

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 553**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/12** (2006.01)

**F03B 15/00** (2006.01)

**F03B 13/14** (2006.01)

**F03B 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2014 PCT/US2014/039517**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2014 WO14197234**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2014 E 14806939 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3004629**

54 Título: **Válvula de cierre para columna de agua oscilante**

30 Prioridad:

**03.06.2013 US 201361830541 P**  
**23.05.2014 US 201414285664**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.02.2020**

73 Titular/es:

**DRESSER RAND COMPANY (100.0%)**  
**500 Paul Clark Drive**  
**Olean, NY 14760, US**

72 Inventor/es:

**HALL, RUSSELL y**  
**NATANZI, SHAHAB**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 741 553 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

Válvula de cierre para columna de agua oscilante

### Antecedentes

5 Una columna de agua oscilante (OWC) es un dispositivo de energía renovable marina, diseñado para extraer energía de las aguas oceánicas. Por lo general, la OWC incluye una cámara abierta a la superficie del mar y una turbina. Se requiere que la turbina convierta el flujo de aire bidireccional producido por la superficie del mar que sube y baja dentro de la cámara en movimiento giratorio unidireccional de un árbol de la turbina, que se utiliza después para accionar un generador para generar electricidad. Turbinas de tipo impulso con álabes de guía fijos se han desarrollado. Sin embargo, los álabes de guía fijos no permiten aislar el rotor de la turbina de la energía neumática entrante. Como resultado, la turbina no puede detenerse durante el periodo de entrada de potencia excesiva, por ejemplo, durante las tormentas. Además, la realización de operaciones de parada programada, tales como las actividades de mantenimiento, es difícil.

Lo que se necesita es entonces una OWC que permita la parada controlada de la turbina.

15 El documento US 2010/0209236 A1 desvela una turbina de impulso para su uso en flujos bi-direccionales tales como aquellos encontrados en una OWC. La turbina tiene un rotor y primer y segundo conjuntos de álabes de guía situados en lados axiales opuestos del rotor.

### Sumario

20 Las realizaciones ejemplares de la divulgación proporcionan una válvula de cierre para una turbina de una columna de agua oscilante. La válvula de cierre puede incluir una pluralidad de álabes de guía configurados para controlar un flujo de fluido en un paso de flujo definido por la turbina. La pluralidad de álabes de guía puede incluir una pluralidad de álabes de guía fijos y una pluralidad de álabes de guía móviles. La pluralidad de álabes de guía se puede disponer al menos parcialmente dentro del paso de flujo.

25 Las realizaciones ejemplares de la divulgación proporcionan una turbina de columna de agua oscilante. La turbina de columna de agua oscilante puede incluir un árbol configurado para girar alrededor de un eje central, primer y segundo puertos anulares dispuestos alrededor del eje central, las palas del rotor acopladas con o integrales con el árbol y dispuestos entre el primer y segundo puertos anulares, un paso de flujo que se extiende entre el primer y segundo puertos anulares, y una válvula de cierre que incluye primer y segundo álabes de guía. Las palas del rotor pueden intersectar el paso de flujo. Los primeros álabes de guía se pueden disponer proximales al primer puerto anular y pueden configurarse para controlar un primer flujo de fluido en el paso de flujo. Los primeros álabes de guía pueden incluir primeros álabes de guía fijos y los primeros álabes de guía móviles. Los segundos álabes de guía pueden disponerse proximalmente con respecto al segundo puerto. Los segundos álabes de guía se pueden configurar para controlar un segundo flujo de fluido en el paso de flujo. Los segundos álabes de guía pueden incluir segundos álabes de guía fijos y segundos álabes de guía móviles.

35 Las realizaciones ejemplares de la divulgación proporcionan un aparato para extraer energía de un flujo de fluido bidireccional. El aparato puede incluir un árbol configurado para girar alrededor de un eje central, el primer y segundo puertos anulares dispuestos alrededor del eje central, y un paso de flujo que se extiende entre el primer y segundo puertos anulares. Al menos una porción del paso de flujo puede extenderse axialmente alrededor del árbol y el paso de flujo puede configurarse para recibir el flujo de fluido bidireccional. El aparato puede incluir, además, las palas del rotor, junto con o integrales con el árbol e intersectando el paso de flujo, y una válvula de cierre que incluye primeros y segundos álabes de guía. Las palas del rotor se pueden configurar para recibir el flujo de fluido bidireccional y girar el árbol. Los primeros álabes de guía se pueden disponer próximos al primer puerto anular y se pueden configurar para controlar el flujo de fluido bidireccional en el paso de flujo. Los primeros álabes de guía pueden incluir primeros álabes de guía fijos y primeros álabes de guía móviles. Cada primer álabes de guía móvil se puede disponer entre dos primeros álabes de guía fijos. Los segundos álabes de guía se pueden disponer próximos al segundo puerto anular y se pueden configurar para controlar el flujo de fluido bidireccional en el paso de flujo. Los segundos álabes de guía pueden incluir segundos álabes de guía fijos y segundos álabes de guía móviles. Cada segundo álabes de guía móvil se puede disponer entre dos segundos álabes de guía fijos.

### Breve descripción de los dibujos

50 La presente divulgación se entiende mejor a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lee con las Figuras adjuntas. Se hace hincapié en que, de acuerdo con la práctica habitual en la industria, diversas características no están dibujadas a escala. De hecho, las dimensiones de las diversas características pueden incrementarse o reducirse arbitrariamente para mayor claridad de la descripción.

La Figura 1 ilustra una vista esquemática de una turbina de columna de agua oscilante, de acuerdo con las realizaciones ejemplares.

La Figura 2A ilustra una vista en perspectiva de una porción inferior de la turbina de la Figura 1 que incluye un primer puerto y primeros álabes de guía.

5 La Figura 2B ilustra una porción de los primeros álabes de guía, con los álabes de guía móviles en una posición abierta.

La Figura 2C ilustra una porción de los primeros álabes de guía, con los álabes de guía móviles en una posición cerrada.

10 La Figura 3 ilustra una vista esquemática de otra turbina columna de agua oscilante, de acuerdo con realizaciones ejemplares.

La Figura 4A ilustra una vista en perspectiva de una porción inferior de la turbina de la Figura 3, que incluye el primer puerto y los primeros álabes de guía.

Las Figuras 4B y 4C ilustran una porción de una válvula de cierre que incluye los primeros álabes de guía, con los álabes de guía móviles en posiciones abierta y cerrada, respectivamente.

15 La Figura 4D ilustra una vista en perspectiva de un carrete giratorio individual y un álabe de guía móvil de la válvula de cierre.

Las Figuras 5A-5F ilustran diferentes configuraciones del varillaje utilizados para operar los álabes de guía móviles de la válvula de cierre.

Las Figuras 6A y 6B ilustran otra válvula de cierre, de acuerdo con realizaciones ejemplares.

## 20 Descripción detallada

Se debe entender que la siguiente divulgación describe diversas realizaciones ejemplares para la implementación de diferentes características, estructuras o funciones de la invención. Las realizaciones ejemplares de componentes, disposiciones y configuraciones se describen a continuación para simplificar la presente divulgación; sin embargo, estas realizaciones ejemplares se proporcionan meramente como ejemplos y no pretenden limitar el alcance de la invención. Adicionalmente, la presente divulgación puede repetir números y/o letras de referencia en las diversas realizaciones ejemplares y a través de las Figuras proporcionadas en el presente documento. Esta repetición tiene la finalidad de simplificar y clarificar y no dicta por sí misma una relación entre las diversas realizaciones ejemplares y/o las configuraciones descritas en las diversas Figuras. Además, la formación de una primera característica con respecto a o en una segunda característica en la descripción que sigue puede incluir realizaciones en las que se forma la primera y segunda características en contacto directo, y también puede incluir realizaciones en las que se pueden formar características adicionales interponiendo la primera y segunda características, de tal manera que la primera y segunda características pueden no estar en contacto directo. Finalmente, las realizaciones ejemplares presentadas a continuación se pueden combinar en cualquier combinación de formas, es decir, cualquier elemento de una realización ejemplar se puede usar en cualquier otra realización ejemplar, sin apartarse del alcance de la divulgación.

Además, ciertos términos se utilizan en toda la siguiente descripción y reivindicaciones para hacer referencia a componentes particulares. Como un experto en la técnica apreciará, varias entidades pueden referirse al mismo componente por diferentes nombres, y como tal, la convención de nomenclatura para los elementos descritos en el presente documento no pretende limitar el alcance de la invención, a menos que se defina de otro modo específicamente aquí. Además, la convención de nomenclatura utilizada en el presente documento no pretende distinguir entre los componentes que difieren en nombre pero no en función. Además, en la siguiente descripción y en las reivindicaciones, los términos "incluyendo" y "comprendiendo" se usan en una forma abierta, y por lo tanto deben ser interpretados en el sentido de "incluyendo, pero no limitado a". Todos los valores numéricos en la presente divulgación pueden ser valores exactos o aproximados a menos que se indique lo contrario específicamente. En consecuencia, diversas realizaciones de la descripción pueden desviarse de los números, valores e intervalos descritos en el presente documento sin apartarse del ámbito de aplicación previsto. Además, puesto que se utiliza en las reivindicaciones o la especificación, el término "o" pretende abarcar los casos tanto exclusivos como inclusivos, es decir, "A o B" pretende ser sinónimo de "al menos uno de A y B", a menos que se especifique otra cosa expresamente en el presente documento.

50 La Figura 1 ilustra una vista esquemática de una turbina de columna de agua oscilante (en lo sucesivo, "turbina") 100, de acuerdo con las realizaciones ejemplares. La turbina 100 se puede acoplar de forma fluida a una cámara de olas 102, como se representa por las flechas 102a, 102b. La cámara de olas 102 puede ser cualquier cámara de olas conocida en la técnica, por ejemplo, como se describe en cualquiera de las Patentes de Estados Unidos n.º 8.596.955 y 8.286.425. La cámara de olas 102 puede ser cilíndrica o puede ser una voluta, entre otros ejemplos contemplados, y puede tener un extremo dispuesto por debajo de la superficie del agua y un extremo por arriba para alojar una columna de agua oscilante en su interior.

60 El árbol 101 de la turbina 100 se extiende a través de la misma a lo largo de un eje central 103, alrededor del que el árbol 101 gira. El árbol 101 se puede acoplar a un generador 105, por ejemplo, directamente al mismo. En algunas realizaciones, el árbol 101 se puede acoplar al generador 105 a través de una caja de engranajes (no mostrada), acoplamiento por deslizamiento, o cualquier otro dispositivo de cambio de velocidad. En otras realizaciones, la

turbina 100 se puede acoplar también a un compresor, bomba, ventilador, u otro tipo de máquina giratoria, con o sin una caja de engranajes y con o sin un generador, según se desee.

En la realización ejemplar ilustrada en la Figura 1, la turbina 100 define un paso de flujo 104, que puede ser un anillo de diámetro variable, y puede tener un doble perfil en forma de U o de sección transversal. Como tal, el paso de flujo 104 puede incluir por lo genera primera y segunda secciones que se extienden radialmente 106, 108 y una sección que se extiende axialmente 110 dispuesta entre las mismas, de tal manera que el paso de flujo 104 es generalmente simétrico alrededor del eje central 103 del árbol 101, una línea perpendicular al mismo, o a ambos, como se muestra. Se apreciará que la turbina 100 se puede girar a una configuración horizontal, o cualquier otra orientación, sin apartarse del alcance de esta divulgación. La primera y segunda secciones que se extienden radialmente 106, 108 se pueden extender en una verdadera dirección radial, es decir, directamente perpendicular al eje central 103, como se muestra, o se pueden curvar gradualmente de radial recta a axial, mientras que todavía caen dentro de la definición de "que se extienden radialmente." Del mismo modo, la sección que se extiende axialmente 110 se puede extender paralelo al eje central 103 y alrededor del árbol 101, pero puede curvarse también hacia una forma radial para acoplar sin costuras la primera y segunda secciones que se extienden radialmente 106, 108, mientras que todavía caen dentro de la definición de "que se extienden axialmente."

El paso de flujo 104 puede incluir también el primer y segundo puertos 112, 114, que se definen en cada extremo del paso de flujo 104. El primer y segundo puertos 112, 114 pueden orientarse radialmente con respecto al eje central 103, como se muestra. Además, el primer y segundo puertos 112, 114 se pueden disponer circunferencialmente alrededor del eje central 103, a fin de proporcionar una entrada y salida anular. Como tal, el primer y segundo puertos 112, 114 pueden definir las extensiones radiales externas del paso de flujo 104 y pueden permitir el paso de fluido bidireccional hacia y desde la cámara de olas 102 (flujo de fluido bi-direccional).

La turbina también puede incluir 100 una primera y segunda filas o conjuntos de álabes de guía (en lo sucesivo denominados simplemente "primeros y segundos álabes de guía") 116, 118 dispuestos proximales a las extensiones radiales externas del paso de flujo 104, y pueden servir para guiar el fluido entrante en las palas 120 del rotor. Por ejemplo, al menos los primeros álabes de guía 116 pueden colocarse en la primera sección que se extiende radialmente 106 y los segundos álabes de guía 118 pueden colocarse en la segunda sección que se extiende radialmente 108. Los primeros álabes de guía 116 se pueden disponer más cerca del primer puerto 112 que del eje central 103 y los segundos álabes de guía 118 se pueden disponer más cerca del segundo puerto 114 que del eje central 103. Como tal, los primeros y segundos álabes de guía 116, 118 pueden describirse en el presente documento como "dispuestos proximales" al primer y segundo puertos 112, 114, respectivamente. Además, aunque se muestran extendiéndose completamente a través de la primera y segunda secciones que se extienden radialmente 106, 108, respectivamente, se apreciará que cualquiera de los primeros y segundos álabes de guía 116, 118 pueden extenderse parcialmente a través de las misma. Los primeros y segundos álabes de guía 116, 118 se pueden disponer a intervalos iguales a lo largo del primer y segundo puertos 112, 114.

Los primeros y segundos álabes de guía 116, 118 pueden constituir al menos en parte, una válvula de cierre 124 configurada para evitar que el fluido fluya en el paso de flujo 104. Como se describe en realizaciones ejemplares a continuación, en la válvula de cierre 124, cada otro álabe de guía en los primeros y segundos álabes de guía 116, 118 puede ser fijo (inmóvil) y un álabe de guía entre dos álabes de guía fijos puede ser móvil. El álabe de guía móvil se puede girar para cerrar el primer y segundo puertos 112, 114 y de ese modo evitar que el fluido entre en el paso de flujo 104 y llegue a las palas 120 del rotor.

La turbina 100 incluye también palas 120 del rotor, que se disponen en la sección que se extiende axialmente 110 del paso de flujo 104. Las palas 120 del rotor puede ser, por ejemplo, palas de impulsos, de tal manera que las palas 120 del rotor se hacen girar por la interacción impulsiva con el flujo de fluido; sin embargo, palas de reacción se podrían utilizar sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Las palas 120 del rotor se pueden extender desde el árbol 101 y pueden acoplarse (por ejemplo, soldarse, con soldadura fuerte, fijarse, o formarse integralmente) con el mismo, por ejemplo, mediante un cubo 122. Las palas 120 del rotor se pueden extender completa o parcialmente a través de la sección que se extiende axialmente 110 del paso de flujo 104 y pueden configurarse para girar alrededor del eje central 103. Las palas 120 del rotor se pueden configurar para girar el árbol 101 y absorber de este modo la energía recibida a través de impulsos con el fluido. Además, las palas 120 del rotor pueden estar desplazadas del eje central 103 por una primera distancia  $D_1$ , que generalmente puede ser igual al radio del cubo 122 (o el eje 101, si se omite el cubo 122). Los primeros y segundos álabes de guía 116, 118 pueden estar desplazados del eje central 103 por una segunda distancia  $D_2$ . Como se muestra, la segunda distancia  $D_2$  puede ser considerablemente mayor que la primera distancia  $D_1$ .

En la operación de la turbina 100 ejemplar, el fluido puede fluir dentro o fuera de la cámara de olas 102 como se indica por las flechas 102a, b, en función de si el nivel del agua está aumentando ("carrera ascendente") o disminuyendo ("descendente") por la acción de la ola en su interior. Durante una carrera ascendente, el primer puerto 112 puede recibir el fluido (*por ejemplo*, aire) en la primera sección que se extiende radialmente 106 del paso de flujo 104. El fluido puede a continuación proceder radialmente hacia dentro en la primera sección que se extiende radialmente 106. El fluido entra a continuación en la sección que se extiende axialmente 110 e incide en las palas

120 del rotor, haciendo que las palas 120 del rotor hagan girar el árbol 101.

Después de la extracción de energía en las palas 120 del rotor, el fluido (por ejemplo, que tiene una velocidad y/o presión reducidas) puede proceder radialmente hacia el exterior a través de la segunda sección que se extiende radialmente 108 del paso de flujo 104. El efecto inverso experimentado en la primera sección que se extiende radialmente 106 se experimenta a medida que el fluido fluye radialmente hacia el exterior. El fluido procede a continuación más allá de los segundos álabes de guía 118 y radialmente hacia el exterior a través del segundo puerto 114 y hacia el medio ambiente, reservorio, o cualquier otro dispositivo, ubicación, o estructura adecuada, completando de este modo la trayectoria de flujo para la turbina 100 en la carrera ascendente.

En una carrera descendente, el proceso se invierte, pero es de otro modo generalmente el mismo. El fluido fluye en el paso de flujo 104 a través del segundo puerto 114. El flujo inverso de fluido a continuación incide en las palas 120 del rotor haciendo que las palas 120 del rotor giren en la misma dirección que durante la carrera ascendente, fluye hacia fuera del paso de flujo 104 a través el primer puerto 112, y de nuevo en la cámara de olas 102, como se indica por las flechas 102a, b.

La Figura 2A ilustra una vista en perspectiva de una porción inferior de la turbina 100 (porción entre las palas 120 del rotor y el primer puerto 112), que incluye el primer puerto 112 y los primeros álabes de guía 116. Como se entenderá, una porción superior (porción entre las palas 120 del rotor y el segundo puerto 114) de la turbina 100 que incluye el segundo puerto 114 y los segundos álabes de guía 118 puede ser similar a la porción inferior que se ilustra en la Figura 2A; por lo tanto, solo la porción inferior mostrada en la Figura 2A se hará referencia con fines ilustrativos. Como se ilustra en la Figura 2A, la porción inferior puede estar formada por múltiples secciones superior e inferior 202, 204 y estas secciones superior e inferior 202, 204 pueden definir la primera sección que se extiende radialmente 106 del paso de flujo 104 entre las mismas. Unas de las secciones superior e inferior 202, se retiran en la Figura 2A para ilustrar más claramente los primeros álabes de guía 116 dispuestos circunferencialmente a intervalos regulares en el paso de flujo 104 y proximales al primer puerto 112. Las flechas de bloqueo bidireccionales A en la Figura 2A ilustran la dirección del flujo de fluido desde el cámara de olas 102.

Como se ha mencionado anteriormente, cada otro de los álabes de guía 116F de los primeros álabes de guía 116 puede ser fijo (inmóvil) y un álabes de guía móvil 116M se puede disponer entre dos álabes de guía fijos 116F. Como tal, los primeros álabes de guía 116 pueden alternar entre los álabes de guía fijos y móviles 116F, 116M. Dicho de otra manera, los álabes de guía fijos y móviles 116F y 116M se pueden disponer secuencialmente en un patrón alternativo en el paso de flujo 104. Los álabes de guía fijos 116F pueden proporcionar una conexión estructural entre las secciones superior e inferior 202, 204 y los álabes de guía móviles 116M pueden operar en el paso de flujo 104 definido por las secciones superior e inferior 202, 204. Cada álabes guía móvil 116M se puede montar en una placa de montaje 206 que a su vez se puede acoplar a la sección superior 202. Cada álabes de guía fijo 116F se puede acoplar también a la sección superior 202 a través de una placa de montaje 206 o el álabes de guía fijo 116F puede fijarse directamente a la sección superior 202, en cuyo caso la placa de montaje 206 puede estar ausente. Cada álabes de guía fijo y móvil 116F, 116M y la placa de montaje correspondiente 206 (si está presente) puede ser desmontable y, por tanto, reemplazable y utilizable con relativa facilidad.

Los álabes de guía móviles 116M se pueden accionar por medio de un accionador 208 (neumático, eléctrico, o similar) dispuesto sobre o adyacente a las secciones superiores 202. En una realización ejemplar, cada accionador se puede configurar para accionar un grupo de álabes de guía móviles 116M a través un sistema de varillajes 210. La Figura 2B ilustra un sistema de varillajes 210 y el accionador ajunto 208. Además, como se ilustra en la Figura 2B, los álabes de guía móviles 116M están en una posición abierta para permitir que el fluido entre en el paso de flujo 104. El sistema de varillajes 210 se puede acoplar a un eje de mangueta 212 que se puede acoplar a un eje de pivote 214. Los álabes de guía móviles 116M se pueden acoplar al eje de mangueta 212 mediante el eje de pivote 214. Un extremo del eje de pivote 214 se puede conectar a los álabes de guía móviles 116M y el otro extremo se puede extender por encima de la sección superior 202 y puede conectarse al eje de mangueta 212.

Cuando el accionador 208 mueve los varillajes 210, el eje de mangueta 212 puede girar el eje de pivote 214. El giro del eje de pivote 214 puede hacer que los álabes de guía móviles 116M giren, por ejemplo, alrededor de un eje paralelo al eje central 103. Cuando los álabes de guía móviles 116M giran, un borde anterior y un borde posterior de los mismos pueden ponerse en contacto con los álabes de guía fijos 116F y colocar los álabes de guía móviles 116M en una posición cerrada. Esto puede a su vez cerrar el primer puerto 112 y evitar que el fluido entre en el paso de flujo 104. Se debe observar que los bordes anterior y posterior pueden referirse a los bordes de los álabes de guía móviles 116M con respecto al flujo de fluido que entra en el paso de flujo 104. En el presente documento, el flujo de fluido entra en contacto con el borde anterior de los álabes de guía móviles 116M antes de contactar el borde posterior de los álabes de guía móviles 116M. La Figura 2C ilustra una porción de los primeros álabes de guía 116 con los álabes de guía móviles 116M en una posición cerrada. En realizaciones ejemplares, el accionador 208 puede estar unido a los álabes de guía móviles individuales 116M o, como alternativa, y como se ilustra en las Figuras 2B-2C, do o más álabes de guía móviles 116M pueden unirse entre sí a través del varillaje 210 y operarse por un solo accionador 208. Una junta del árbol giratorio (no ilustrado) en el eje de pivote 214 puede evitar la fuga de fluido desde el paso de flujo 104 a la atmósfera.

La Figura 3 ilustra una vista esquemática de una turbina de columna de agua oscilante, de acuerdo con otra realización ejemplar. La turbina de columna de agua oscilante (en adelante, "turbina") 300 se puede acoplar de manera fluida a la cámara de olas 302, como se representa por las flechas 302a, 302b. La cámara de olas 302 puede ser algo similar a la cámara de olas 102 descrita anteriormente.

5 Un árbol 301 de la turbina 300 se extiende a través de la misma a lo largo de un eje central 303, alrededor del que gira el árbol 301. El árbol 301 se puede acoplar a un generador 305, por ejemplo, directamente al mismo. En algunas realizaciones, el árbol 301 se puede acoplar al generador 305 a través de una caja de engranajes (no mostrada), acoplamiento por deslizamiento, o cualquier otro dispositivo de cambio de velocidad. En otras realizaciones, la turbina 300 se puede acoplar también a un compresor, bomba, ventilador, u otro tipo de máquina giratoria, con o sin una caja de engranajes y con o sin un generador, según se desee.

15 La turbina 300 define un paso de flujo 304, que es una corona circular de diámetro variable. El paso de flujo 304 incluye una primera, segunda, y tercera secciones que se extienden axialmente 306, 308, 310, de tal manera que el paso de flujo 304 es generalmente simétrico alrededor del eje central 303. El diámetro D3 de la tercera sección que se extiende axialmente 310 puede ser menor que los diámetros D4 de la primera y segunda secciones que se extienden axialmente 306, 308. Como tal, la turbina 300 puede tener generalmente forma de reloj de arena con un "cuello" definido en el área de la tercera sección que se extiende axialmente 310. La primera, segunda y tercera secciones que se extienden radialmente 306, 308, 310 se pueden extender en una verdadera dirección axial, es decir, paralela al eje central 303, como se muestra, o pueden gradualmente curvarse de axial recta a radial, mientras que todavía caen dentro de la definición de "que se extienden axialmente".

20 El paso de flujo 304 incluye también un primer y segundo puertos 312, 314, que se definen en cada extremo del paso de flujo 304. El primer y segundo puertos 312, 314 pueden estar orientados axialmente con respecto al eje central 303, como se muestra. Además, el primer y segundo puertos 312, 314 se pueden disponer circunferencialmente alrededor del eje central 303, a fin de proporcionar una entrada y salida anulares. Como tal, el primer y segundo puertos 312, 314 pueden definir las extensiones axiales externas del paso de flujo 304.

25 Como se muestra en la Figura 3, la turbina 300 incluye primeros álabes de guía 316 situados en la primera sección que se extiende axialmente 306 y segundos álabes de guía 318 situados en la segunda sección que se extiende axialmente 308. Los primeros álabes de guía 316 se puede disponer más cerca al primer puerto 312 que de la tercera sección que se extiende axialmente 310 y los segundos álabes de guía 318 se pueden disponer más cerca del segundo puerto 314 que de la tercera sección que se extiende axialmente 310. Como tal, los primeros y segundos álabes de guía 316, 318 puede describirse en el presente documento como estando "dispuestos proximalmente" con respecto al primer y segundo puertos 312, 314, respectivamente. Los primeros y segundos álabes de guía 316, 318 se pueden extender completa o parcialmente a través de la primera y segunda secciones que se extienden axialmente 306, 308, respectivamente, del paso de flujo 304.

35 Similar a la turbina 200, la turbina 300 también incluye palas 320 del rotor, que se disponen en la tercera sección que se extiende axialmente 310 del paso de flujo 304. Las palas 320 del rotor pueden, por ejemplo, palas de impulsos, de tal manera que las palas 320 del rotor se hacen girar por la interacción impulsiva con el flujo de fluido; sin embargo, palas de reacción se podrían utilizar sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Las palas 320 del rotor se extienden desde el árbol 301 y se acoplan (por ejemplo, sueldan, con soldadura fuerte, fijan, o forman integralmente) con el mismo, por ejemplo, mediante un cubo 322. Las palas 320 del rotor se pueden extender completa o parcialmente a través de la tercera sección que se extiende axialmente 310 del paso de flujo 304 y se configuran para girar alrededor del eje central 303. Como tal, las palas 320 del rotor pueden estar desplazadas del eje central 303 por una distancia considerablemente menor que una distancia en la que los primeros y segundos álabes de guía 316, 318 están desplazados del eje central 303. Las palas 320 del rotor pueden ser palas de impulso, configuradas para hacer girar el árbol 301 girando el fluido y absorbiendo así la energía recibida por impulso con el fluido.

La operación de la turbina 300 puede ser similar a la de la turbina 200 y se omite en el presente documento en aras de la brevedad.

50 La Figura 4A ilustra una vista en perspectiva de una porción inferior de la turbina 300 (porción entre las palas 320 del rotor y el primer puerto 312), incluyendo el primer puerto 312 y los primeros álabes de guía 316. Como se entenderá, una porción superior (porción entre las palas 320 del rotor y el segundo puerto 314) de la turbina 100 que incluye el segundo puerto 314 y los segundos álabes de guía 318 puede ser similar a la porción inferior que se ilustra en la Figura 4A por tanto, solo la porción inferior mostrada en la Figura 4A será referenciada para fines ilustrativos. Como se ilustra en la Figura 4A, la porción inferior puede estar formada por múltiples secciones superior e inferior 402, 404 que definen la primera sección que se extiende axialmente 306 del paso de flujo 304 entre las mismas. Como en la Figura 2A, una de la sección superior y las secciones inferiores 402, 404 se retiran en la Figura 4A para ilustrar más claramente los primeros álabes de guía 316 dispuestos circunferencialmente a intervalos regulares proximalmente con respecto al primer puerto 312. La Figura 4A ilustra también una válvula de cierre 414 que comprende los primeros álabes de guía 316 dispuestos entre dos placas circulares concéntricas interior y exterior 410, 412

(ilustradas en líneas discontinuas). La válvula de cierre 414 se acopla a las secciones superior e inferior 402, 404 de la porción inferior de la turbina 300. Sin embargo, en otra realización ejemplar, los primeros álabes de guía 316 se pueden disponer directamente entre las secciones superior e inferior 402, 404. En cualquier realización ejemplar, los primeros álabes de guía 316 (y los segundos álabes de guía 318) pueden evitar que el fluido entre en el paso de flujo 304, como se explica a continuación. Las flechas de bloqueo bidireccionales B en la Figura 4A ilustran la dirección del flujo de fluido hacia y desde la cámara de olas 302.

En la válvula de cierre 414, cada otro de los álabes de guía 316F de los primeros álabes de guía 316 se puede fijar (inamoviblemente) y se puede disponer entre dos álabes de guía móviles 316M de los primeros álabes de guía 316. Como tal, los primeros álabes de guía 316 pueden alternar entre álabes de guía fijos y móviles 316F, 316M, estando cada uno configurado para dirigir el fluido entrante (por ejemplo, aire) en las palas 320 del rotor. Dicho de otra manera, los álabes de guía fijos y móviles 316F y 316M se pueden disponer secuencialmente en un patrón alternativo en el paso de flujo 304. Los álabes de guía fijos 316F pueden proporcionar una conexión estructural entre las placas circulares interior y exterior 410, 412 de la válvula de cierre 414, y los álabes de guía móviles 316M pueden operar entre las placas circulares interior y exterior 410, 412.

Cada álabe de guía móvil 316M se puede situar en un carrete giratorio 416 configurado para girar el álabe de guía móvil 316M cuando el carrete giratorio 416 gira. Las superficies interiores de los carretes giratorios 416 pueden ajustarse a (o pueden estar a nivel con) la superficie radial interior de la placa circular exterior 412. La superficie exterior de los carretes giratorios 416 se puede extender fuera de la placa circular exterior 412 y un husillo de accionamiento cilíndrico 418 se puede extender desde la superficie exterior de los carretes giratorios 416.

Las Figuras 4B y 4C ilustran una porción de la válvula de cierre 414 con la placa circular exterior 412 y algunos de los carretes giratorios 416 retirados. La Figura 4B ilustra los álabes de guía móviles 316M en una posición abierta. La Figura 4C ilustra los álabes de guía móviles 316M en una posición cerrada. Un accionador (no mostrado) se puede situar en o adyacente a la placa circular exterior 412 o la sección superior 402 y puede conectarse con el husillo de activación cilíndrica 418 de los carretes giratorios 416 a través de varillajes (ver a continuación). En una realización ejemplar, cada carrete giratorio 416 se puede operar a través de un único accionador. En otra realización ejemplar, un accionador puede operar dos o más carretes giratorios 416. En cualquier realización ejemplar, cuando los carretes giratorios 416 giran, los álabes de guía móviles 316M giran (por ejemplo, alrededor de un eje perpendicular al eje central 303), y los bordes anterior y posterior de los álabes de guía móviles 316M se ponen en contacto con los álabes de guía fijos 316F y colocan los álabes de guía móviles 316M en una posición cerrada, como se ilustra en la Figura 4C. Esto puede a su vez cerrar el primer puerto 312 y evitar que el fluido entre en el paso de flujo 304. Se debe observar que los bordes anterior y posterior pueden referirse a los bordes de los álabes de guía móviles 316M con respecto al flujo de fluido que entra en el paso de flujo 304. En el presente documento, el flujo de fluido entra en contacto con el borde anterior de los álabes de guía móviles 316M antes de contactar el borde posterior de los álabes de guía móviles 316M. La Figura 4D ilustra una vista en perspectiva de un carrete giratorio individual 416 y de un álabe de guía móvil 316M.

Las Figuras 5A-5F ilustran diferentes configuraciones de los varillajes utilizados para operar los álabes de guía móviles 316M de los primeros álabes de guía 316 de la turbina 300. Cabe señalar que las configuraciones de varillaje ilustradas en las Figuras 5A-5F se pueden usar también para operar los álabes de guía móviles 116M de los primeros álabes de guía 116 de la turbina 100. También debe observarse que, de forma alternativa, el sistema de varillajes 210 que se ilustra en las Figuras 2B puede usarse para operar los álabes de guía móviles 316M de los primeros álabes de guía 316 de la turbina 300. Las Figuras 5A-5D ilustran un solo accionador 508 conectado a dos (Figuras 5C, 5D) o más (Figuras 5A, 5B) de álabes de guía móviles 316M. Las Figuras 5A y 5C ilustran los álabes de guía móviles 316M en una posición abierta y las Figuras 5B y 5D ilustran los álabes de guía móviles 316M en una posición cerrada. Las Figuras 5E y 5F ilustran cada uno de álabes de guía móviles 316M estando provisto de un accionador individual 508. La Figura 5E ilustra los álabes de guía móviles 316M en una posición abierta y la Figura 5F ilustra los álabes de guía móviles 316M en una posición cerrada. Cabe señalar que, aunque las configuraciones de varillaje en las Figuras 5A-5F son para una válvula de cierre 414 que tiene placas planas (ver a continuación), las configuraciones de varillaje de las Figuras 5A-5F se pueden utilizar también con una válvula de cierre que tiene placas circulares (Figuras 4A-4D) y/o con álabes de guía que incluyen los carretes giratorios (Figuras 4A-4D) descritos anteriormente.

Las Figuras 6A y 6B ilustran una realización ejemplar de la válvula de cierre 414. En el presente documento, las placas circulares interior y exterior 410, 412 de la válvula de cierre 414 pueden sustituirse por una serie de placas planas interior y exterior 610, 612 (también referidas como secciones de conducto facetadas) conectadas entre sí. Los álabes de guía fijos 316F puede fijarse en la intersección de los pares adyacentes de placas planas interior y exterior 610, 612. Tal conjunto puede permitir que los álabes de guía móviles 316M giren entre dos placas planas interior y exterior paralelas 610, 612. Como se ilustra, un husillo de accionamiento 614 se puede acoplar a los álabes de guía móviles 316M y puede extenderse desde la superficie exterior de las placas planas exteriores 612. El accionador 508 (no ilustrado) se puede acoplar al husillo de accionamiento 614 y puede hacer girar los álabes de guía móviles 316M a través de los varillajes (por ejemplo, las configuraciones ilustradas en las Figuras 5A-5F) unidos al mismo. La Figura 6A ilustra los álabes de guía móviles 316M en una posición abierta y la Figura 6B ilustra

los álabes de guía móviles 316M en una posición cerrada.

5 En las realizaciones ejemplares, la válvula de cierre se sitúa entre la cámara de la columna de agua oscilante y las palas del rotor y, como el movimiento de las olas no se puede controlar, la válvula de cierre permite aislar las palas del rotor (y el rotor) de la potencia neumática entrante. Esto permite que la turbina sea detenida (y, por lo tanto, protegida) durante los períodos de potencia de entrada excesiva, por ejemplo, durante las tormentas, y también para operaciones de parada previstas, tales como las actividades de mantenimiento.

10 Lo anterior ha esbozado características de diversas realizaciones de modo que los expertos en la materia pueden entender mejor la presente divulgación. Los expertos en la materia deberían apreciar que pueden usar fácilmente la presente divulgación como una base para diseñar o modificar otros procesos y estructuras para llevar a cabo los mismos fines y/o conseguir las mismas ventajas de las realizaciones introducidas en el presente documento. Los expertos en la materia deberían también darse cuenta de que tales construcciones equivalentes no se apartan del espíritu y alcance de la presente divulgación, y que pueden hacer diversos cambios, sustituciones y alteraciones en el presente documento sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

**REIVINDICACIONES**

1. Una turbina de columna de agua oscilante (100; 300), que comprende:

5 un árbol (101, 301) configurado para girar alrededor de un eje central (103; 303);  
 primer y segundo puertos anulares (112, 114; 312, 314) dispuestos alrededor del eje central;  
 palas (120; 320) del rotor acopladas con o integrales con el eje (101; 301) y dispuestas entre el primer y segundo  
 puertos anulares (112, 114; 312, 314);  
 un paso de flujo (104; 304) que se extiende entre el primer y segundo puertos anulares (112, 114; 312, 314),  
 intersecando las palas (120; 320) del rotor el paso de flujo (104; 304); y  
 10 una válvula de cierre (124; 414) que incluye primeros álabes de guía (116; 316) y segundos álabes de guía (118;  
 318),

15 los primeros álabes de guía (116; 316) dispuestos proximales al primer puerto anular (112; 312), los primeros  
 álabes de guía configurados para controlar un primer flujo de fluido en el paso de flujo (104; 304), e  
 incluyendo los primeros álabes de guía primeros álabes de guía fijos (116F; 316F) y primeros álabes de guía  
 móviles (116m; 316M),  
 los segundos álabes de guía (118; 318) dispuestos proximales al segundo puerto (114; 314), los segundos  
 álabes de guía configurados para controlar un segundo flujo de fluido en el paso de flujo (104; 304),  
 incluyendo los segundos álabes de guía segundos álabes de guía fijos (118F; 318F) y segundos álabes de  
 guía móviles (118M; 318M), y  
 20 los primeros y segundos álabes de guía móviles (116m, 118M; 316M, 318M) se configuran para girar  
 alrededor de un eje perpendicular al eje central (103; 303).

25 2. La turbina de columna de agua oscilante (100; 300) de la reivindicación 1, en la que los primeros álabes de guía  
 fijos (116F; 316F) y los primeros álabes de guía móviles (116M; 316M) se disponen secuencialmente en un patrón  
 alternativo en el paso de flujo ( 104; 304), y los segundos álabes de guía fijos (118F; 318F) y los segundos álabes de  
 guía móviles (118M; 318M) se disponen secuencialmente en un patrón alternativo en el paso de flujo (104; 304).

30 3. La turbina de columna de agua oscilante (100; 300) de la reivindicación 1, en la que los primeros álabes de guía  
 móviles (116M; 316M) se configuran para girar y ponerse en contacto con los primeros álabes de guía fijos  
 adyacentes (116F; 316F) para evitar que el primer flujo de fluido entre en el paso de flujo (104; 304), y los segundos  
 álabes de guía móviles (118M; 318M) se configuran para girar y ponerse en contacto con los segundos álabes de  
 guía fijos adyacentes (118F; 318F) para evitar que el segundo flujo de fluido entre en el paso de flujo (104; 304).

35 4. La turbina de columna de agua oscilante (100; 300) de la reivindicación 1, que comprende además al menos un  
 primer accionador (208; 508) dispuesto adyacente a los primeros álabes de guía (116; 316) y al menos un segundo  
 dispositivo de accionamiento dispuesto adyacente a los segundos álabes de guía ( 118; 318), el al menos un primer  
 accionador (208; 508) configurado para operar uno o más de los primeros álabes de guía móviles (116M; 316M), y el  
 al menos un segundo accionador configurado para operar uno o más de los segundos álabes de guía móviles  
 (118M; 318M).

40 5. La turbina de columna de agua oscilante (100; 300) de la reivindicación 4, en la que un carrete giratorio (416) se  
 acopla a cada álabe de guía móvil de los primeros y segundos álabes de guía móviles (116m, 118M; 316M, 318M), y  
 el al menos uno del primer y segundo accionadores (208; 508) se configuran para girar el carrete giratorio (416) para  
 girar los primeros y segundos álabes de guía movibles correspondientes acoplados al carrete giratorio.

6. La turbina de columna de agua oscilante (100) de la reivindicación 1, en la que el primer y segundo puertos  
 anulares (112, 114) están orientados radialmente con respecto al eje central (103).

7. La turbina de columna de agua oscilante (300) de la reivindicación 1, en la que el primer y segundo puertos  
 anulares (312, 314) están orientados axialmente con respecto al eje central (303).

45

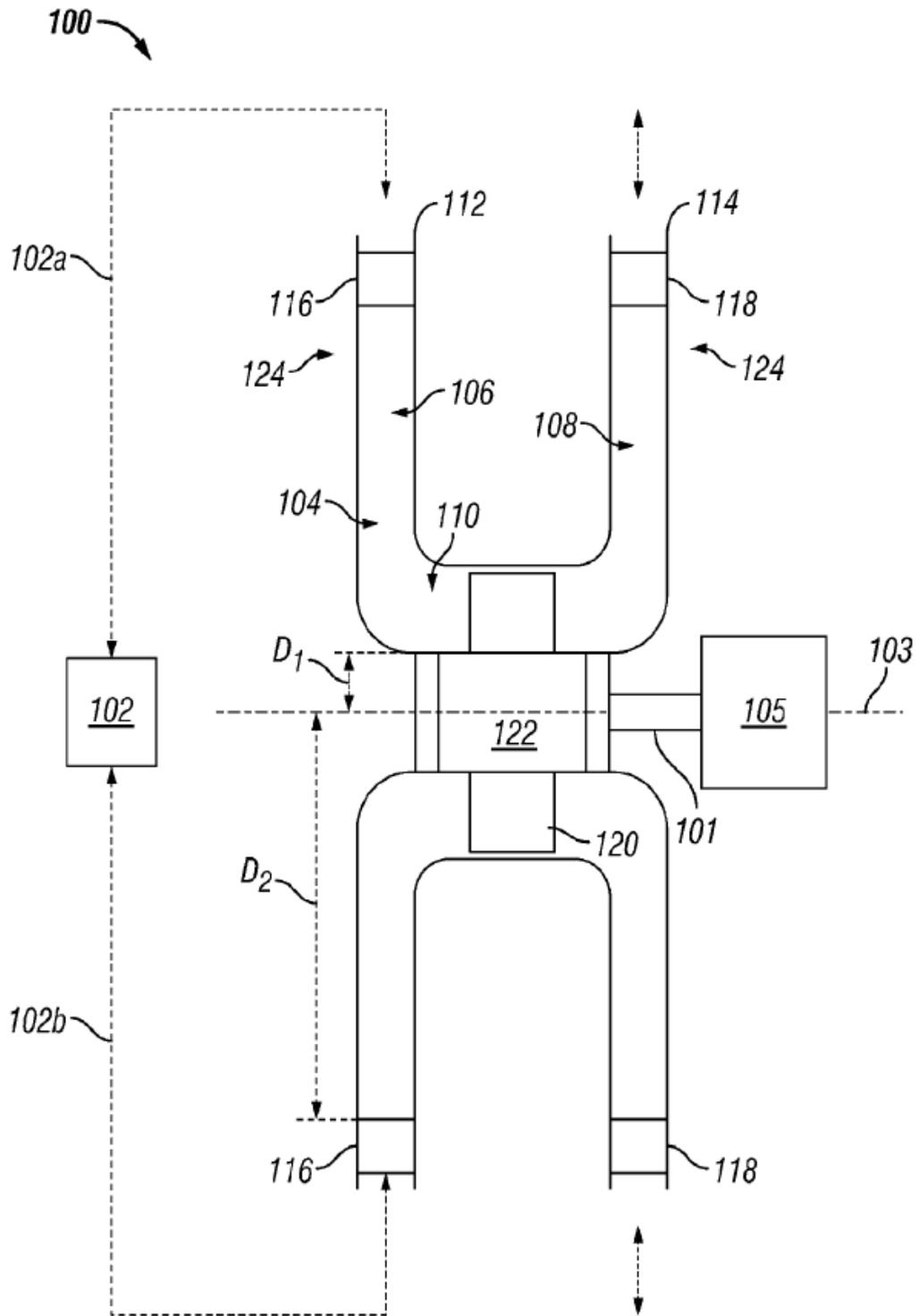
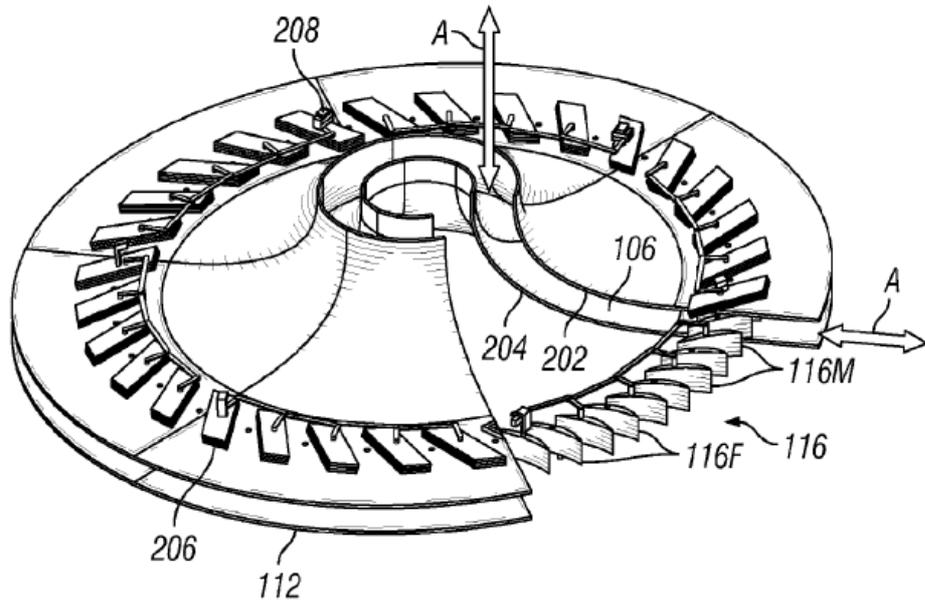
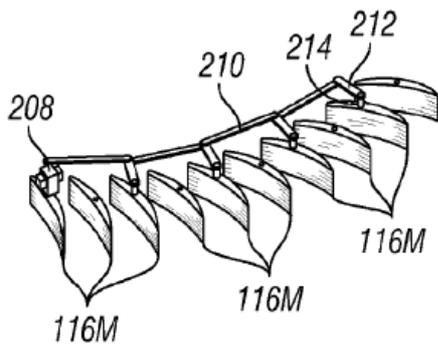


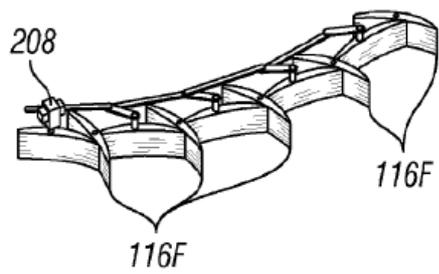
FIG. 1



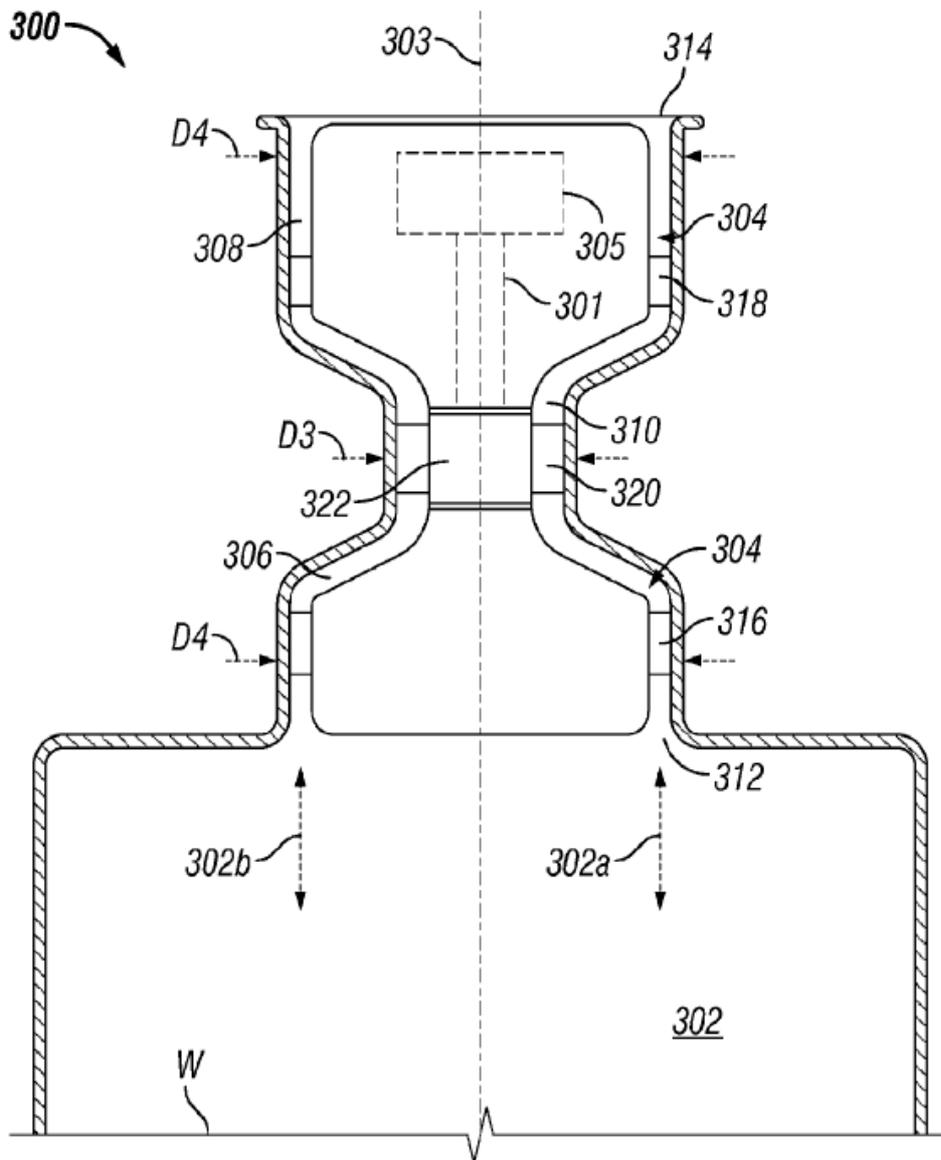
**FIG. 2A**



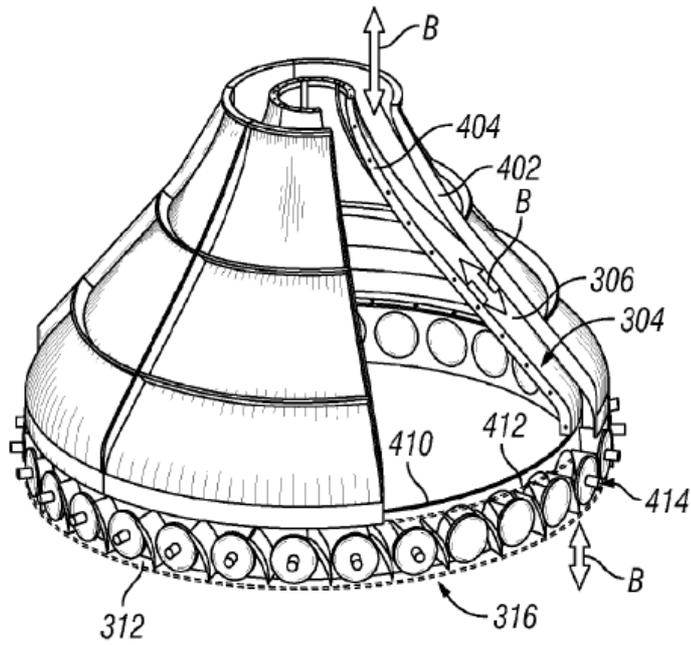
**FIG. 2B**



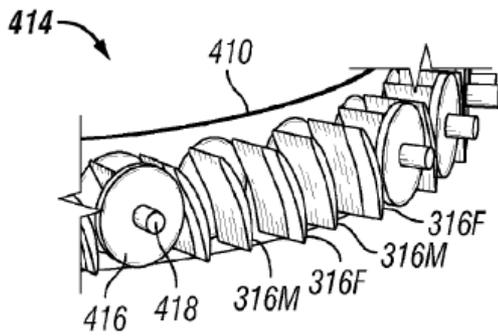
**FIG. 2C**



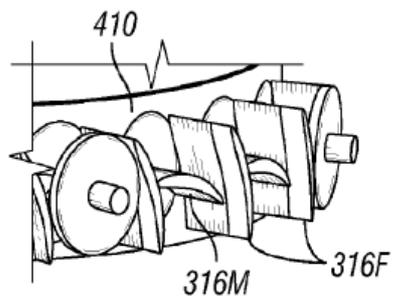
**FIG. 3**



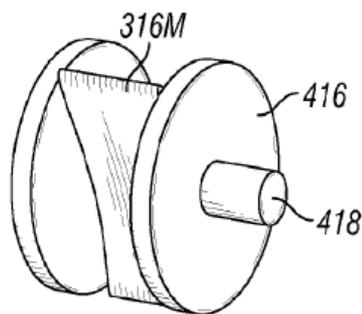
**FIG. 4A**



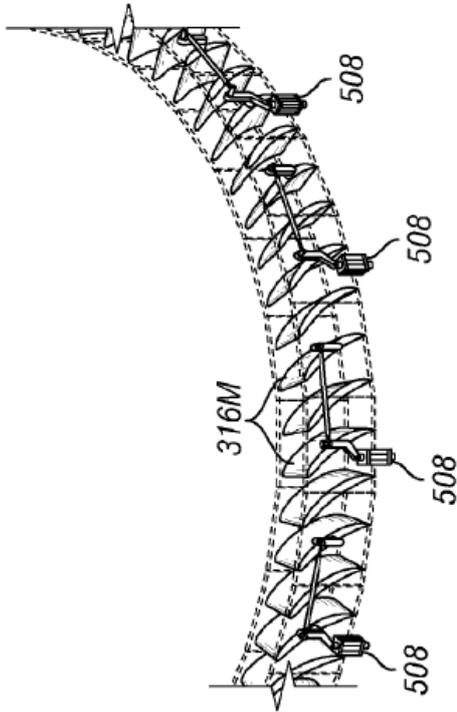
**FIG. 4B**



**FIG. 4C**



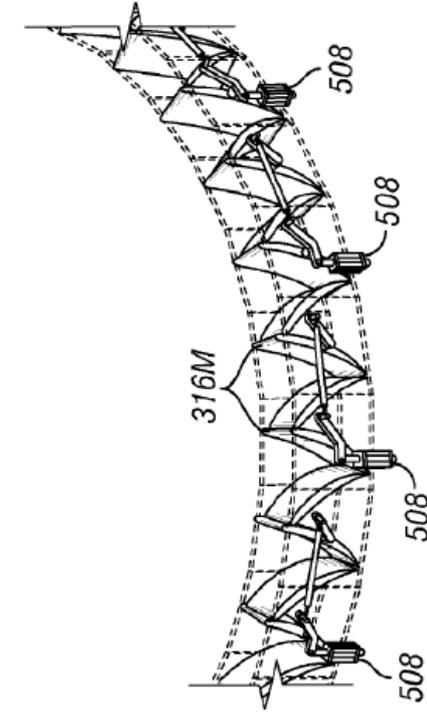
**FIG. 4D**



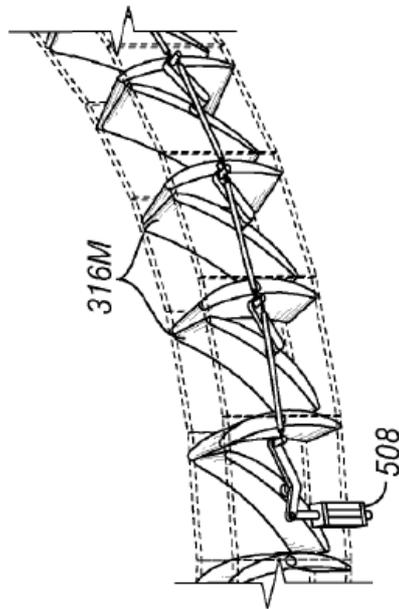
**FIG. 5C**



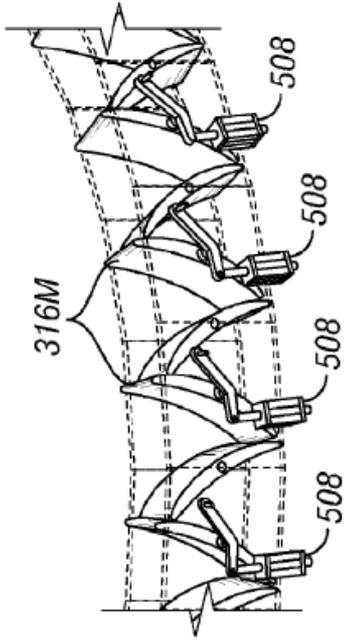
**FIG. 5A**



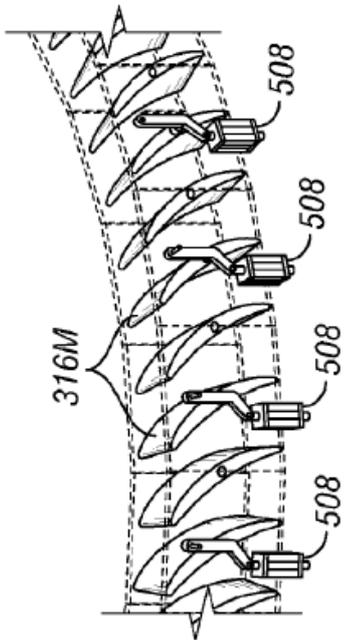
**FIG. 5D**



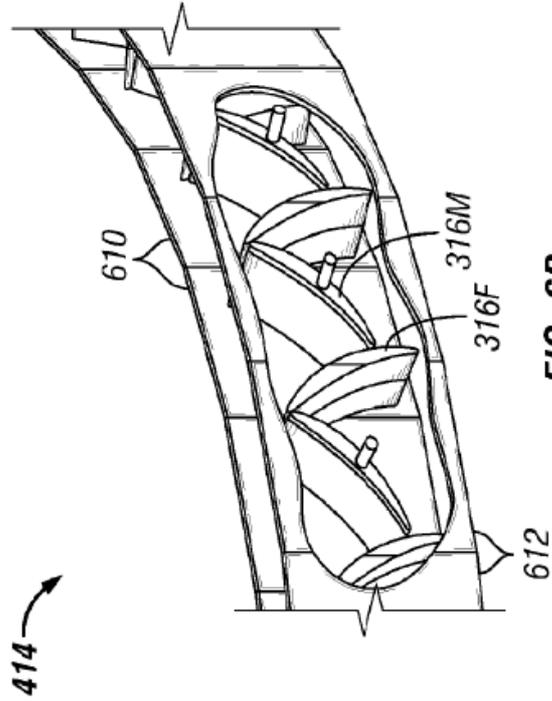
**FIG. 5B**



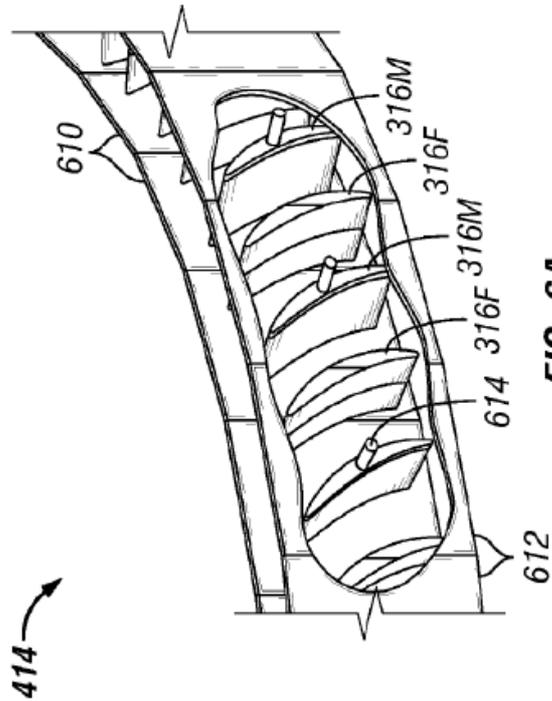
**FIG. 5F**



**FIG. 5E**



**FIG. 6B**



**FIG. 6A**

414

414