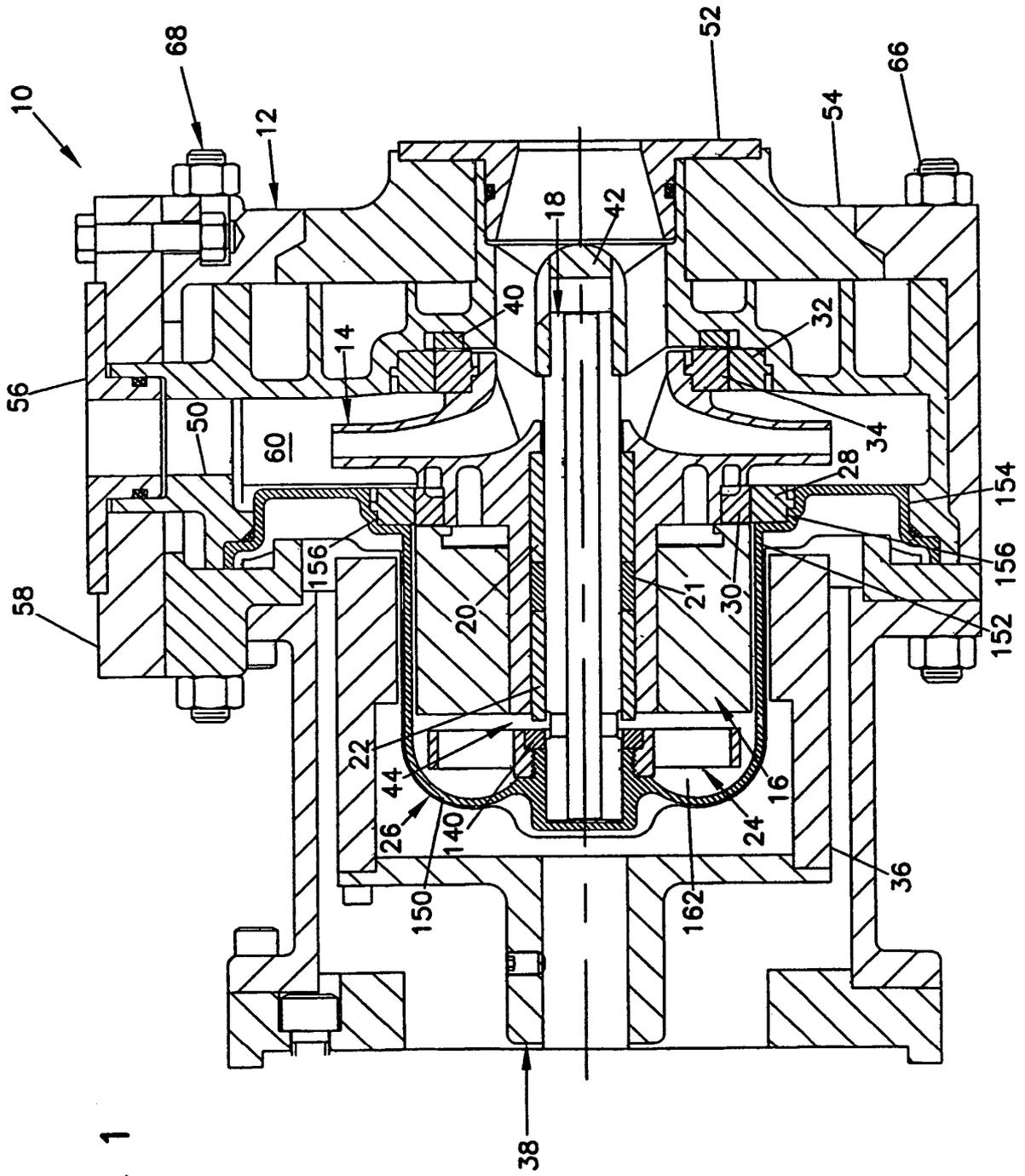


FIG. 1

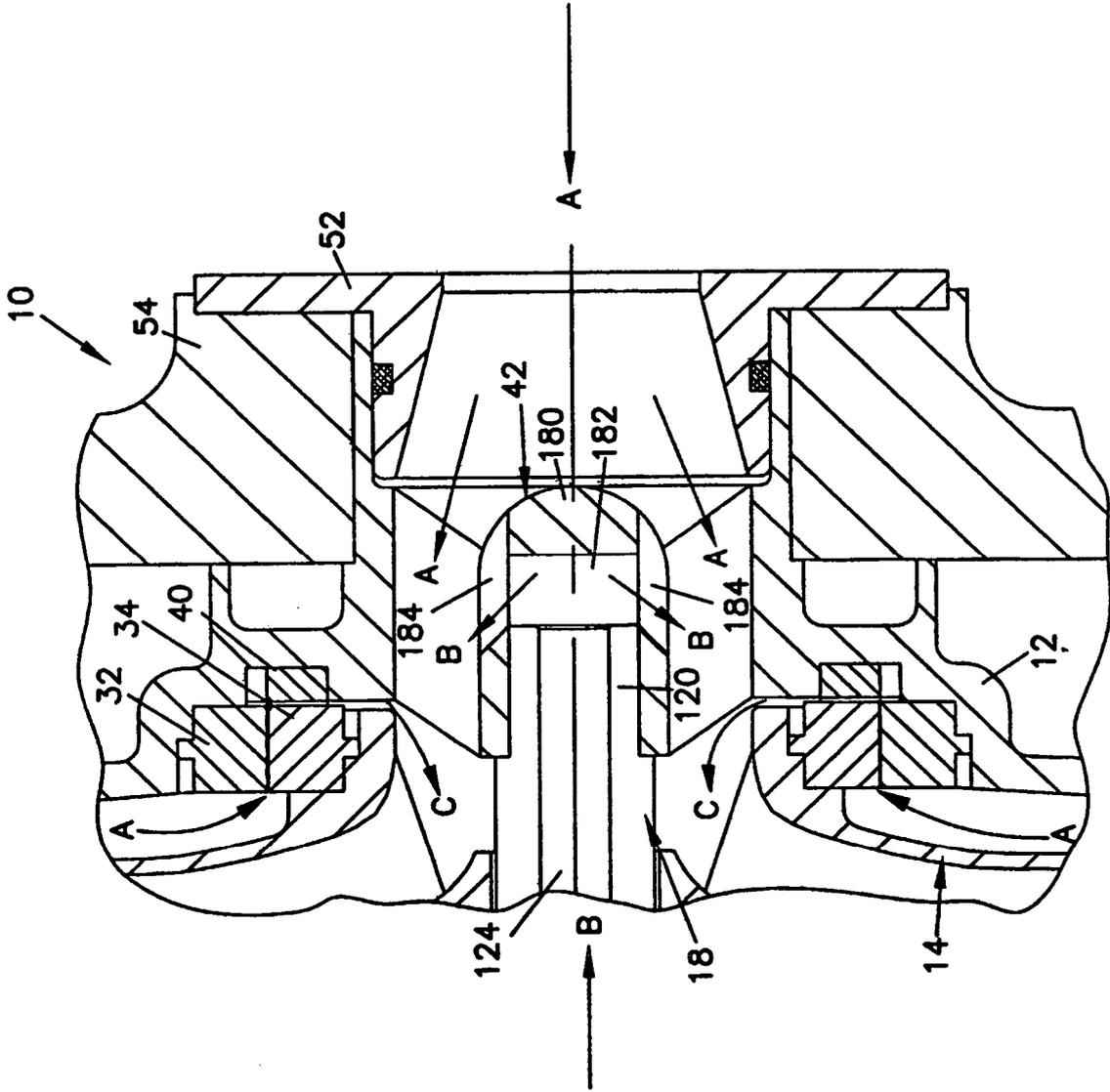
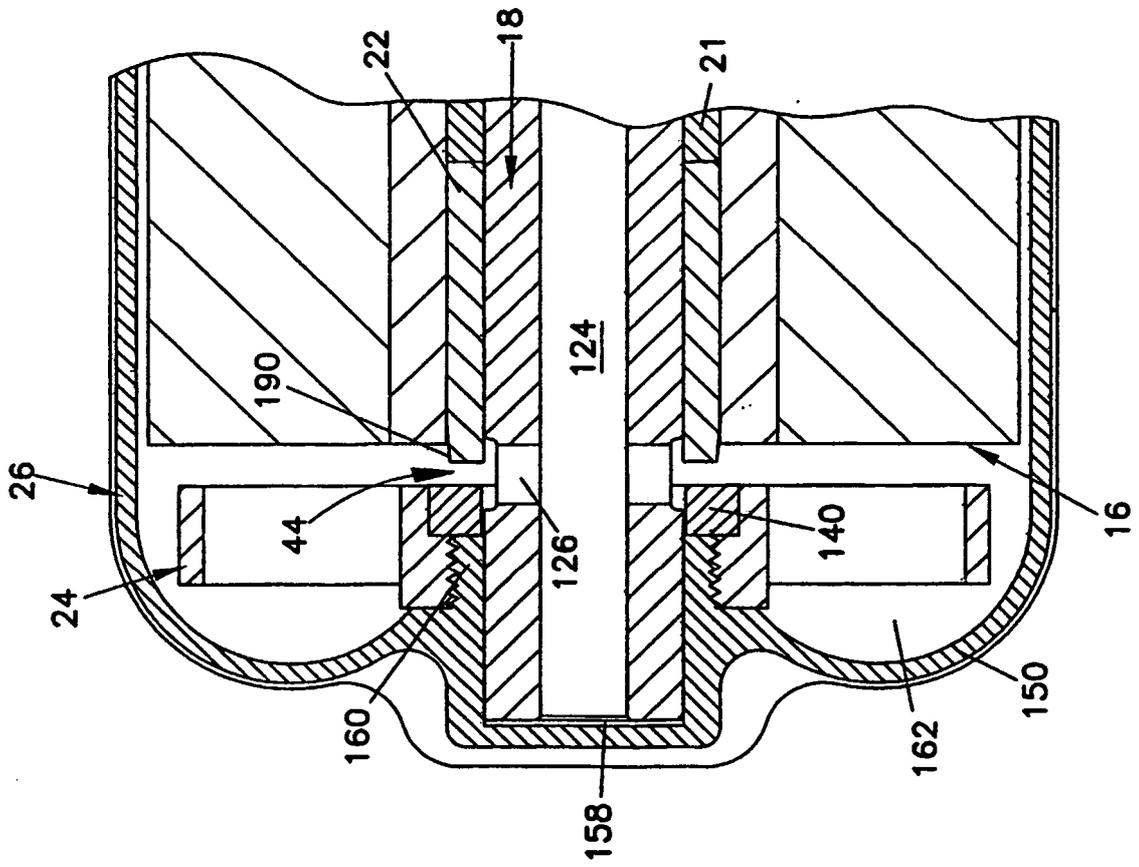
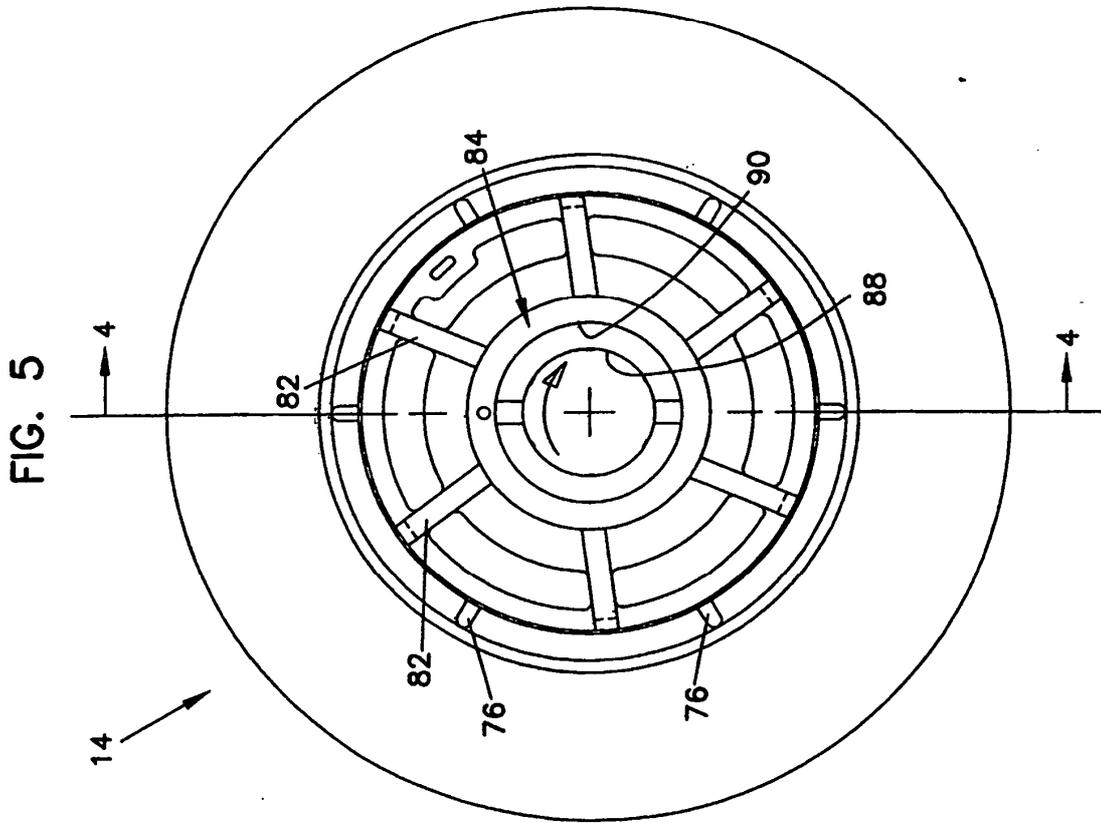
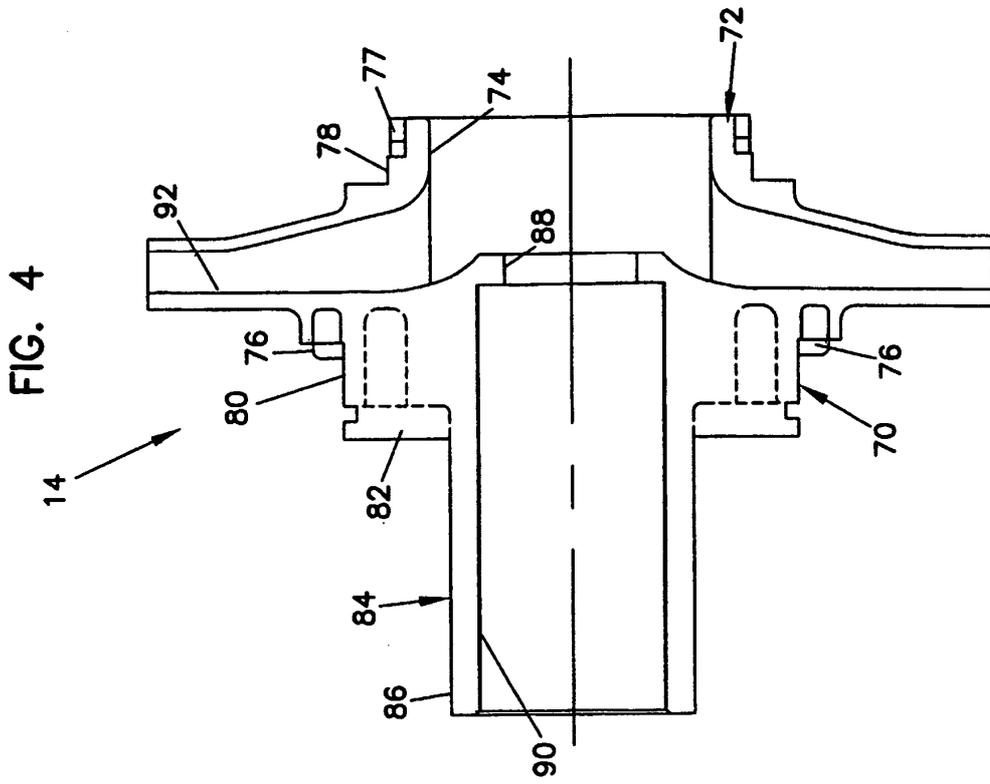


FIG. 2

FIG. 3





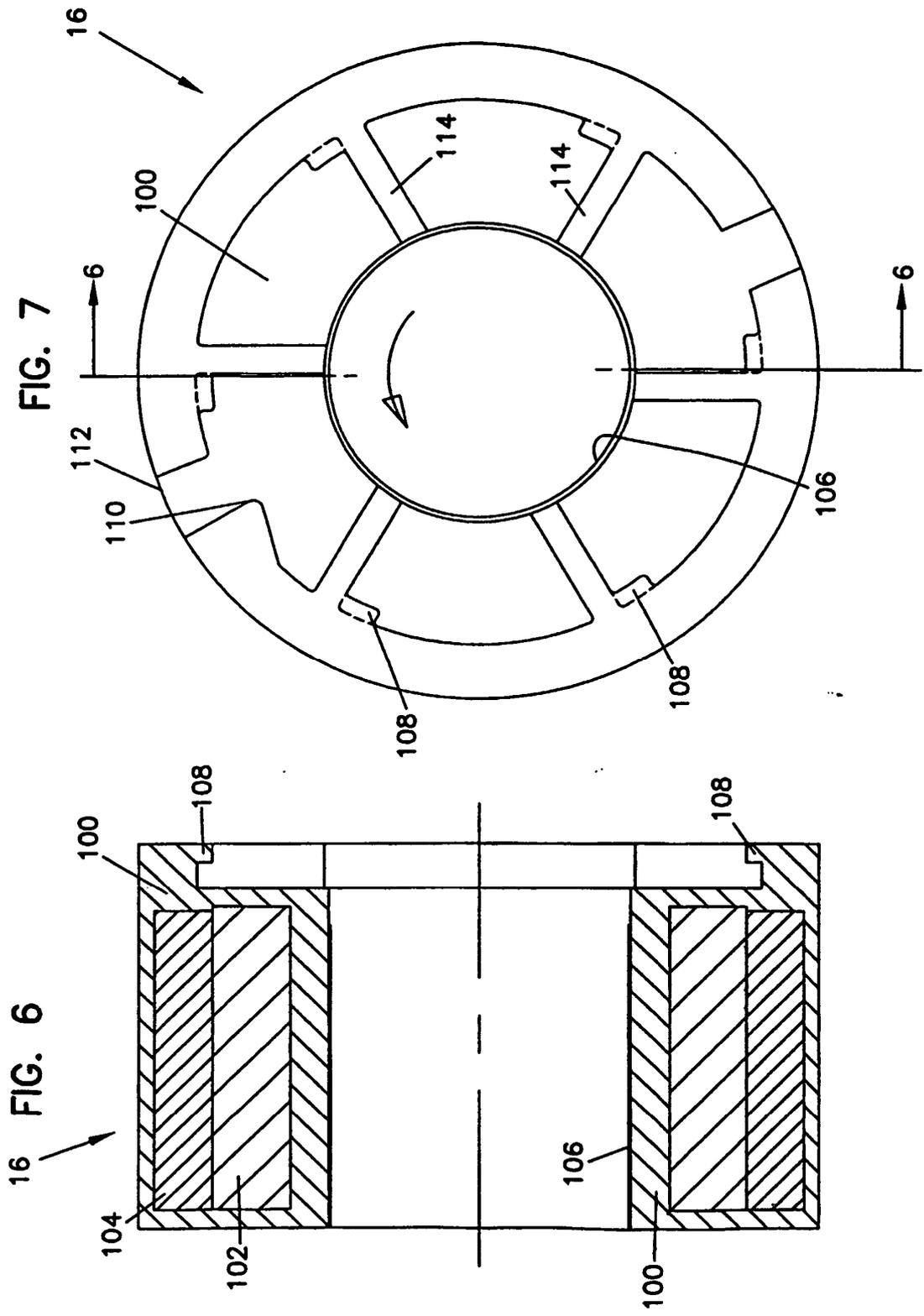
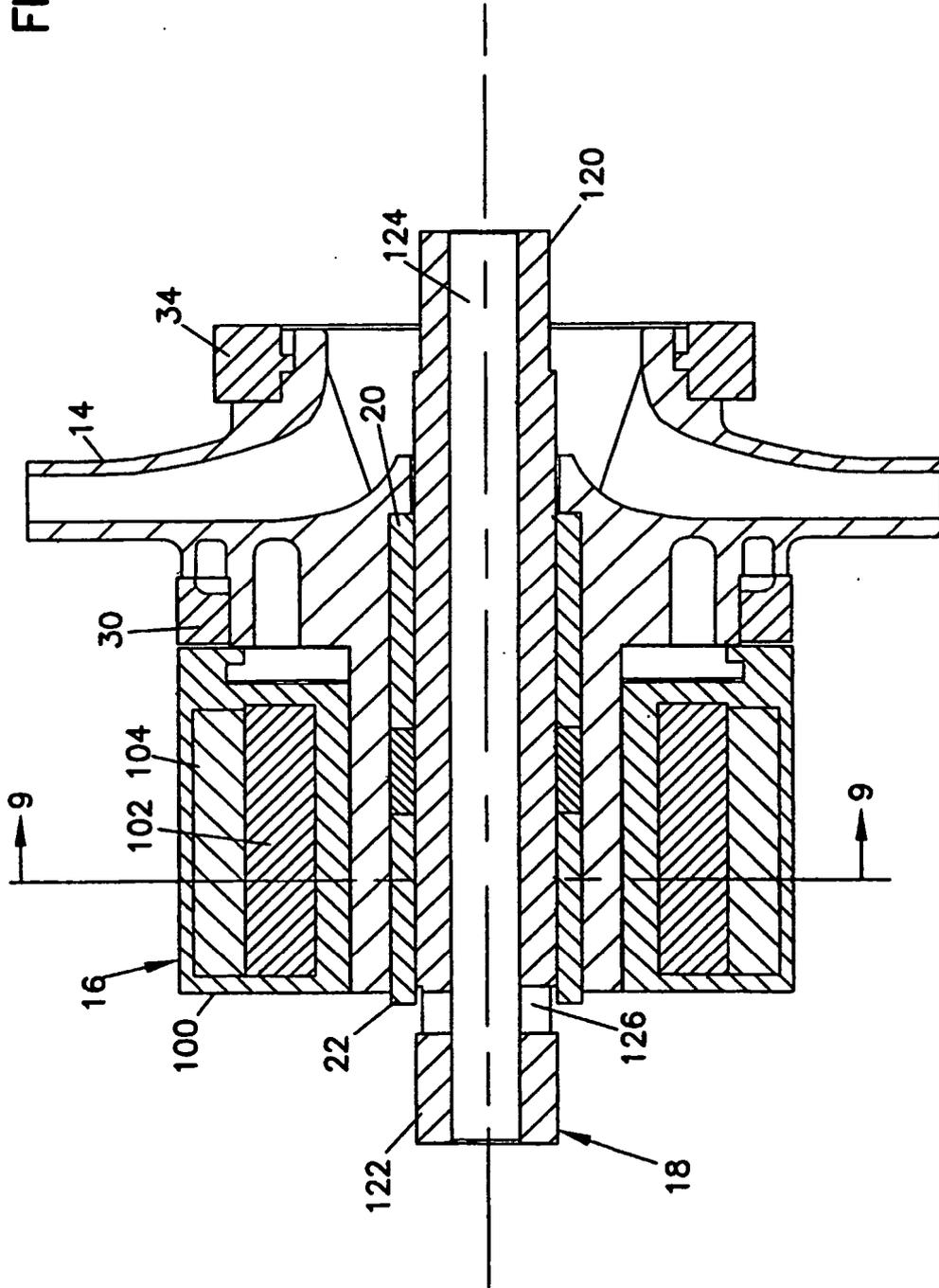


FIG. 8



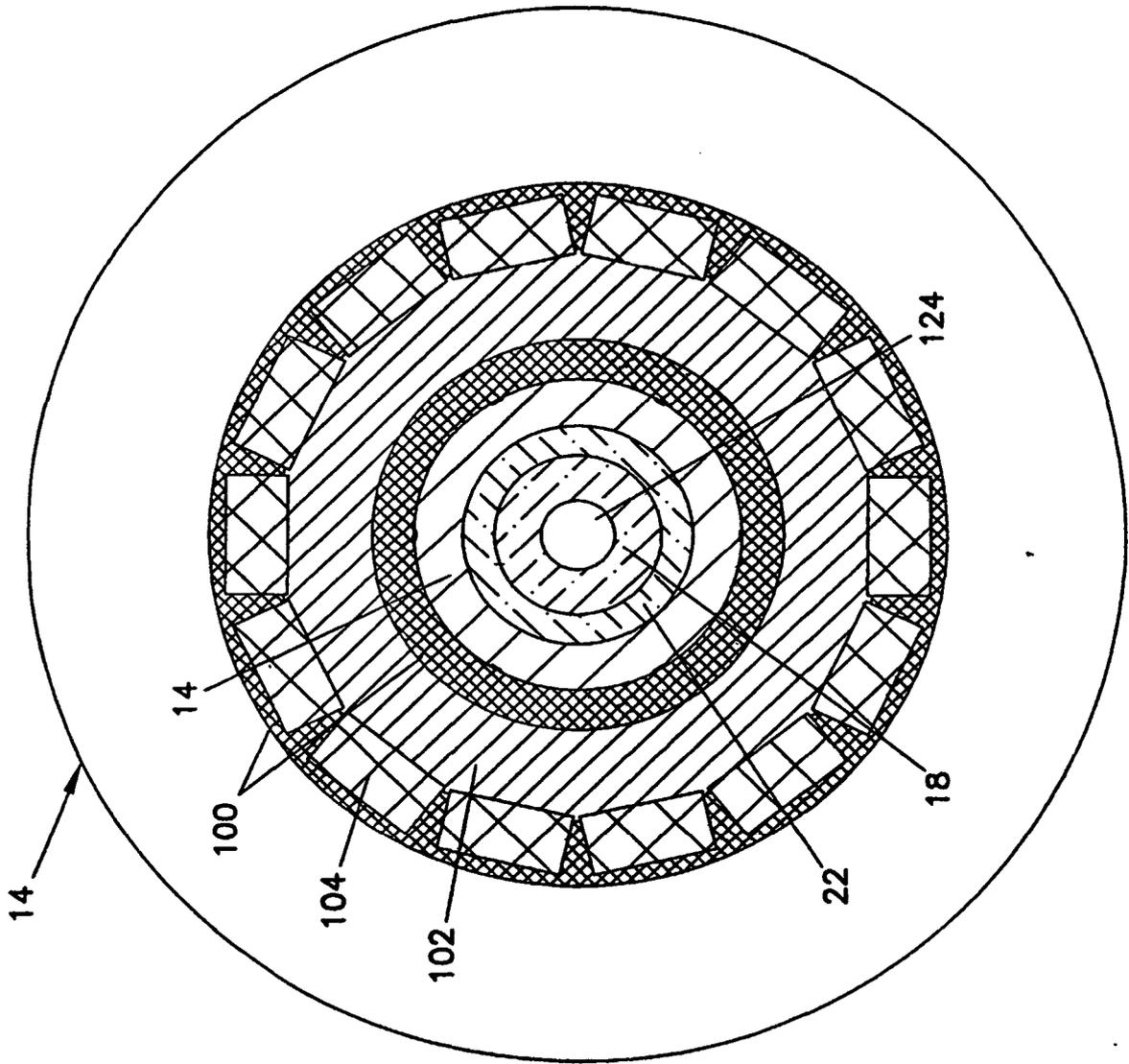
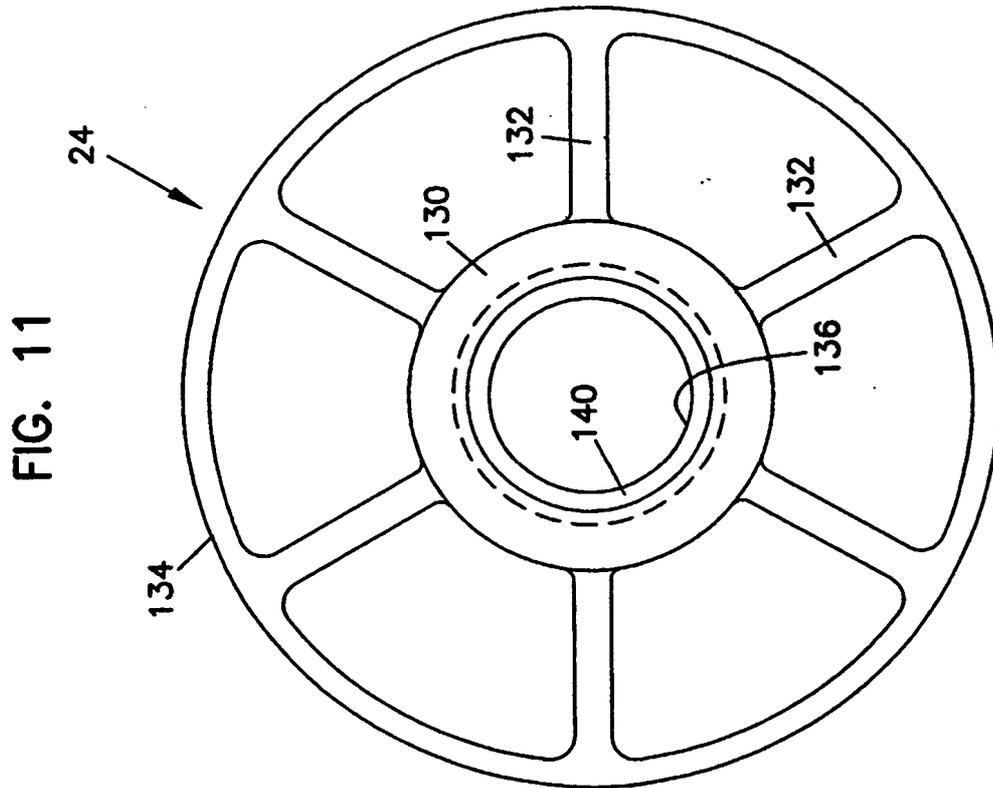
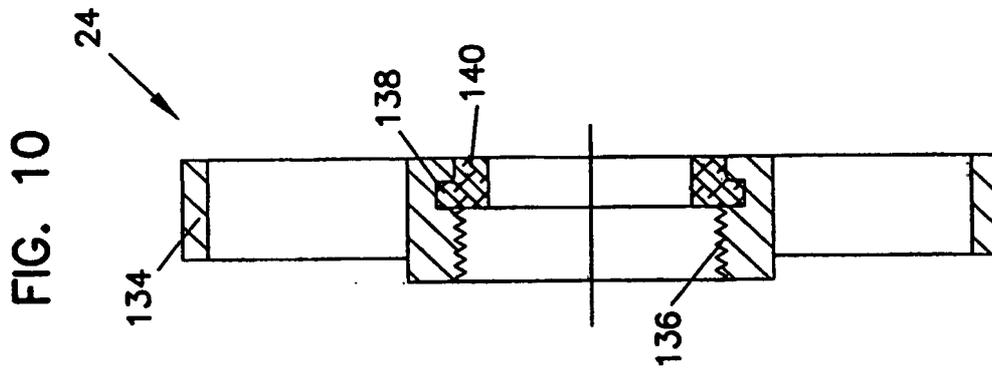


FIG. 9



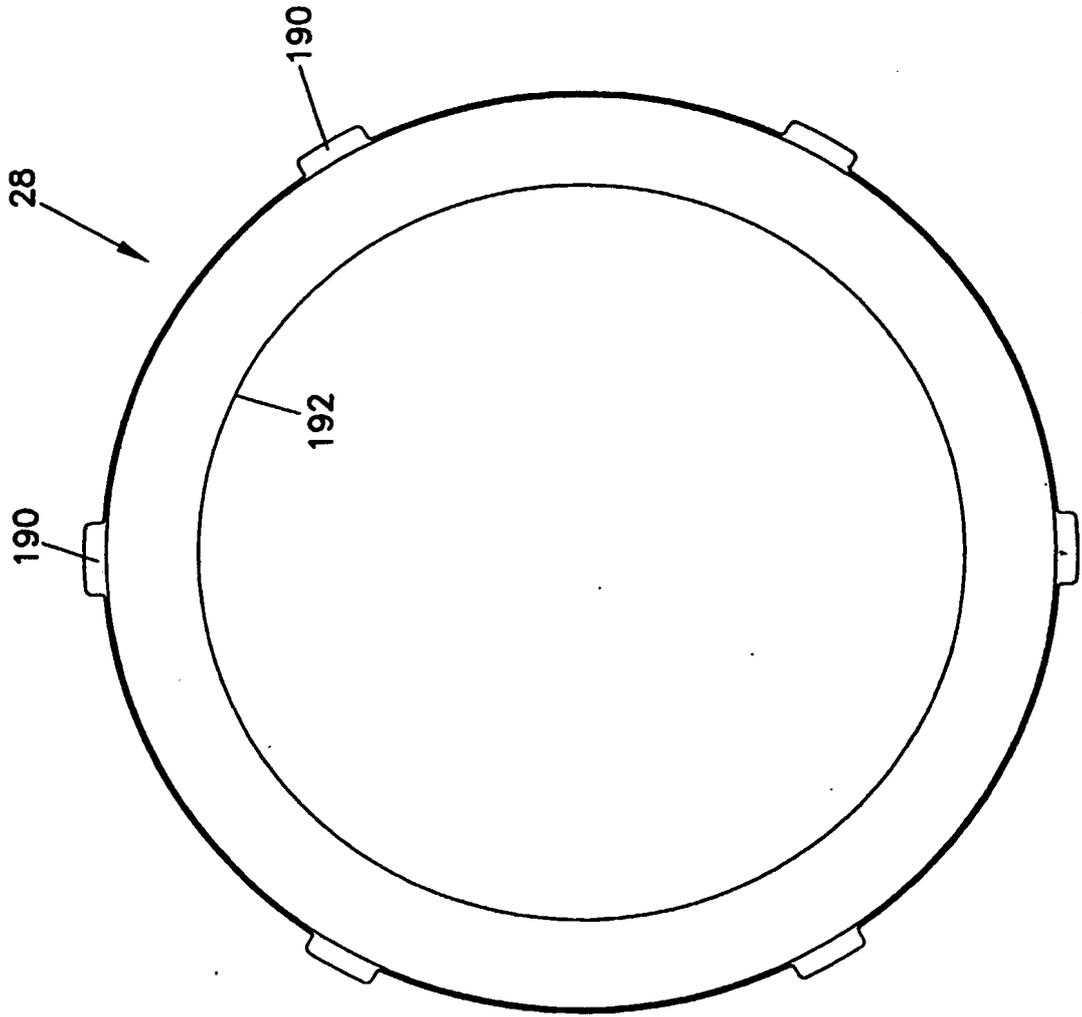


FIG. 12