

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 295**

51 Int. Cl.:

**F01D 1/36** (2006.01)

**F04F 13/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.03.2013 PCT/US2013/033372**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2013 WO13158334**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2013 E 13779074 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 2850285**

54 Título: **Reducción de ruido de intercambio de presión**

30 Prioridad:

**19.04.2012 US 201213450794**

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

**05.06.2018**

73 Titular/es:

**ENERGY RECOVERY, INC. (100.0%)  
1717 Doolittle Drive  
San Leandro, California 94577, US**

72 Inventor/es:

**MARTIN, JEREMY, G.;  
ARLUCK, JAMES y  
NADERSHAHI, SHERVIN**

74 Agente/Representante:

**COBO DE LA TORRE, María Victoria**

ES 2 671 295 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**

Reducción de ruido de intercambio de presión

5 **Antecedentes de la invención**

**1. Ámbito técnico**

10 (0001) La invención presente hace referencia a un equipo de desalinización, y más exactamente, a dispositivos de intercambio de presión.

**2. Antecedentes**

15 (0002) Un dispositivo de intercambio de presión puede recuperar energía potencial que está almacenada en un fluido comprimido. Un típico empleo de un dispositivo de intercambio de presión es en un sistema de desalinización. Por ejemplo, el agua de mar puede estar comprimida a una alta presión, y la ósmosis inversa puede ser usada para extraer agua dulce del agua de mar comprimida, resultando un producto secundario de agua salada de alta presión. Si el agua salada de alta presión es descartada, entonces la energía usada para comprimir ese volumen de concentrado también es desechada. Un dispositivo de intercambio de presión puede usar el agua salada de alta presión para comprimir el agua de mar para una siguiente extracción de agua dulce. Desgraciadamente, un dispositivo de intercambio de presión genera un ruido sustancial cuando el agua salada y el agua de mar están sometidas a cambios repentinos de presión durante el intercambio de presión. El ruido es la característica de la vibración y el estrés que pueden degradar el equipo de extracción incluyendo el intercambiador de presión, los tubos, los colectores, las bombas, turbinas, filtros y membranas.

25 (0003) El documento US 4,550,645 hace referencia a una placa de válvula delgada para el uso en una unidad hidráulica de pistón axial. La placa de válvula tiene puertos de placa de válvula, estando provistos los bordes frontales de los puertos de placa de válvula de extensiones de puerto en la forma de ranuras que pasan a través de la placa de válvula.

30 (0004) El documento US 5,230,274 hace referencia a una bomba hidráulica de desplazamiento variable con temporización silenciosa. El dispositivo de temporización está provisto en forma de placa de válvula que tiene un canal de medición con un diseño de doble muesca que existe dentro de un puerto de salida asociado.

35 (0005) El documento US 2005/0063834 A1 hace referencia a una máquina de pistón axial del tipo de construcción de plato cíclico que incluye orificios de transición para el intercambio del fluido hidráulico y micro-canales encastrados en un collar anular entre los orificios de transición individual.

40 (0006) El documento WO 2009/046429 A2 describe un dispositivo de transferencia de presión rotatoria con un flujo mejorado. El dispositivo de transferencia de presión rotatoria incluye un rotor rotario multi-canal y un par de cubiertas finales con caminos de paso de entrada y de salida.

**Resumen**

45 (0007) La invención está definida en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones independientes describen configuraciones de la invención.

50 (0008) El ruido resulta de un cambio de presión o impulso casi instantáneo, cuando un fluido de alta presión de pronto entra en contacto con un fluido de baja presión en un intercambiador de presión. El impulso ocurre en el borde de una abertura del puerto en la que un conducto obturado previamente se pone en comunicación con el fluido en el puerto. Por ejemplo, un fluido de alta presión en un conducto obturado puede ser puesto en comunicación con un fluido de baja presión en un puerto. En otro ejemplo, el fluido de baja presión en un conducto obturado puede ser puesto en comunicación con un fluido de alta presión en un puerto. El ruido causado en la interfaz del fluido de alta presión y baja presión puede ser reducido usando un canal que se extiende desde el puerto hasta la superficie de obturación para liberar una porción pequeña del fluido antes de que todo el fluido llegue al borde. La energía de presión almacenada en el fluido de alta presión se aplica a través del canal al fluido de baja presión para reducir la cantidad de energía gastada debido al ruido, la turbulencia, las pérdidas friccionales, el corte de capa límite, la cavitación, la erosión del flujo y/o similares. El canal ancho puede extenderse a través de una anchura sustancial del puerto. El canal puede estar inclinado desde el borde del puerto hasta dentro del puerto de forma similar a una rampa para proveer una cantidad variable de flujo a través del canal, cuando el conducto barre a través de la inclinación.

65 (0009) Varios aspectos de un aparato de recuperación de energía comprenden un rotor configurado para mover un conducto que contiene fluido de baja presión en alineación con un puerto de fuente de fluido de alta presión para reemplazar el fluido de baja presión en el conducto con el fluido de alta presión. El rotor además está configurado para mover el conducto mientras contiene fluido de alta presión en alineación con un puerto de salida de baja presión para la descarga del fluido de alta presión dentro del conducto en baja presión. Una superficie de obturación de alta presión adyacente al puerto de descarga de baja presión puede mantener la presión alta en el

fluido en el conducto durante el movimiento del conducto en alineación con el puerto de descarga de baja presión. Una rampa que forma una transición entre la superficie de obturación de alta presión y el puerto de descarga de baja presión puede estar configurado para descargar la presión del fluido en el conducto cuando el rotor se mueve en el conducto por la rampa en alineación con el puerto de descarga.

5 (0010) Varias configuraciones de un dispositivo de recuperación de energía comprenden una cubierta final de agua de alimentación y una cubierta final de concentrada. Un puerto de fuente de agua de alimentación de baja presión puede disponerse en la cubierta final de agua de alimentación. Un puerto de fuente concentrada de alta presión puede ser dispuesta en la cubierta final concentrada. Un conducto puede ser configurado para recibir agua de  
10 alimentación de baja presión del puerto de fuente de agua de alimentación de baja presión y concentrado de alta presión del puerto de fuente concentrado de alta presión. Un rotor puede estar configurado para posicionar el conducto en alineación con el puerto de fuente de agua de alimentación de baja presión y para posicionar el conducto en alineación con el puerto de fuente concentrado de alta presión. Una superficie de obturación de alta presión puede ser dispuesta en una cara de la cubierta final de agua de alimentación y adyacente al puerto de  
15 fuente de agua de alimentación de baja presión. La superficie de obturación de alta presión puede estar configurada para mantener la alta presión en el concentrado y/o mantener un sello entre las regiones de alta y baja presión de los puertos y de los conductos. Un canal entre la superficie de alta presión y el puerto de fuente de agua de alimentación de baja presión puede ser configurada para liberar la presión en el concentrado en el conducto.

20 (0011) En varias configuraciones, un aparato de recuperación de presión comprende un rotor que incluye un conducto y está configurado para mover el conducto y el fluido de baja presión en el conducto a una primera posición y para mover el conducto y el fluido de alta presión en el conducto en una segunda posición. El aparato además comprende un puerto de entrada de alta presión dispuesto en la primera cubierta final, el puerto de  
25 entrada de alta presión está configurado para admitir fluido de alta presión para comprimir fluido de baja presión y desplazar el fluido comprimido mientras que el rotor está en la primera posición y un puerto de salida de alta presión está dispuesto en la segunda cubierta final, el puerto de salida de alta presión está configurado para liberar el fluido comprimido mientras que el rotor está en la primera posición. El aparato además comprende un puerto de salida de baja presión dispuesto en una primera cubierta final, el puerto de salida de baja presión está configurado para liberar fluido de alta presión descomprimido del conducto a una presión baja, mientras que el conducto está  
30 en la segunda posición y un puerto de entrada de baja presión está dispuesto en una segunda cubierta final, el puerto de entrada de baja presión está configurado para admitir fluido de baja presión dentro del conducto para desplazar el fluido descomprimido, mientras el conducto está en la segunda posición. La primera cubierta final incluye una primera superficie de obturación de alta presión adyacente al puerto de salida de baja presión y un primer canal entre la primera superficie de obturación de alta presión y el puerto de salida de baja presión. El primer canal puede estar configurado para liberar presión y descomprimir el fluido de alta presión en el conducto cuando el rotor mueve el conducto por el primer canal y en alineación con el puerto de salida de baja presión. La segunda cubierta final incluye una segunda superficie de obturación de alta presión adyacente al puerto de entrada de baja presión. Un segundo canal puede estar dispuesto entre la segunda superficie de obturación de alta presión y el puerto de entrada de baja presión. El segundo canal puede estar configurado para liberar presión y descomprimir el fluido de alta presión en el conducto cuando el rotor mueve el conducto en alineación con el puerto de entrada de baja presión.

(0012) En varias configuraciones, un aparato de recuperación de energía incluye un rotor configurado para rotar un conducto que contiene un fluido y una cubierta final que comprende un puerto de baja presión y una superficie de  
45 obturación de alta presión adyacente al puerto de baja presión, la superficie de obturación de alta presión configurada mantiene la alta presión en fluido en el conducto durante la rotación del conducto. La cubierta final además incluye una rampa de descarga entre la superficie de obturación de alta presión y el puerto de baja presión. La rampa de descarga puede ser configurada para disminuir la presión en fluido en el conducto aumentando cuando el rotor rota el conducto desde la superficie de obturación de alta presión a través de la rampa de descarga en alineación con el puerto de baja presión. La cubierta final puede incluir además un puerto de alta presión y una superficie de obturación de baja presión adyacente al puerto de alta presión, la superficie de obturación de baja presión configurada mantiene la presión baja en fluido en el conducto durante la rotación del conducto. El final puede incluir además una rampa de presión entre la superficie de obturación de baja presión y el puerto de alta presión. La rampa de presión puede ser configurada para incrementar la presión en fluido en el  
50 conducto incrementando cuando el rotor rota el conducto desde la superficie de obturación de baja presión a través de la rampa en alineación con el puerto de alta presión.

**Breve descripción de los dibujos**

- 60 (0013)
- FIG. 1 muestra un diagrama de bloque ilustrando un sistema de desalinización que incluye un dispositivo de intercambio de presión, conforme a varias configuraciones de la invención.
- 65 FIG. 2A es un diagrama de bloque de una elevación frontal que ilustra una vista final del aparato de intercambio de presión de la FIG. 1.
- FIG. 2B es un diagrama de bloque de una elevación posterior que ilustra una vista final del aparato de

intercambio de presión de la FIG. 1.

- FIG. 2C es un diagrama de bloque de una vista de sección transversal del aparato de intercambio de presión de la FIG. 1 a lo largo de la línea a-a de la FIG. 2A y 2B.
- FIG. 3A es una perspectiva frontal de una vista desarrollada de componentes del aparato de intercambio de presión de la FIG. 2C.
- FIG. 3B es una perspectiva posterior de una vista desarrollada de componentes del aparato de intercambio de presión de la FIG. 2C.
- FIG. 3C muestra una elevación final del rotor y el manguito de la FIG. 3A y 3B, según las configuraciones de la invención.
- FIG. 4A muestra una vista en perspectiva de una cara interior de la cubierta final de la agua de alimentación de la FIG. 2, según las configuraciones de la invención.
- FIG. 4B muestra una elevación interior de la cubierta final de la agua de alimentación de la FIG. 4A.
- FIG. 5A muestra una vista en perspectiva de una cara interior de la cubierta final concentrada de la FIG. 2, según las configuraciones de la invención.
- FIG. 5B muestra una superficie interior de elevación de la cubierta final concentrada de la FIG. 5A.
- FIG. 6A muestra una elevación de la cara exterior de la cubierta final de la agua de alimentación de la FIG. 2, según las configuraciones de la invención.
- FIG. 6B muestra una elevación de una cara exterior de la cubierta final concentrada de la FIG. 2, según las configuraciones de la invención.
- FIG. 7A ilustra el canal que tiene un diámetro hidráulico constante, según las configuraciones de la invención.
- FIG. 7B ilustra una ranura que tiene un diámetro hidráulico que va aumentando, según las configuraciones de la invención.
- FIG. 8A es una sección transversal longitudinal del canal de la FIG. 4B tomada a lo largo de la línea b-b.
- FIG. 8B es una sección transversal del canal de la FIG. 4B tomada a lo largo de la línea c-c.
- FIG. 8C es una sección transversal longitudinal del canal de la FIG. 5B tomada a lo largo de la línea d-d.
- FIG. 8D es una sección transversal del canal de la FIG. 5B tomada a lo largo de la línea e-e.
- FIG. 9A muestra una vista en perspectiva de una cara interior de una configuración alternativa de la cubierta final de agua de alimentación de la FIG. 4A, según las configuraciones de la invención.
- FIG. 9B muestra una elevación interior de la cubierta final de agua de alimentación de la FIG. 9A.
- FIG. 10A muestra una vista en perspectiva de una cara interior de una configuración alternativa de la cubierta final concentrada de la FIG. 5A, según las configuraciones de la invención.
- FIG. 10B muestra una superficie interior de elevación de la cubierta final concentrada de la FIG. 10A.

#### 55 Descripción detallada

(0014) La FIG. 1 muestra un diagrama de bloque ilustrando un sistema de desalinización (100) que incluye un aparato de intercambio de presión (108), según varias configuraciones de la invención. El sistema de desalinización (100) incluye además una bomba de baja presión (102) para bombear el agua de alimentación dentro del sistema (100). Una bomba de alta presión (104) provee agua de alimentación de alta presión a un dispositivo de separación de agua de alimentación o un dispositivo de separación de membrana configurado para separar fluidos que atraviesan una membrana, tal como una membrana de ósmosis inversa (106). El agua de alimentación concentrada o el concentrado del dispositivo de separación de membrana (106) puede ser provisto al intercambiador de presión (108). Un ejemplo de un concentrado es el agua salada. La presión en el concentrado puede ser usada en el intercambiador de presión (108) para comprimir el agua de alimentación de baja presión a agua de alimentación de alta presión. Con la finalidad de la simplicidad y la ilustración, el término agua de alimentación se usa en la descripción detallada y en las Figuras 1-6. Sin embargo, otros fluidos que no sean agua pueden ser usados en el intercambiador de presión (108).

(0015) La bomba de baja presión (102) puede recibir agua de alimentación de una reserva o directamente de un océano y bombear el agua de alimentación a una presión baja dentro del sistema (100) en una posición (110). El agua de alimentación de baja presión en posición (110) puede ser provista a la bomba de alta presión (104) a través de un colector (114) y al intercambiador de presión (108) a través de un colector (120). Agua de alimentación de alta presión en posición (116) puede ser provista al dispositivo de separación de la membrana (106) a través de un colector (118). La membrana puede separar el agua dulce para la salida al colector (128) a una baja presión.

(0016) El concentrado del dispositivo de separación de membrana (106) puede ser provisto al intercambiador de presión (108) a través del colector (124). El intercambiador de presión (108) puede usar el concentrado de alta presión desde el colector (124) para comprimir (o intercambiar presión con) agua de alimentación de baja presión desde el colector (120). El agua de alimentación comprimida puede ser provista al dispositivo de separación de membrana (106) a través del colector (122) que está acoplado al colector (118). El intercambiador de presión (108) puede dejar salir el concentrado a una presión baja a través del colector (126). De este modo, el concentrado al que ha entregado presión al agua de alimentación puede salir del intercambiador de presión (108) a una presión baja al colector (126). El concentrado de baja presión en el colector (126) puede ser descartado, por ejemplo, liberado de vuelta al mar.

(0017) En algunas configuraciones, el agua de alimentación de alta presión sale del intercambiador de presión (108) al colector (122) a una presión levemente más baja que el agua de alimentación de alta presión en el colector (118). Una bomba de circulación opcional (112) puede suponer la pequeña diferencia en la presión entre el agua de alimentación en el colector (122) y el colector (118). En algunas configuraciones, la bomba de circulación (112) es una turbina. La tabla 1 provee un ejemplo de algunas presiones típicas en un sistema de desalinización ilustrado en la FIG. 1.

Bomba de alta presión – Colector de membrana (116 & 118)	Colector de agua de alimentación de baja presión (120)	Colector de agua de alimentación de alta presión (122)	Colector de concentrado de alta presión (124)	Colector de concentrado de baja presión (126)
(1,000 PSI) 69•10 <sup>5</sup> Pa	(30 PSI) 2.1•10 <sup>5</sup> Pa	(965 PSI) 67•10 <sup>5</sup> Pa	(980 PSI) 68•10 <sup>5</sup> Pa	(15PSI) 1•10 <sup>5</sup> Pa

(0018) En el ejemplo ilustrado por la tabla 1, el intercambiador de presión (108) recibe agua de alimentación de baja presión a aprox. 2.1•10<sup>5</sup> Pa (30 libras por pulgada cuadrada (PSI)) y recibe agua salada de alta presión o concentrado a aprox. 68•10<sup>5</sup> Pa (980 PSI). El intercambiador de presión (108) transfiere la presión desde el concentrado de alta presión al agua de alimentación de baja presión. El intercambiador de presión (108) deja salir el agua de alimentación (comprimida) de alta presión (comprimida) a aprox. 67•10<sup>5</sup> Pa (965 PSI) y concentrado de baja presión a aprox. 1•10<sup>5</sup> Pa (15 PSI). De este modo, el intercambiador de presión (108) de la tabla 1 puede ser eficiente al 97%, habida cuenta que el volumen de entrada es aprox. igual al volumen de salida del intercambiador de presión (108) y 67•10<sup>5</sup> Pa (965 PSI) es aprox. 97% de 68•10<sup>5</sup> Pa (980 PSI).

(0019) La FIG. 2A es una elevación frontal que ilustra una vista final del aparato de intercambio de presión (108) de la FIG. 2C, según varias configuraciones de la invención. La FIG. 2B es una elevación posterior que ilustra una vista final del aparato de intercambio de presión (108) de la FIG. 2C, según varias configuraciones de la invención. La FIG. 2C es una vista de sección transversal del aparato de intercambio de presión (108) de la FIG. 1 a lo largo de la línea a-a, según varias configuraciones de la invención. El intercambiador de presión (108) de la FIG. 2A y 2B incluye un pleno de agua de alimentación (206), una cubierta final de agua de alimentación (232), una carcasa o caja (200), un manguito (210), un rotor (202), un espacio de lubricación (204) entre el manguito (210) y el rotor (202), una cubierta final de concentrado (230), y un pleno de concentrado (208).

(0020) El agua de alimentación de alta presión puede fluir desde la cubierta final de agua de alimentación (232) a través del pleno de agua de alimentación (206) hacia el colector de agua de alimentación de alta presión (122). El colector de agua de alimentación de baja presión (120) de la FIG. 2A puede estar acoplada a la cubierta final de agua de alimentación (232) a través de un colector de agua de alimentación (242). La línea punteada de la FIG. 2A ilustra una porción interna del colector de agua de alimentación (242) y el vástago (234). El colector de agua de alimentación (242) está configurado para separar el agua de alimentación de baja presión en el colector de agua de alimentación (242) desde el agua de alimentación de alta presión y el vástago (234) en el pleno de agua de alimentación (206).

(0021) Similarmente, el agua salada o el concentrado pueden fluir desde el colector de concentrado de alta presión (124) a través del pleno de concentrado (208) a la cubierta final de concentrado (230). El colector de concentrado de baja presión (126) de la FIG. 2B puede estar acoplado a la cubierta final de concentrado (230) a través de un colector de concentrado (240). La línea punteada de la FIG. 2B ilustra una porción interna del colector de concentrado (240) y el vástago (234). El colector de concentrado (240) está configurado para separar el concentrado de baja presión en el colector de concentrado (240) desde el concentrado de alta presión en el pleno de concentrado (208). El colector de concentrado de baja presión (240) y el colector de agua de alimentación de baja presión (242) están ilustrados en la FIG. 2A y 2B como dividiendo en dos ramas. Sin embargo, el colector de concentrado de baja presión (240) y el colector de agua de alimentación de baja presión (242) pueden separarse

en más o varias ramas.

(0022) El rotor (202) puede estar suspendido dentro de un manguito (210) y está libre para rotar. Un espacio de lubricación (204) entre el manguito (210) y el rotor (202) está configurado para recibir un fluido de lubricación a través de un puerto de lubricación (220) para suspender el rotor (202) dentro del manguito (210). El fluido de lubricación puede ser agua de alimentación o concentrado a una alta presión. Por ejemplo, el concentrado de alta presión puede ser descargado desde el pleno de concentrado de alta presión (208) y acoplado al puerto de lubricación (220). En varias configuraciones, el agua de alimentación de alta presión puede ser descargada desde el pleno de agua de alimentación de alta presión (206) u otras fuentes y acoplada al puerto de lubricación (220). Similarmente, el agua de alimentación de baja presión puede estar acoplada desde la bomba de baja presión (102), posición (110), el colector de agua de alimentación de baja presión (1120), colector (114) y/u otras fuentes al puerto de lubricación (220). Un vástago (234) está configurado para aplicar tensión para apretar la cubierta final de agua de alimentación (232) y la cubierta final de concentrado (230) al manguito (210). Un agujero (236) a través del rotor (202) puede proveer un recorrido para el vástago (234) sin tocar o aplicar resistencia al rotor (202).

(0023) El rotor (202) incluye uno o más conductos (218) configurados para mover el agua de alimentación y el concentrado a presiones alta y baja. Los conductos (218) se extienden a través de la longitud del rotor desde la cubierta final de agua de alimentación (232) a la cubierta final de concentrado (230). Los conductos están configurados para recibir agua de alimentación de baja presión a través de la cubierta final del agua de alimentación (232), y para recibir el concentrado de alta presión del colector de concentrado de alta presión (124), a través de la cubierta final del concentrado (230). Los conductos están configurados además para proveer agua de alimentación de alta presión a la cubierta final de agua de alimentación (232) y para proveer concentrado de baja presión a la cubierta final del concentrado (230). La rotación del rotor (202) se mueve o rota los conductos (218) por un recorrido circular alrededor del intercambiador de presión (108). La rotación de los conductos (218) en un recorrido circular entre las cubiertas finales (230 y 232) está configurada para alinear los conductos entre los puertos en las cubiertas finales para recibir agua de alimentación de baja presión y concentrado de alta presión y proveer agua de alimentación de alta presión y concentrado de baja presión. Mientras que dos conductos (128) están ilustrados en la FIG. 2C, en varias configuraciones, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 24, 30 o más conductos pueden ser usados en el rotor (202).

(0024) La FIG. 3A es una perspectiva frontal de una vista desarrollada de los componentes del aparato de intercambio de presión (108) de la FIG. 2, según varias configuraciones de la invención. La FIG. 3B es una perspectiva posterior de una vista desarrollada de los componentes del aparato intercambiador de presión (108) de la FIG. 2, según varias configuraciones de la invención. La FIG. 3C muestra una elevación final del rotor (202) y el manguito (210) de la FIG. 2, según configuraciones de la invención. El pleno de agua de alimentación (206), el colector de agua de alimentación (242), la carcasa (200), el pleno de concentrado y el colector de concentrado (240) se omiten por finalidades de claridad. La cubierta final del agua de alimentación (232) incluye uno o más puertos de agua de alimentación de baja presión (320) y uno o más puertos de agua de alimentación de alta presión (322). Una o más superficies de obturación de baja presión de agua de alimentación (324) y superficies de obturación de alta presión de agua de alimentación (326) están dispuestas en un lado enfrente del rotor (202). La superficie de obturación de baja presión de agua de alimentación (324) está configurada para mantener la presión baja dentro de un conducto (218) durante la rotación del conducto (218) desde un puerto de agua de alimentación de baja presión a un puerto de agua de alimentación de alta presión (322). Similarmente, la superficie de obturación de alta presión de agua de alimentación (326) está configurada para mantener una alta presión dentro de un conducto (218) durante la rotación del conducto (218) desde un puerto de agua de alimentación de alta presión (322) a un puerto de agua de alimentación de baja presión adyacente (320). Los puertos de agua de alimentación de baja presión (320) pueden ser circulares para acoplarse al colector de agua de alimentación de baja presión (242).

(0025) La cubierta final del concentrado (230) incluye uno o más puertos de concentrado de baja presión (310) y uno o más puertos de concentrado de alta presión (312). Una o más superficies de obturación de baja presión de concentrado (314) y superficies de obturación de alta presión de concentrado (316) están dispuestas en un lado enfrente del rotor (202). La superficie de obturación de baja presión de concentrado (314) está configurada para mantener una baja presión dentro de un conducto (2018) durante la rotación del conducto (218) desde un puerto de concentrado de alta presión (312) a un puerto de concentrado de baja presión adyacente (310). Los puertos de concentrado de baja presión (310) pueden ser circulares para acoplarse al colector de concentrado de baja presión (240).

(0026) Pasadores de alineamiento (304) y agujeros de alineamiento (306) proporcionan un alineamiento de las cubiertas finales (232 y 230) en la orientación deseada. Tres pasadores distribuidos asimétricamente alrededor de la periferia del manguito (210) pueden proveer una alineación única. En algunas configuraciones, los puertos de agua de alimentación de baja presión (320) y los puertos de agua de alimentación de alta presión (322) están parcialmente desfasados respecto a los puertos de concentrado de baja presión (310) y puertos de concentrado de alta presión (312), respectivamente. Fijadores, tales como ranuras y arandelas pueden disponerse en el vástago (234) y pueden ser usados para asegurar las cubiertas finales (230 y 232) al manguito (210). En algunas configuraciones, los fijadores pueden ser para asegurar el pleno de agua de alimentación (206) y el pleno de concentrado (208) al manguito (210) y a las cubiertas finales (230 y 232).

(0027) Mientras el rotor (202) gira, los extremos abiertos de cada conducto (218) se mueven desde el alineamiento con un conjunto de puertos a través de un área obturada y después se alinean con otro conjunto de puertos (por ejemplo, desde un puerto de alta presión a un puerto de baja presión o desde un puerto de baja presión a un puerto de alta presión). Durante la operación, un conducto (218) en el área obturada está aprox. bajo la misma presión que la presión (baja o alta) a la que estaba sometida el puerto previo. Mientras el conducto (218) cambia desde el área obturada al próximo puerto, la presión dentro del conducto (218) se lleva a aquélla del siguiente puerto. Para que suceda este cambio de presión, una cantidad finita de fluido fluye entre el conducto (218) y el puerto en dirección de una presión decreciente. El requisito del volumen del fluido es una función de la compresibilidad del fluido, la presión es diferencial entre el conducto (218) y el puerto, y cualquier cambio en el volumen del conducto debido a la deformación elástica de las paredes del conducto (218). Para intercambios de presión isobáricas en el agua de mar, empleos de ósmosis inversa, el volumen del fluido en cuestión está en el rango de 0.3% del volumen del conducto.

(0028) El movimiento del fluido dentro o fuera del conducto (218) cuando el fluido queda expuesto al siguiente puerto se conduce por la diferencia de presión entre el conducto (218) y el siguiente puerto. Cuando la diferencia de presión es mayor que aprox.  $6.9 \cdot 10^5$  Pa (100 psi) (por ejemplo, ósmosis inversa de agua de mar opera con una diferencia de aprox.  $62 \cdot 10^5$  Pa (900 psi)) puede ocurrir un cambio de presión rápida. El cambio de presión puede estar caracterizado como la magnitud del índice de cambio de la presión (primer derivativa de presión respecto al tiempo  $-dp/dt$ ) dentro del conducto. El cambio de presión rápido puede crear tanto ondas de choque, como chorros de cavitación dentro del dispositivo. Las ondas de choque causan un ruido y una vibración indeseables y los chorros de cavitación pueden causar un desgaste en los componentes y un ruido adicional.

(0029) Un canal entre el área obturada y el siguiente puerto proveen un recorrido del flujo parcialmente restringido entre el volumen del fluido obturación de otro modo, en el conducto del rotor y en el siguiente puerto. Las dimensiones físicas del canal pueden variar para establecer un índice de flujo a través del canal para minimizar el pico  $dp/dt$  en el conducto. El  $dp/dt$  puede ser una función del tiempo disponible para presurizar o despresurizar el conducto (218), el espacio físico disponible para el canal, y el volumen del fluido que pasa a través del canal para igualar la presión en un determinado  $dp/dt$ .

(0030) En algunas configuraciones, es deseable conseguir un  $dp/dt$  relativamente constante durante la presurización / despresurización del conducto (218). Sin embargo, cuando disminuye la diferencia de presión entre un conducto y un puerto, el flujo a través de un canal que tiene una sección transversal constante, disminuye. Las dimensiones físicas del canal para un  $dp/dt$  relativamente constante puede ser variada (o incrementada) por la longitud del canal para mantener un flujo constante a través del canal. Cuando el conducto (218) primeramente envuelve un canal, la presión diferencial es alta. Por ello, un diámetro hidráulico efectivo pequeño del canal puede ser usado inicialmente para limitar el flujo a través del canal. Cuando el conducto (218) progresa a lo largo del canal y la presión diferencial disminuye, se puede usar un aumento en el diámetro hidráulico para mantener el flujo más o menos constante, y así mantener un  $dp/dt$  más o menos constante. En algunas configuraciones, la anchura y/o la profundidad del canal puede variar para proveerá un  $dp/dt$  deseado a lo largo de la longitud del canal.

(0031) En algunas configuraciones, el diámetro hidráulico efectivo es una función de la anchura del canal, la profundidad del canal, la figura de la sección transversal del canal, el número de conductos (218) que envuelven un canal, y/o similares. Otras estructuras para controlar  $dp/dt$  incluyen cambiar el número de canales que son encontrados por los conductos (218), cuando los conductos (218) se mueven desde un área obturada al siguiente puerto, y creando superficies dentro del canal que cambian el tamaño. El diámetro hidráulico efectivo puede ser cambiado a lo largo del canal de un modo lineal o no lineal.

(0032) La energía en el fluido de alta presión que se mueve a través del canal hacia el fluido de baja presión se disipa finalmente mediante pérdidas friccionales de corte viscosas dentro del fluido. Dos mecanismos para que esto ocurra incluyen un chorro de alta velocidad y un corte de capa límite. Un chorro de alta velocidad puede ser creado, por ejemplo, por alta presión que se mueve a través de una sección transversal pequeña, más o menos cuadrada que se abre en un área grande abierta. La energía de la presión se transfiere primeramente a energía cinética de un fluido que se mueve rápidamente en el chorro de alta presión y después a las pérdidas friccionales en los remolinos turbulentos creados por el chorro en el área abierta. Las desventajas de esto son que el chorro de alta presión incluye el fluido de alta velocidad dentro del chorro creando una erosión de flujo, ruido y cavitación destructiva.

(0033) La disipación del flujo laminar de la energía puede ocurrir a través de un corte de capa límite dentro del canal de flujo. En este caso, un canal de proporciones de alto aspecto puede ser usado para maximizar el perímetro humedecido, que es esencialmente el área de superficie. El aumento en el perímetro humedecido puede mejorar el flujo de corte. Las velocidades relativamente bajas en la capa límite no crean una erosión de flujo, ruido y cavitación significantes. En algunas configuraciones, los canales pueden ser usados en cubiertas finales en ambos extremos del rotor (202) para aumentar de manera efectiva el perímetro total humedecido. Por ejemplo, los canales pueden disponer entre el área obturada y el puerto de alta presión, tanto en la cubierta final de agua de alimentación (232) como en la cubierta final concentrada (230). El canal de despresurización puede ser eliminado o reducido a una de las cubiertas finales (por ejemplo, cubierta final de concentrado (230)). La presión levemente más alta en la otra cubierta final (por ejemplo, la cubierta final del agua de alimentación (232)) puede ser usada para reducir el potencial de cavitación.

(0034) La FIG. 4A muestra una vista en perspectiva de una cara interior de la cubierta final del agua de alimentación (232) de la FIG. 2 y 3A, según las configuraciones de la invención. La FIG. 4B muestra una elevación interior de la cubierta final del agua de alimentación (232) de la FIG. 4A. La cara interior de la cubierta final del agua de alimentación (232) incluye uno o más canales de descarga de alta presión (414) dispuestos entre una superficie de sello de alta presión (326) y un puerto de agua de alimentación de baja presión (320). Los canales de descarga de alta presión (414) están configurados para descargar agua de alimentación de alta presión gradualmente desde el conducto (218) dentro del puerto de agua de alimentación de baja presión (320) cuando el rotor (202) rota para mover el conducto (218) a través de los canales de descarga de alta presión (414) desde la superficie de obturación de alta presión (326) al puerto de agua de alimentación de baja presión (320).

(0035) La cara interior de la cubierta final de agua de alimentación (232) incluye además uno o varios canales de descarga de baja presión (416) dispuestos entre una superficie de obturación de baja presión (324) y un puerto de agua de alimentación de alta presión (322). Los canales de descarga de baja presión (416) están configurados para descargar gradualmente agua de alimentación de alta presión desde el puerto de agua de alimentación de alta presión (322) dentro del conducto (218) que contiene el agua de alimentación de baja presión cuando el rotor (202) rota para mover el conducto (218) a través de los canales de descarga de baja presión (416) desde la superficie de obturación de baja presión (324) al puerto de agua de alimentación de alta presión (322).

(0036) La FIG. 5A muestra una vista en perspectiva de una cara interior de la cubierta final del concentrado (230) de la FIG. 2 y 3B, según las configuraciones de la invención. La FIG. 5B muestra una elevación de la superficie interior de la cubierta final de concentrado (230) de la FIG. 5A. La cara interior de la cubierta final del concentrado (230) incluye una o más superficies del impulsor (514) dispuestas entre una superficie de obturación de alta presión (316) y un puerto de concentrado de baja presión (310). Las superficies de impulsor (514) están configuradas para favorecer el giro del rotor (202).

(0037) La cara interior de la cubierta final del concentrado (230) incluye además uno o varios canales de descarga de baja presión (516) dispuestos entre una superficie de obturación de baja presión (314) y un puerto de concentrado de alta presión (312). El canal de descarga de baja presión (516) está configurado para descargar el concentrado de alta presión gradualmente desde el puerto de concentrado de alta presión (312) dentro del conducto (218) cuando el rotor (202) rota para mover el conducto (218) a través de los canales de descarga de baja presión (516) desde la superficie de obturación de baja presión (314) al puerto de concentrado de alta presión (312). La superficie del impulsor (514) a lo largo de un borde del puerto de concentrado de baja presión (310) está configurada para transmitir la rotación al rotor (202) en la dirección de la flecha. La superficie del impulsor (514) proporciona un par de torsión al rotor (202) reduciendo o eliminando una necesidad de que una fuente externa rote el rotor, como un motor. La superficie del impulsor (512) puede además favorecer el giro del rotor en una misma dirección que la superficie del impulsor (514). Hay que tener en cuenta que la dirección del flujo del puerto del concentrado de baja presión (310) está dentro de la página y la dirección del flujo del puerto del concentrado de alta presión (312) está fuera de la página, y las superficies del impulsor (514 y 512) están en los lados opuestos de sus respectivos puertos. Por ello, ambas superficies del impulsor (514 y 512) proporcionan un par de torsión al rotor en la misma dirección, es decir, a modo de reloj.

(0038) La FIG. 6A muestra una elevación de la cara exterior de la cubierta final del agua de alimentación (232) de la FIG. 2, según configuraciones de la invención. La FIG. 6A ilustra los accesorios circulares (602) para los puertos de agua de alimentación de baja presión para el acoplamiento al colector de agua de alimentación de baja presión (242). La FIG. 6B muestra una elevación de una cara exterior de la cubierta final del concentrado (230) de la FIG. 2, según las configuraciones de la invención. La FIG. 6B ilustra los accesorios circulares (600) para los puertos de concentrado de baja presión (230) de la FIG. 2, según las configuraciones de la invención. La FIG. 6B ilustra los accesorios circulares (600) para los puertos de concentrado de baja presión para el acoplamiento al colector de concentrado de baja presión (240).

(0039) La FIG. 7A y la FIG. 7B son vistas en perspectiva de un canal (416) dispuesto entre una superficie de obturación de baja presión (324) y un puerto de alta presión (322). La FIG. 7A es una vista en perspectiva que ilustra el canal (416) que tiene un diámetro hidráulico constante, según configuraciones de la invención. La FIG. 7B es una vista en perspectiva que ilustra el canal (416) que tiene un diámetro hidráulico aumentado, según las configuraciones de la invención. El canal (416) es poco profundo, teniendo una profundidad sustancialmente menor que la anchura y/o la longitud. Esto sirve para aumentar el área humedecida. La profundidad del canal (416) puede aumentar cuando se acerca al borde del puerto de agua de alimentación de alta presión (322), como está ilustrado en otros puntos aquí. Mientras que el canal (416) está ilustrado en la FIG. 7A y 7B, la figura del canal (416) puede ser usada para los canales (414, 416 y 516). Los canales (416) de la FIG. 7A y 7B están mostrados como extendiendo sólo una porción de la anchura del puerto de agua de alimentación de alta presión (322), similar a los canales ilustrados en la FIG. 9A, 9B, 10A y 10B (descrito en más detalle abajo). Sin embargo, los canales (416) se pueden extender por la mayoría o por todo el recorrido a lo largo de la anchura del puerto de agua de alimentación de alta presión (322), como está ilustrado en la FIG. 4A y 4B, o similar a los canales ilustrados en la FIG. 5A y 5B. En algunas configuraciones, múltiples canales (416) están dispuestos a lo largo de la anchura del puerto de agua de alimentación de alta presión (322).

(0040) La FIG. 8A es una sección transversal longitudinal de los canales del impulsor (416-418) de la FIG. 4B tomada a lo largo de la línea b-b. La FIG. 8B es una sección transversal del canal (416) de la FIG. 4B tomada a lo



largo de la línea c-c. Mientras que la FIG. 8B ilustra el canal (416) y la superficie del impulsor (418), esta figura puede ilustrar similarmente el canal (414). El canal (416) se inclina hacia abajo en un ángulo (802) hacia el puerto de agua de alimentación de alta presión (322), incrementando el diámetro hidráulico efectivo del canal (416). El canal (416) es poco profundo teniendo una profundidad sustancialmente menor que la anchura y/o la longitud. Esto  
 5 sirve para incrementar el área abierta. En varias configuraciones, el ángulo (802) es menor que aprox. 5, 4, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1 grados. La superficie del impulsor (418) se inclina hacia abajo en un ángulo (804). En varias configuraciones, el ángulo (804) es menor que aprox. 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0.5, 0.2 grados, pero mayor que el ángulo (802).

10 (0041) La FIG. 8C es una sección transversal longitudinal del canal (514) de la FIG. 5B tomada a lo largo de la línea d-d. La FIG. 8D es una sección transversal del canal (514) de la FIG. 5B tomada a lo largo de la línea e-e. El canal de impulsor (514) se inclina hacia abajo en un ángulo (806) hacia el puerto del concentrado (310), aumentando así el diámetro hidráulico efectivo del canal del impulsor (514). En varias configuraciones, el ángulo (806) es menor que aprox. 5, 4, 3, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1 grados. Mientras que la FIG. 8C y 8D ilustra el canal del impulsor (514), estas figuras pueden ilustrar similarmente la superficie del impulsor (512) y/o canal (516).

15 (0042) La FIG. 9A muestra una vista en perspectiva de una cara interior de una configuración alternativa de la cubierta final del agua de alimentación (232) de la FIG. 4A, según configuraciones de la invención. La FIG. 9B muestra una elevación interior de la cubierta final del agua de alimentación (232) de la FIG. 9A, según configuraciones de la invención. La FIG. 9A y 9B difieren de la FIG. 4A y 4B, respectivamente en que las FIGs. 9A y 9B incluyen múltiples canales (914) a lo largo de una pequeña porción del borde del puerto de agua de alimentación de baja presión (320) en lugar del canal (414) dispuesto a lo largo de una parte substancial o todo el borde del puerto de agua de alimentación de baja presión (320). Similarmente, las FIGs. 9A y 9B incluyen canales (916) en lugar del canal (416) a lo largo del borde del puerto de agua de alimentación de alta presión (322).

20 (0043) La cara interior de la cubierta final del agua de alimentación (232) incluye uno o más canales de descarga de alta presión (914) dispuestos entre una superficie de obturación de alta presión (326) y un puerto de agua de alimentación de baja presión (320). Los canales de descarga de alta presión (914) están configurados para descargar agua de alimentación de alta presión gradualmente desde el conducto (218) dentro del puerto de agua de alimentación de baja presión (320) cuando el rotor (202) rota para mover el conducto (218) a través de los canales de descarga de alta presión (914) desde la superficie de obturación de alta presión (326) al puerto de agua de alimentación de baja presión (320).

25 (0044) La cara interior de la cubierta de obturación de agua de alimentación (232) incluye además uno o más canales de descarga de presión baja (916) dispuestos entre una superficie de obturación de baja presión (324) y un puerto de agua de alimentación de alta presión (322). Los canales de descarga de baja presión (916) están configurados para descargar agua de alimentación de alta presión gradualmente desde el puerto de agua de alimentación de alta presión (322) dentro del conducto (218) que contiene agua de alimentación de baja presión cuando el rotor (202) rota para mover el conducto (218) a través de los canales de descarga de baja presión (916) desde la superficie de obturación de baja presión (324) al puerto de agua de alimentación de alta presión (322). Una superficie de impulsor (418) a lo largo de un borde del puerto de agua de alimentación de alta presión (322) está configurada para transmitir la rotación al rotor (202) en la dirección de la flecha. La superficie del impulsor (418) proporciona un par de torsión al rotor (202) reduciendo o eliminando una necesidad de que una fuente externa rote el rotor, como un motor.

30 (0045) La FIG. 10A muestra una vista en perspectiva de una cara interior de una configuración alternativa de la cubierta final del concentrado de la FIG. 5A, según las configuraciones de la invención. La FIG. 10B muestra una superficie interior de elevación de la cubierta final del concentrado de la FIG. 10A. La FIG. 10A y 10B difiere de la FIG. 5A y 5B, respectivamente en que las FIGs. 10A y 10B incluyen múltiples canales (1014) a lo largo de una porción pequeña del borde del puerto del concentrado (310), en lugar de un canal de impulsor (514) dispuesto a lo largo de una parte substancial o todo el borde del puerto del concentrado (310). Similarmente, las FIGs. 10A y 10B incluyen canales (1016) en lugar del canal (516) a lo largo del borde del puerto de concentrado de alta presión (312).

35 (0046) La cara interior de la cubierta final del concentrado (230) incluye uno o más canales de descarga de alta presión (1014) dispuestos entre una superficie de obturación de alta presión (316) y un puerto de concentrado de baja presión (310). Los canales de descarga de alta presión (1014) están configurados para descargar concentrado de alta presión gradualmente desde el conducto (218) dentro del puerto de concentrado de baja presión (310) cuando el rotor (202) rota para mover el conducto (218) a través de canales de descarga de alta presión (1014) desde la superficie de obturación de alta presión (316) al puerto de concentrado de baja presión (310).

40 (0047) La cara interior de la cubierta final del concentrado (230) incluye además uno o más canales de descarga de baja presión (1016) dispuestos entre una superficie de obturación de baja presión (314) y un puerto de concentrado de alta presión (312). Los canales de descarga de baja presión (1016) están configurados para descargar concentrado de alta presión gradualmente desde el puerto de concentrado de alta presión (312) dentro del conducto (218) cuando el rotor (202) rota para mover el conducto (218) a través de los canales de descarga de baja presión (1016) desde la superficie de obturación de baja presión (314) al puerto de concentrado de alta  
 45  
 50  
 55  
 60  
 65

presión (312). Una superficie de impulsor (518) a lo largo del borde del puerto de concentrado de baja presión (310) está configurada para transmitir la rotación al rotor (202) en la dirección de la flecha. La superficie de impulsor (518) proporciona un par de torsión al rotor (202) reduciendo o eliminando la necesidad de que la fuente externa rote el rotor, como un motor. La superficie (512) puede además favorecer el giro del rotor en una dirección correcta o deseada.

5

(0048) La descripción de arriba es ilustrativa y no restrictiva. Esta patente describe en detalle varias configuraciones y aplicaciones de la presente invención, y la invención presente está abierta a configuraciones y aplicaciones adicionales, otras modificaciones y construcciones alternativas. No hay intención en esta patente de limitar la invención a las configuraciones y aplicaciones particulares expuestas; al contrario, esta patente pretende cubrir todas las modificaciones, equivalencias y configuraciones y aplicaciones alternativas que entren dentro del ámbito de las reivindicaciones. Además, las configuraciones ilustradas en las figuras pueden ser usadas en varias combinaciones. Cualquier limitación de la invención debería estar determinada, por ello, no en relación con la descripción de arriba, sino más bien debería estar determinada de acuerdo con las reivindicaciones dependientes.

10

15

**REIVINDICACIONES**

1ª.- Un aparato de recuperación de energía que comprende:

5 - un rotor (202) configurado para mover un conducto (218) que contiene fluido de baja presión en alineamiento con un puerto de fuente de fluido de alta presión (312) para reemplazar el fluido de baja presión en el conducto (218) por el fluido de alta presión, el rotor (202) está configurado además para mover el conducto (218), mientras contiene el fluido de alta presión, en alineación con el puerto de baja presión (310) en una cubierta final (230) para la descarga del fluido de alta presión dentro del conducto (218) a presión baja; y

10 - la cubierta final (230) comprende:

15 el puerto de baja presión (310, 320);  
una superficie de obturación de alta presión (316, 326) adyacente al puerto de baja presión (310, 320), la superficie de obturación de alta presión (316, 326) estando configurada para mantener la alta presión en el fluido en el conducto (218) durante el movimiento del conducto (218) en alineación con el puerto de baja presión;

20 un canal (414, 514) dispuesto en una superficie exterior de la cubierta final (230) y que forma una transición entre la superficie de obturación de alta presión(316, 326) y el puerto de baja presión (310, 320), el canal (414, 514) estando configurado para descargar la presión desde el fluido en el conducto (218) cuando el rotor (202) mueve el conducto a través del canal (414, 514) en alineación con el puerto de baja presión (310, 320);

25 y el canal (414, 514) de la cubierta final (230) forma una superficie de impulsor (418, 518) configurada para transmitir fuerza rotacional al rotor (202); y

una superficie de obturación de baja presión (314) adyacente al puerto de fluido de alta presión (312), estando configurada la superficie de obturación de baja presión (314) para mantener la baja presión en el fluido en el conducto (218) durante el movimiento del conducto (218) en alineación con el puerto de fuente de fluido de alta presión (312),

30 - que se caracteriza por que el aparato comprende además:

35 otro canal (516) que forma una transición entre la superficie de obturación de baja presión (314) y el puerto de fuente de fluido de alta presión (312), el otro canal (516) estando configurado para descargar el fluido de alta presión dentro del conducto (218) desde el puerto de fuente de fluido de alta presión (312) cuando el rotor (202) mueve el conducto (218) a través del otro canal (516) en alineación con el puerto de fuente de fluido de alta presión (312).

40 2ª.- El aparato de la reivindicación 1ª, en el cual el canal (414, 514) está configurado para disminuir la presión en el fluido en el conducto (218) en un índice fundamentalmente constante.

45 3ª.- El aparato de la reivindicación 2ª, en el cual el canal (414, 514) está configurado para usar un cambio en el diámetro hidráulico efectivo para disminuir la presión en el fluido en el conducto (218) en un índice fundamentalmente constante; y en el cual el canal (414, 514) está configurado preferiblemente para inclinarse hacia abajo hacia el puerto de baja presión (310, 320) para cambiar el diámetro hidráulico efectivo del canal (514, 414).

50 4ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1ª-3ª, que comprende además una envoltura (210) que envuelve el rotor (202) y que incluye una abertura adaptada para admitir el fluido de alta presión en un espacio (204) entre la envoltura (210) y el rotor (202) para suspender el rotor (202) durante la rotación dentro de la envoltura (210).

55 5ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1ª-4ª, que comprende además un impulsor dispuesto en el puerto de baja presión (310) de la cubierta final (230) y que está configurado para transmitir una rotación al rotor (202).

6ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1ª-5ª, en el que el canal (514) de la cubierta final (230) incluye un radio.

60 7ª.- El aparato de recuperación de energía de cualquiera de las reivindicaciones 1ª-6ª, en el que la cubierta final es una primera cubierta final (230), el aparato comprendiendo además:

65 una segunda cubierta final (232) que comprende un puerto de baja presión (320);  
una superficie de obturación de alta presión (326) adyacente al puerto de baja presión (320);  
en el que el rotor (202) está configurado para mover el conducto (218) y el fluido de baja presión en el conducto (218) a una primera posición, y para mover el conducto (218) y el fluido de alta presión en el conducto (218) a una segunda posición;  
en el que el puerto de entrada de alta presión (312) está dispuesto en la primera cubierta final (230), el

puerto de entrada de alta presión (312) estando configurado para admitir fluido de alta presión para comprimir el fluido de baja presión y desplazar el fluido comprimido cuando el rotor (202) está en la primera posición; y

un puerto de salida de alta presión (322) dispuesto en la segunda cubierta final (232), estando configurado el puerto de salida de alta presión (322) para descargar fluido comprimido cuando el rotor (202) está en la primera posición;

en el que el puerto de baja presión (310) en la primera cubierta final (230) es un puerto de salida de baja presión, el puerto de salida de baja presión (310) estando configurado para descargar el fluido de alta presión descomprimido desde el conducto (218) a una presión baja mientras el conducto (218) está en la segunda posición;

en el que el puerto de baja presión (320) en la segunda cubierta final (232) está en un puerto de entrada de baja presión, estando configurado el puerto de entrada de baja presión (320) para admitir fluido de baja presión dentro del conducto (218) para desplazar el fluido descomprimido mientras el conducto (218) está en una segunda posición; y

un canal (414) en la segunda cubierta final (232) que está configurado para descargar presión y descomprimir el fluido de alta presión en el conducto cuando el rotor (202) mueve el conducto (218) a través del canal (414) en la segunda cubierta final (232) y en alineación con el puerto de salida de baja presión (310).

8ª.- El aparato de la reivindicación 7ª, comprende además:

una primera superficie de obturación de baja presión (314) en la primera cubierta final (230) y adyacente, el puerto de entrada de alta presión (312);

un primer canal de descarga de baja presión (516) entre la primera superficie de obturación de baja presión (314) y el puerto de entrada de alta presión (312), estando configurado el primer canal de descarga de baja presión (516) para aumentar la presión y comprimir el fluido de baja presión en el conducto (218) cuando el rotor (202) mueve el conducto (218) a través del primer canal de descarga de baja presión (516) y en alineación con el puerto de entrada de alta presión (312);

una segunda superficie de obturación de baja presión (324) en la segunda cubierta final (232) y adyacente, el puerto de salida de alta presión (322); y

un segundo canal de descarga de baja presión (416) entre la segunda superficie de obturación de baja presión (324) y el puerto de salida de alta presión (322), estando configurado el segundo canal de descarga de baja presión (416) para aumentar la presión y comprimir el fluido de baja presión en el conducto (218) cuando el rotor mueve (202) el conducto (218) en alineación con el puerto de salida de alta presión (322).

9ª.- El aparato de la reivindicación 7ª u 8ª, que comprende además un dispositivo de separación de membrana (106) configurado para extraer un concentrado del agua de alimentación de alta presión.

10ª.- El aparato de la reivindicación 9ª, en el que

el puerto de entrada de alta presión (312) está configurado para admitir concentrado de alta presión desde el dispositivo de separación de membrana (106),

el puerto de salida de baja presión (310) está configurado para descargar concentrado a una baja presión, el puerto de entrada de baja presión (320) está configurado para admitir agua de alimentación a una baja presión desde una bomba de baja presión (102), y

el puerto de salida de alta presión (322) está configurado para descargar agua de alimentación a una alta presión para la comunicación al dispositivo de separación de membrana (106).

11ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 7ª-10ª, en el que el canal (414) en la segunda cubierta final (232) tiene lados paralelos o cónicos.

12ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 7ª-11ª, en el que el canal (414) en la segunda cubierta final (232) tiene una profundidad constante a lo largo de más de la mitad de la longitud del canal.

13ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 7ª-12ª, en el que la profundidad del canal (414) en la segunda cubierta final (232) aumenta acercándose al puerto de salida de presión baja (320).

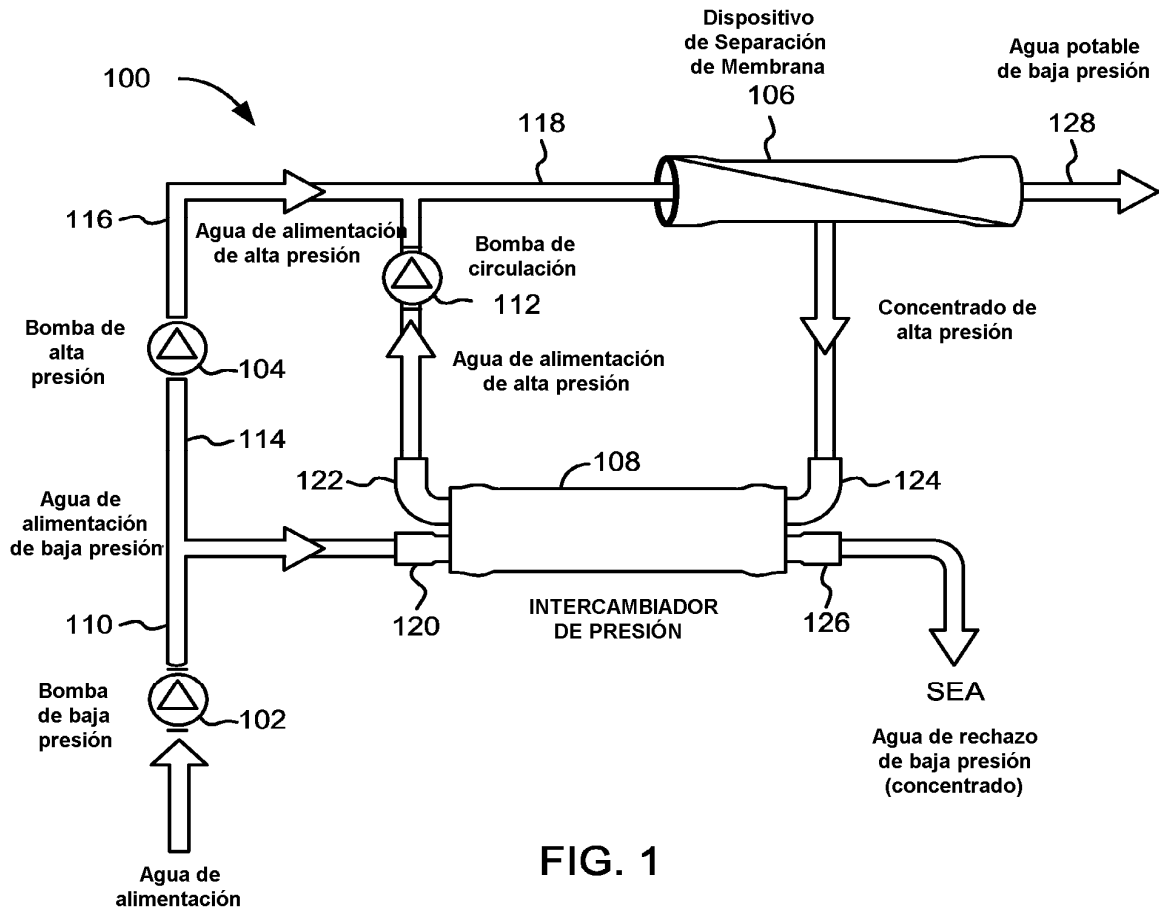


FIG. 1

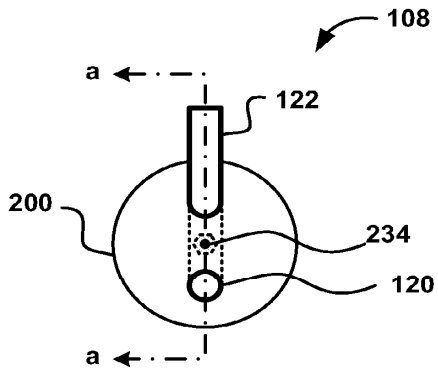


FIG. 2A

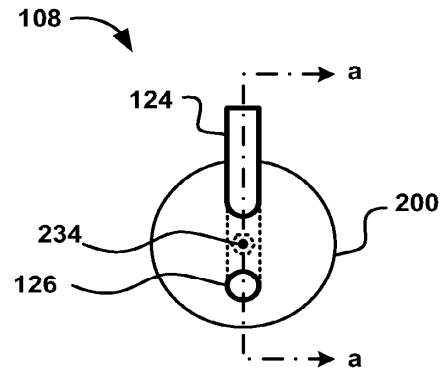


FIG. 2B

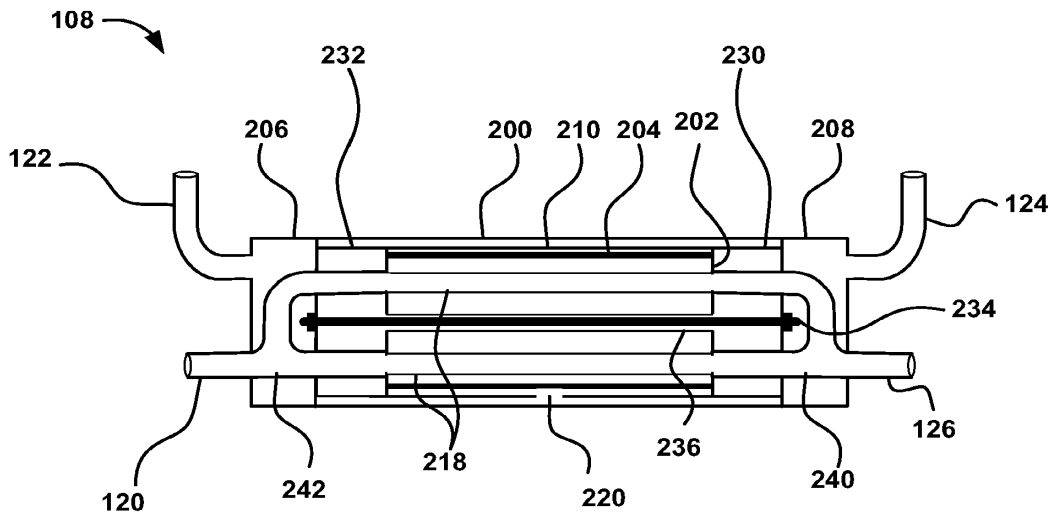


FIG. 2C

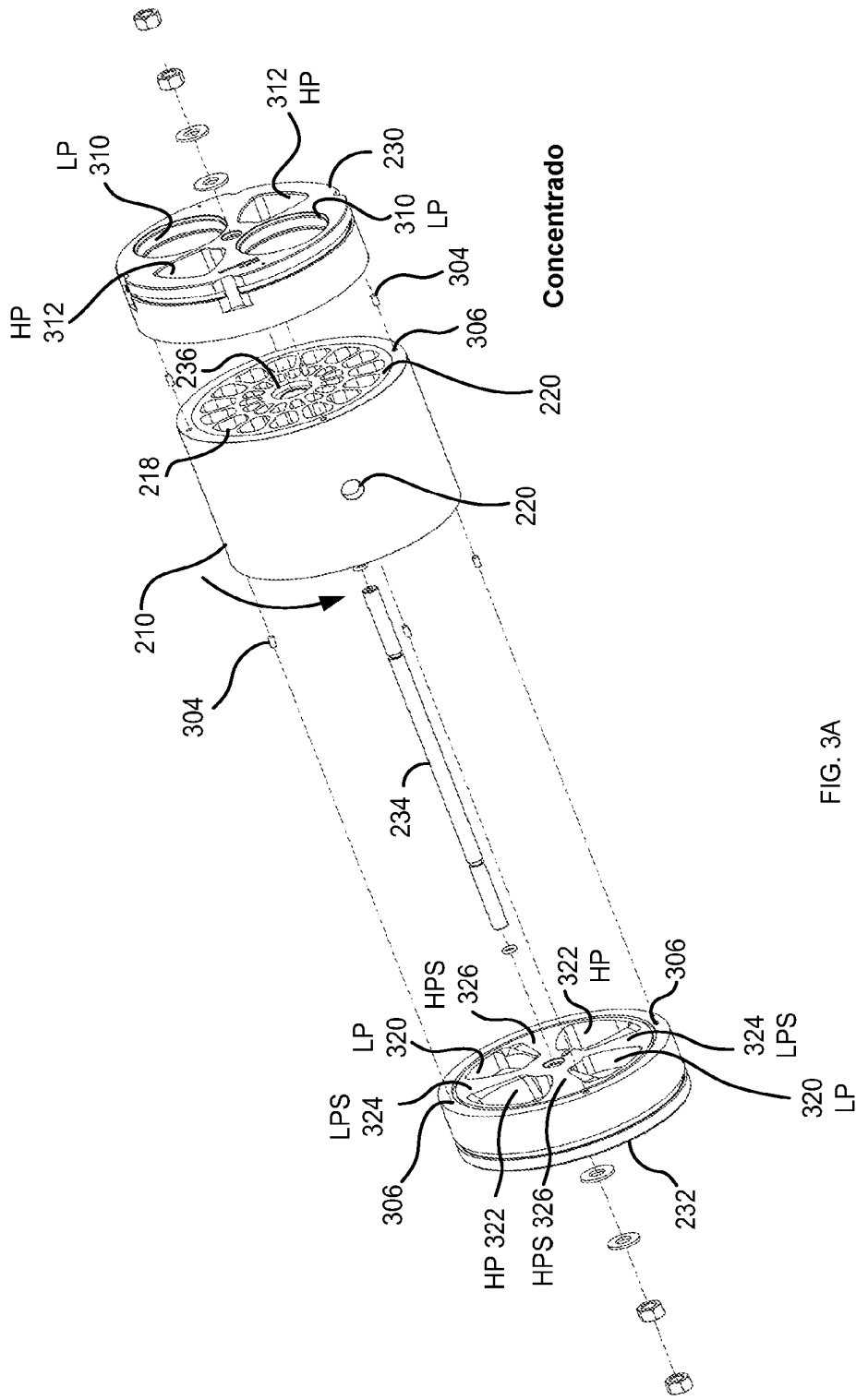


FIG. 3A

Agua de alimentación

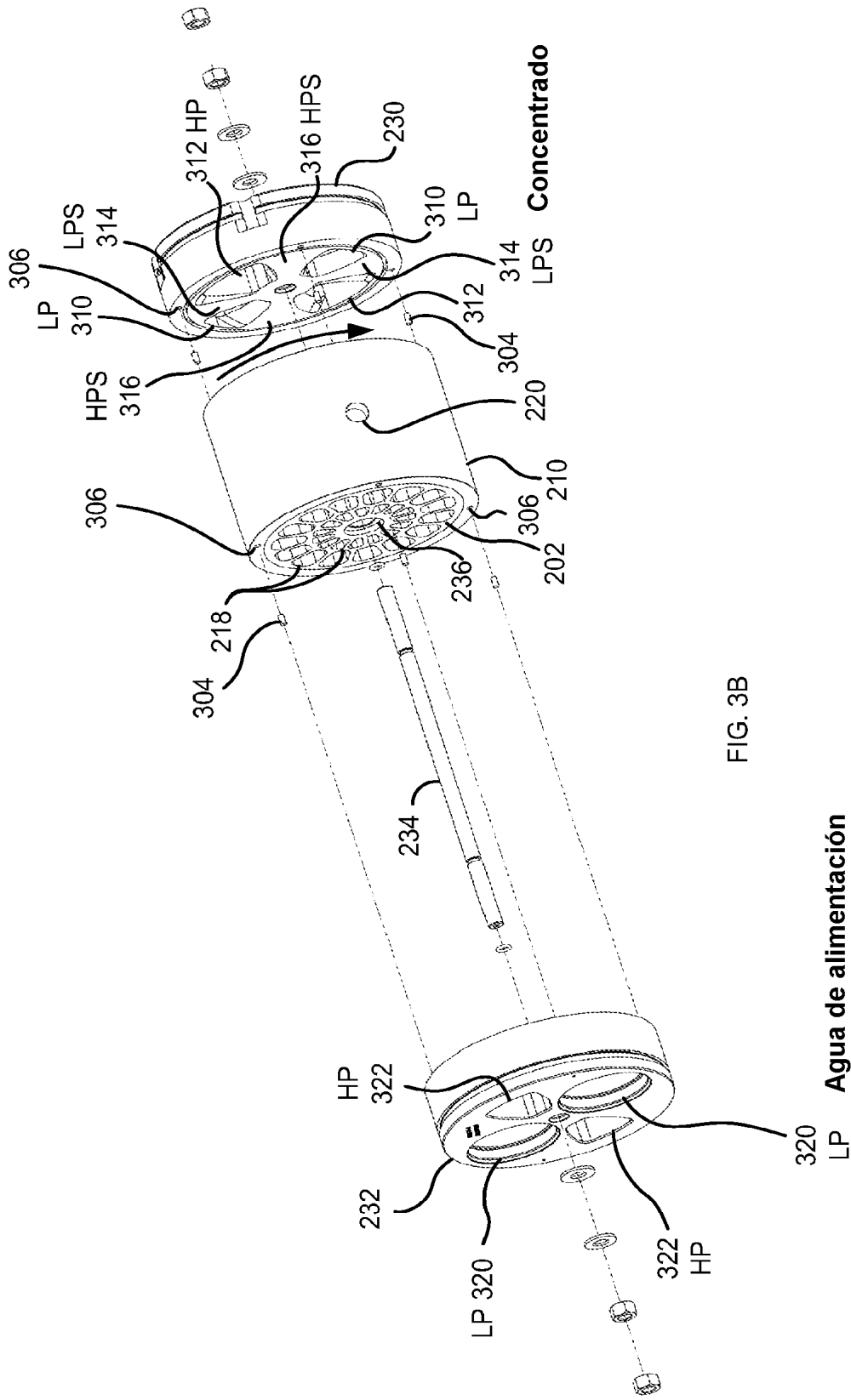


FIG. 3B



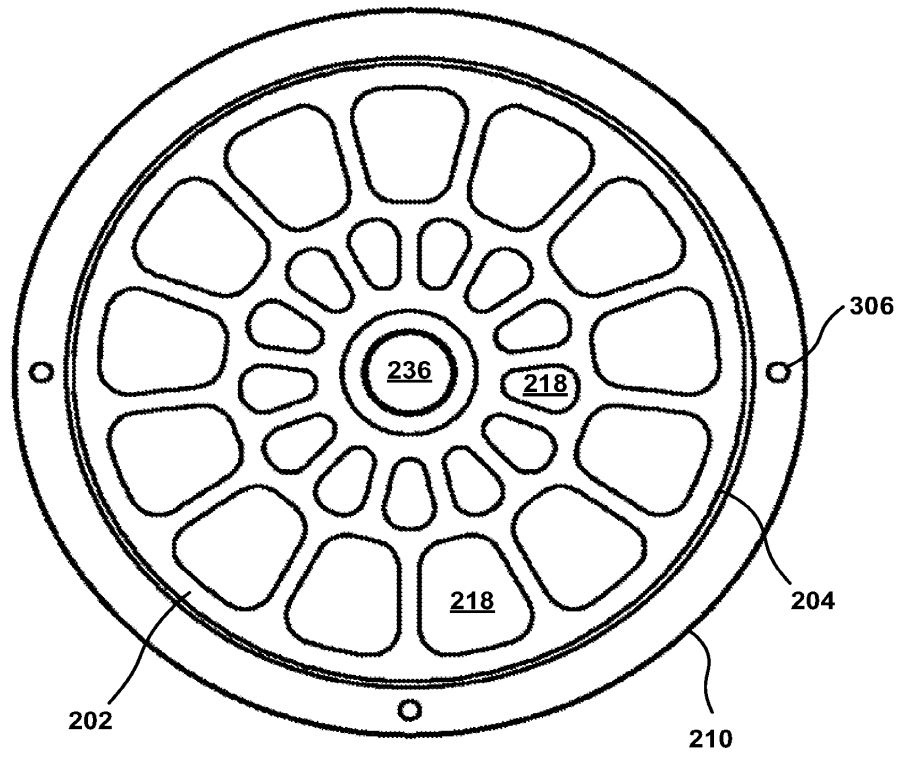


FIG. 3C

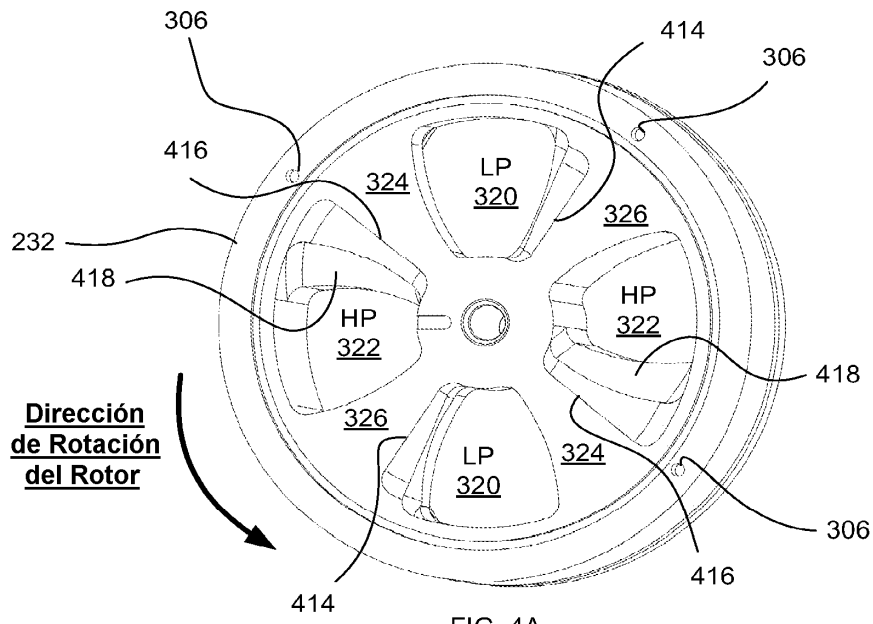


FIG. 4A

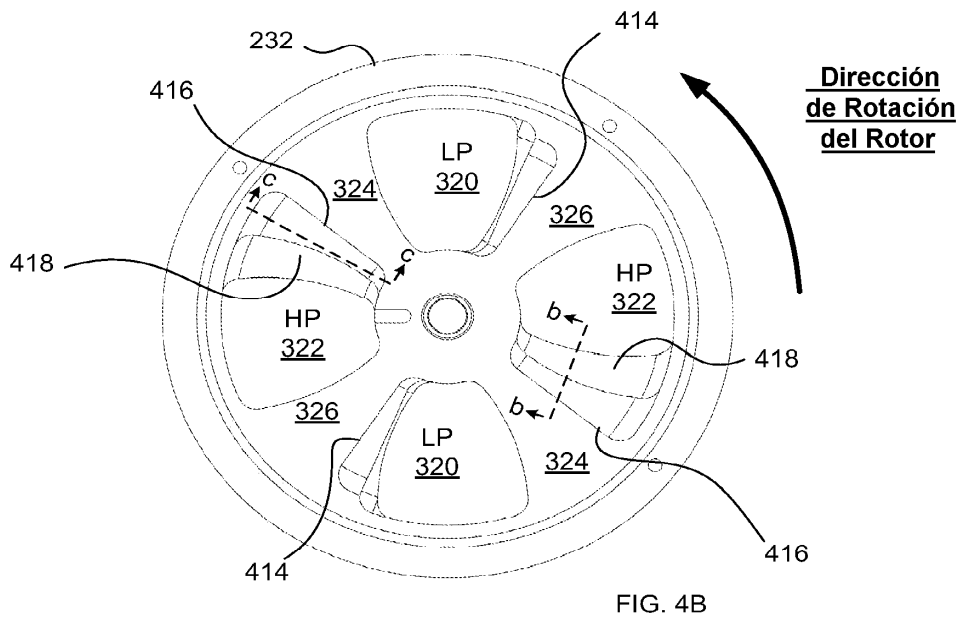
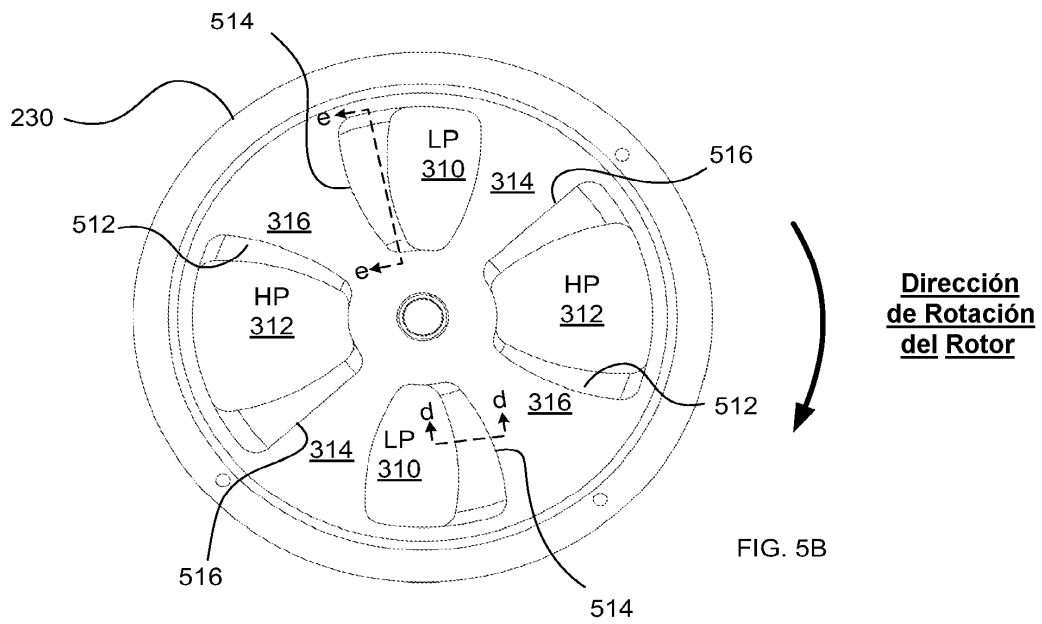
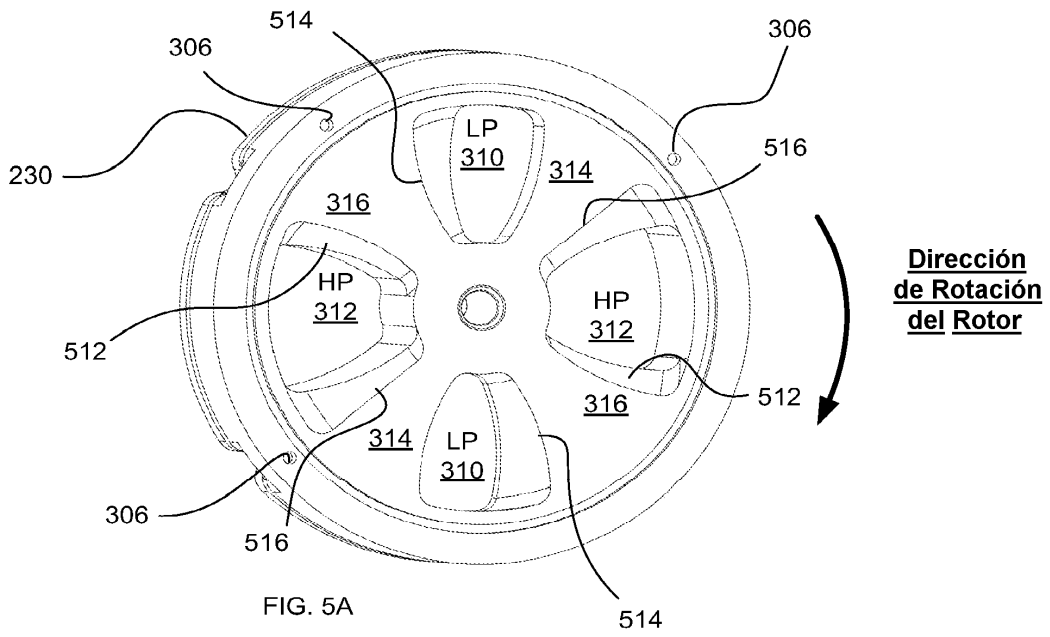


FIG. 4B



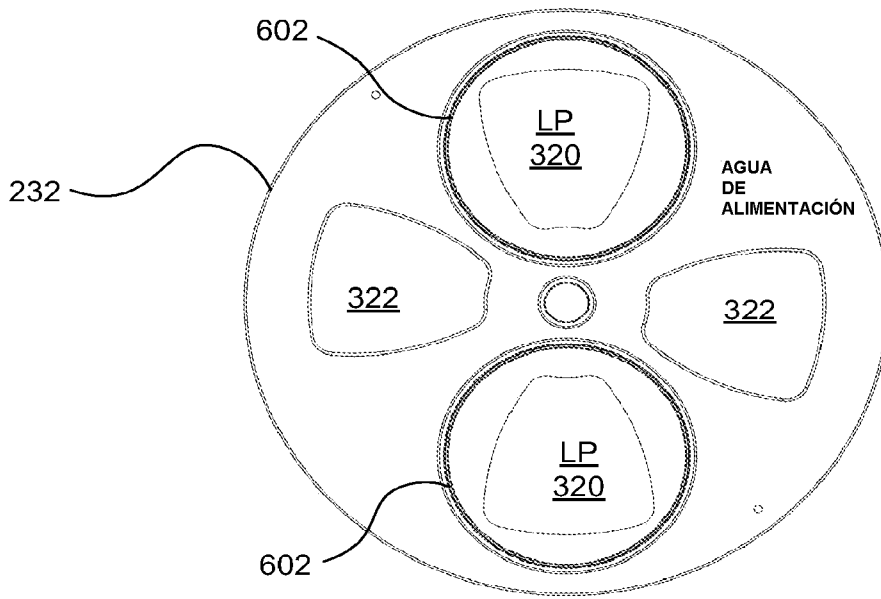


FIG. 6A

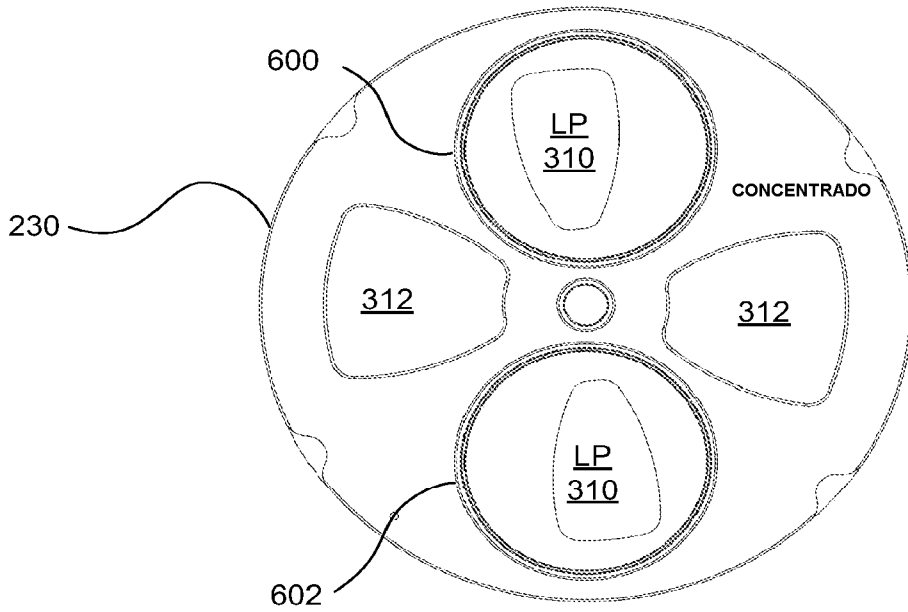


FIG. 6B

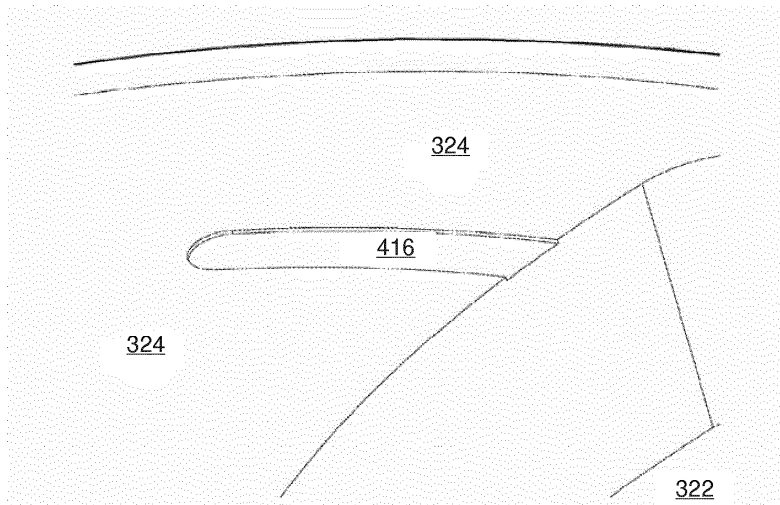


FIG. 7A

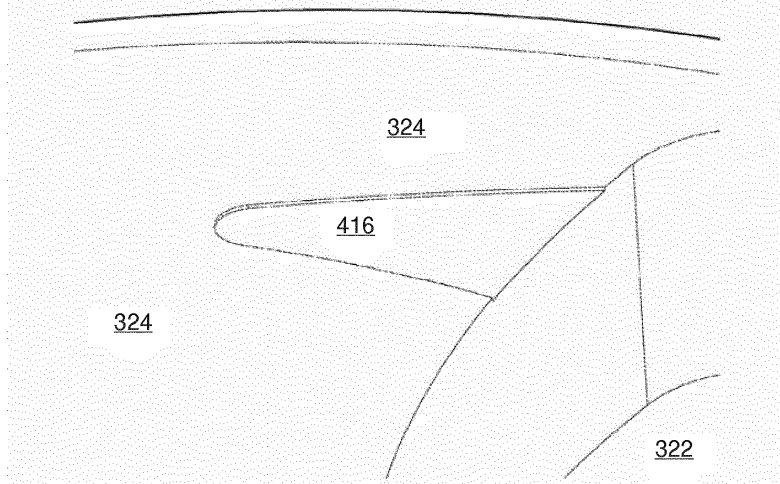


FIG. 7B

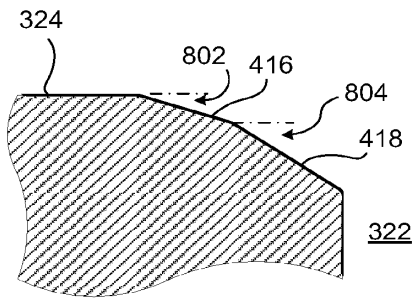


FIG. 8A

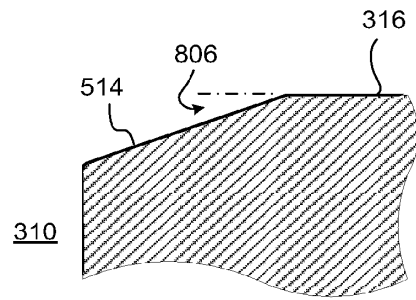


FIG. 8C

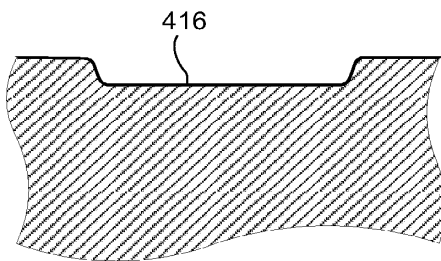


FIG. 8B

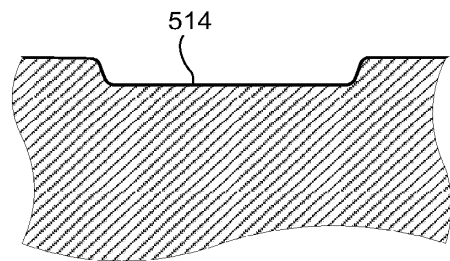


FIG. 8D

