

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 856 190**

51 Int. Cl.:

F03B 17/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2014** **PCT/EP2014/059656**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.11.2014** **WO14180995**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2014** **E 14728844 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.12.2020** **EP 2994635**

54 Título: **Aparato generador hidroeléctrico sumergible y método de evacuación de agua de dicho aparato**

30 Prioridad:

10.05.2013 GB 201308416

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

27.09.2021

73 Titular/es:

**MCELROY, OWEN (100.0%)
10 Lissen Manor Seatown
Swords, County Dublin, IE**

72 Inventor/es:

MCELROY, OWEN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 856 190 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

Aparato generador hidroeléctrico sumergible y método de evacuación de agua de dicho aparato

Campo técnico

5 Esta invención se refiere a un aparato generador hidroeléctrico sumergible y a un método de evacuación de agua de dicho aparato.

Estado de la técnica

Desde hace muchos años, se observa una tendencia a alejarse del uso de combustibles fósiles hacia suministros de energía renovable para la generación de electricidad.

10 Una forma de suministro de energía renovable que se está volviendo cada vez más popular y atrayendo más atención es la generación de energía hidroeléctrica que utiliza "cataratas" submarinas para generar la electricidad. Generalmente hablando, estos dispositivos comprenden un generador con una turbina que se sumerge bajo el agua. El agua cae desde arriba sobre la turbina haciendo que la turbina gire y este movimiento se traduce en electricidad.

15 Un aparato para aprovechar esta energía y producir electricidad se describe en la solicitud de patente de EE. UU. n.º US2009/0230687 en nombre de Robichaud, en lo sucesivo denominada simplemente Robichaud. Otro aparato para aprovechar esta energía y producir electricidad se describe en la solicitud de patente de EE. UU. n.º US2011/0260460 en nombre de Rovinsky, en lo sucesivo denominada Rovinsky. Otro aparato relevante se describe en el documento US 2009/140525.

20 Un problema común de todos estos dispositivos es cómo evacuar eficientemente el agua que ha pasado sobre la turbina desde el aparato. Si se permite que el agua permanezca o se acumule en el aparato, la turbina eventualmente se inundará y ya no girará. De hecho, Rovinsky menciona específicamente esto como un problema de la disposición de sacacorchos utilizada para evacuar agua del aparato descrito en Robichaud. Rovinsky afirma que la disposición en sacacorchos de Robichaud será insuficiente para eliminar el agua de debajo de la turbina. Rovinsky describe varias disposiciones diferentes para evacuar agua del aparato.

25 Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato generador hidroeléctrico sumergible y un método para hacer funcionar el mismo que supere al menos algunos de los problemas de la técnica anterior conocida. Más específicamente, un objeto de la invención es proporcionar un aparato y un método que pueda evacuar eficazmente agua del aparato. Otro objeto más de la presente invención es proporcionar una elección útil para el consumidor.

Resumen de la invención

Según la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible según la reivindicación 1.

30 Al tener un aparato de este tipo, será posible evacuar el agua del aparato de una manera muy eficiente y eficaz.

El suministro de fluido que ha sido presurizado por el agua que entra en el aparato se complementa con un suministro de fluido presurizado auxiliar y esto garantizará que el agua sea evacuada del aparato de manera eficiente.

En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que se proporciona un compresor para proporcionar el suministro de fluido presurizado auxiliar.

35 En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que se proporcionan una pluralidad de turbinas.

En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que se proporciona una pluralidad de pasajes de líquido, cada uno de los cuales tiene una turbina.

40 En una realización de la invención se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que la pluralidad de turbinas están espaciadas circunferencialmente alrededor de la cámara exterior.

45 En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que el regulador de flujo comprende un sumidero ubicado en el pasaje de líquido debajo de la turbina. Esta se considera una implementación preferida de la presente invención. Al proporcionar un sumidero, el flujo de agua que entra en el aparato no tiene que detenerse cuando se está evacuando el agua del aparato. En cambio, el agua entrante se puede almacenar temporalmente en el sumidero. Cuando se ha evacuado el agua, esta agua en el sumidero puede liberarse y dejarse viajar hacia la salida de descarga y la cámara de presión interior.

50 En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que el regulador de flujo comprende una válvula operable para bloquear selectivamente el paso de agua a través del pasaje de líquido. Esto también se considera una realización preferida de la invención. La válvula, que puede ser una válvula antirretorno o una simple aleta que se puede mover de manera controlable hacia o fuera de su posición bloqueando o

liberando el pasaje de líquido, evitará que el agua sea empujada hacia arriba a través del pasaje de líquido en la dirección de la turbina y no permitirá que la turbina se inunde.

5 En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que se proporciona una turbina montada en línea con la salida de descarga del aparato. Al proporcionar una turbina adicional en esta posición, la turbina adicional puede aprovechar la energía del flujo de agua que se expulsa del aparato. Es casi seguro que este flujo será periódico, pero se concibe que aún valga la pena aprovecharlo.

En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que se proporciona un pistón montado en la cámara de presión interior operable para evacuar agua del aparato.

10 En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que se proporciona un sensor de presión en comunicación con el controlador, siendo el sensor de presión operable para medir la presión del suministro de fluido presurizable en la cámara de presión interior. Al tener un sensor de presión, el aparato puede garantizar que la presión del fluido en la cámara de presión interior sea suficiente para expulsar el agua del aparato. La salida de descarga solo se abrirá cuando se alcance la presión correcta en la cámara de presión interior. Además, el sensor de presión se puede usar para garantizar que se proporcione la cantidad correcta de fluido

15 adicional desde el suministro de fluido auxiliar para garantizar que la presión en la cámara interior sea adecuada para expulsar el agua de la cámara de presión interior del aparato.

En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que el aparato comprende una construcción de dos partes:

20 comprendiendo la primera parte la cámara de presión interior y una parte sustancial de la cámara exterior incluye la salida de descarga y una parte del pasaje de líquido que está en comunicación con la salida de descarga;

siendo la segunda parte desconectable de manera liberable de la primera parte y que contiene la entrada de carga, la turbina y una parte del pasaje de líquido que está en comunicación con la entrada de carga;

25 tanto la primera parte como la segunda parte tienen, cada una, una abertura de enlace para comunicación con la abertura de enlace de la otra parte de la primera y la segunda para conectar juntas las partes del pasaje de líquido y completar el pasaje de fluido.

Esta construcción de dos partes se considera particularmente útil ya que la segunda parte se puede retirar para su mantenimiento o reparación, mientras que el resto del aparato puede continuar funcionando según lo previsto. Además, esto puede facilitar la instalación, el transporte y la construcción.

30 En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que el aparato se construye predominantemente de un material polimérico.

En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que se proporciona una válvula de liberación en la cámara interior para permitir la evacuación de al menos algo del suministro de fluido presurizable desde la cámara interior. Esto se considera un aspecto útil de la presente invención. Se concibe que, en algunas circunstancias, puede ser deseable o necesario evacuar al menos algo del fluido presurizable de la

35 cámara de presión interior para acelerar la entrada de agua en la cámara de presión interior.

En una realización de la invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que se proporciona un tanque conectado a la válvula de liberación para recibir el suministro de fluido presurizable evacuado de la cámara interior. Alternativamente, el fluido presurizable se puede sacar a la atmósfera externa, sin embargo, puede ser preferible recolectar el fluido presurizable en lugar de permitir que salga del aparato y un tanque es una

40 forma útil de recolectar el fluido presurizable.

En una realización de la presente invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que el tanque se ubica entre la cámara de presión interior y la cámara exterior.

45 En una realización de la presente invención, se proporciona un aparato generador hidroeléctrico sumergible en el que se proporciona un recipiente a presión operable para promover el flujo de un fluido a través del aparato. Esto se considera otro aspecto útil de la presente invención, un recipiente a presión puede ser un recipiente capaz de proporcionar una presión positiva o, alternativamente, el recipiente a presión puede ser un recipiente capaz de proporcionar una presión negativa. La presión positiva o negativa ejercida por el recipiente a presión, dependiendo de su ubicación en el aparato, se puede usar para promover la entrada de agua en la cámara de presión interior desde

50 la segunda parte del aparato o, de hecho, se puede usar para promover la expulsión de agua o fluido presurizable desde la cámara de presión interior.

En una realización de la invención, se proporciona un método para evacuar agua de un aparato generador hidroeléctrico sumergible según la reivindicación 18 del método independiente.

Esto se considera una forma particularmente eficaz de evacuar agua del aparato. El agua se utilizará de forma eficiente para comprimir un suministro de fluido, preferiblemente un gas tal como, pero no limitado a, aire, en la cámara de presión interior. De esta manera, se proporciona una forma muy eficiente de expulsar agua del aparato y garantizar que el aparato permanezca relativamente "seco" de modo que la turbina no se inunde.

- 5 En una realización de la invención, se proporciona un método que comprende las etapas de monitorizar la presión del fluido presurizado por el agua que fluye entrando al aparato y cuando el fluido alcanza una presión predeterminada, abriendo temporalmente una abertura de descarga en el aparato para permitir evacuación del agua a través del mismo.

En una realización de la invención, se proporciona un método que comprende la etapa de, cuando se descarga agua del aparato, limitar el flujo de agua entrante adicional a través del aparato.

- 10 En una realización de la invención, se proporciona un método en el que la etapa de limitar el flujo de agua entrante adicional a través del aparato comprende almacenar temporalmente el agua en un sumidero ubicado debajo y separado de la turbina.

Breve descripción de los dibujos

- 15 La invención se entenderá ahora más claramente a partir de la siguiente descripción de algunas realizaciones de la misma que se dan a modo de ejemplo únicamente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato generador hidroeléctrico sumergible según la invención;

La Figura 2 es una vista en perspectiva, en sección transversal parcial de una primera parte del aparato generador hidroeléctrico sumergible;

- 20 La Figura 3 es una vista lateral en sección transversal de una segunda parte del aparato generador hidroeléctrico sumergible;

Las Figuras 4 a 7 inclusive son vistas laterales en sección transversal del aparato generador hidroeléctrico sumergible durante el funcionamiento;

La Figura 8 es una vista en perspectiva en sección transversal parcial de una realización alternativa de la primera parte del aparato generador hidroeléctrico sumergible;

- 25 La Figura 9 es una vista en perspectiva en sección transversal parcial de otra realización alternativa de la primera parte del aparato generador hidroeléctrico sumergible; y

La Figura 10 es una vista lateral en sección transversal de una realización alternativa de la segunda parte del aparato generador hidroeléctrico sumergible.

Descripción detallada de los dibujos

- 30 Con referencia a las Figuras 1 a 3, e inicialmente específicamente a la Figura 1, se muestra un aparato generador hidroeléctrico sumergible, indicado generalmente por el número de referencia 1, que comprende una primera parte 3 y una segunda parte 5 montadas en la primera parte. En la realización mostrada, la primera parte 3 es un cilindro octagonal y se proporcionan ocho segundas partes 5, una a cada lado del cilindro octagonal, montadas en la primera parte 3.

- 35 Haciendo referencia específicamente a la Figura 2, la primera parte comprende una cámara de presión interior 7 y una cámara exterior 9 que rodea y está separada de la cámara de presión interior 7. Se proporciona una pluralidad de aberturas de descarga 11 ubicadas junto a la base de la cámara exterior 9 y un miembro de cierre, en este caso provisto por medio de un anillo anular 13. El anillo anular 13 se monta de forma giratoria en la cámara exterior 9 y tiene una pluralidad de aberturas 15 formadas en el mismo. A medida que el anillo anular 13 gira alrededor de la cámara exterior, las aberturas 15 se alinearán con las aberturas de descarga 11. La rotación adicional del anillo 13 o la rotación del anillo 13 en sentido opuesto desalineará las aberturas 15 de la alineación con las aberturas 11 cerrando así las aberturas de descarga 11. La parte de la primera parte sobre la que se asienta el anillo anular será de forma cilíndrica en lugar de forma octogonal para permitir la rotación del anillo anular alrededor de la primera parte. La primera parte comprende además un tanque de aire comprimido 17 y un compartimento de transformador y compresor 19 encima de la cámara de presión interior 7.

- 45 Con referencia específicamente a la Figura 3, la segunda parte 5 comprende una abertura de carga 21 y un pasaje de líquido 23 dentro de la segunda parte 5. Una turbina 25 se monta en el pasaje de líquido 23 y se proporciona un sumidero 27 debajo y separado de la turbina en el pasaje de líquido para recoger agua que baja por el pasaje de líquido 23 sobre la turbina 25. La segunda parte comprende un compartimento de generador/alternador 29 con un generador/alternador (no mostrado) en el mismo en comunicación con la turbina 25 para transformar el movimiento de rotación de la turbina 25 en electricidad. La abertura de carga 21 está provista preferiblemente con una rejilla de admisión 31 para evitar que objetos extraños grandes entren en el pasaje de líquido y se proporciona un cierre 33 para la abertura de carga 21 que se puede mover sobre la abertura de carga para evitar la entrada de agua en el pasaje de

líquido.

Con referencia a las Figuras 4 a 7 inclusive, se muestra una pluralidad de vistas del aparato generador hidroeléctrico sumergible 1 según la invención en funcionamiento. Con referencia en primer lugar a la Figura 4, se puede ver que cuando la primera parte 3 y la segunda parte 5 se unen, el pasaje de líquido 23 no se encuentra únicamente en la segunda parte 5 sino que el pasaje de líquido 23 se extiende hasta el final. desde la entrada de carga 21 en la parte superior de la segunda parte (que puede considerarse para los propósitos de esta especificación como la parte superior de la cámara exterior 9) hacia abajo a través de la segunda parte 5 y hacia la primera parte 3 a través de las aberturas de enlace complementarias 34 en la primera y segunda partes. El agua entrante fluye entre la cámara exterior 9 y la cámara de presión interior 7 hacia las aberturas de descarga 11 en la base de la cámara exterior 9 de la primera parte 3.

En uso, en la Figura 4, la entrada de carga 21 está abierta y sumergida debajo de la superficie de la masa de agua en la que está sumergido el aparato generador hidroeléctrico sumergible. El agua fluye adentro del aparato a través de la entrada de carga 21 y desciende por una cascada a través del pasaje de líquido 23 e impacta en la turbina 25. Esto hace que la turbina gire. El movimiento de rotación de la turbina se convertirá en electricidad en el generador/alternador alojado en el compartimento generador/alternador 29 y de allí pasará al transformador y/o al compresor en el compartimento de transformador y compresor 19. El agua que ha pasado por la turbina continúa viajando a través del pasaje de líquido 23 al sumidero 27 y desde allí pasará a través de las aberturas de enlace 34 hacia abajo a través del pasaje de líquido en el espacio entre la cámara de presión interior 7 y la cámara externa 9 hacia el fondo del cámara exterior 9. El anillo anular 13 se ha girado de modo que las aberturas 15 en el anillo anular 13 no estén alineadas con las aberturas de descarga 11 en la cámara exterior y, por tanto, el agua no puede escapar de la cámara exterior.

La cámara exterior 9 y la cámara de presión interior 7 están en comunicación de fluidos entre sí. Efectivamente, la cámara de presión interior 7 está abierta en la base y el agua que entra a través del pasaje de líquido se acumulará en el fondo de la cámara exterior 9 y comenzará a subir a través de la cámara de presión interior 7 como lo indica la flecha A en la Figura 4. Hay un suministro de fluido presurizable, indicado por el número de referencia 35, en la cámara de presión interior 7. A medida que el agua sube en la cámara de presión interior 7, el volumen de fluido del suministro de fluido presurizable 35, en este caso un gas, preferiblemente aire, disminuirá. A medida que disminuye el volumen, aumentará la presión sobre el gas del suministro de fluido presurizable.

Con referencia específicamente a la Figura 5, el nivel de agua en la cámara de presión interior 7 ha aumentado más, disminuyendo así aún más el volumen de gas. Se entenderá que cuando el gas queda atrapado en la cámara de presión interior 7, la presión del gas del suministro de fluido presurizable 35 será mayor que la que se muestra en la Figura 4. En la Figura 5, gas adicional de un suministro de fluido auxiliar 17 se añade al suministro de fluido presurizable 35, aumentando así aún más la presión del suministro de fluido presurizable 35 en la cámara de presión interior 7.

Un sensor de presión (no mostrado) monitoriza la presión del suministro de fluido presurizable 35. Cuando la presión del suministro de fluido presurizable 35 alcanza un nivel suficiente para evacuar el agua del aparato 1 (es decir, cuando la presión excede la presión hidrostática del agua fuera del aparato), un regulador de flujo, en este caso una válvula 37 en el pasaje de líquido 23, se cierra como se ilustra en la Figura 6. La válvula 37 estaba previamente abierta (como se ilustra en las Figuras 4 y 5), o libre del pasaje de líquido para permitir el paso de agua a través del pasaje de líquido 23, sin embargo, en la configuración que se muestra en la Figura 6, la válvula está cerrada y bloquea el pasaje de líquido 23. Cuando la válvula está cerrada, el anillo anular 13 se gira para llevar las aberturas 15 a su interior en alineación con las aberturas de descarga 11. Una vez que las aberturas 15 en el anillo anular 13 están alineadas con las aberturas de descarga 11, el suministro de fluido presurizado 35 se despresurizará hasta cierto punto y expandirá y provocará que el agua en la cámara interior sea expulsada del aparato a través de las aberturas de descarga 11, como lo ilustra la flecha "B" en la Figura 6. Se concibe que no toda el agua se descargará del aparato para evitar pérdida de suministro de fluido presurizable, sin embargo, una parte significativa del agua será evacuada del aparato.

Haciendo referencia a la Figura 7, cuando el agua ha sido evacuada del aparato 1, el anillo anular 13 se gira una vez más en el mismo sentido o en sentido opuesto para desalinear las aberturas 15 y las aberturas de descarga 11 cerrando de ese modo las aberturas de descarga 11 una vez más. Los reguladores de flujo 37 vuelven a su configuración abierta permitiendo así el flujo de agua hacia abajo a través del pasaje de líquido 23 y hacia la cámara de presión interior 7 una vez más, donde comenzará a presurizar el suministro de fluido presurizable 35 en la cámara de presión interior 7 una vez más.

Se entenderá que cuando la válvula 37 está cerrada, como se ilustra en la Figura 6, el agua que fluye a través del pasaje de líquido 23 retrocederá detrás de la válvula 37 y puede comenzar a llenar el sumidero 27. Tan pronto como las válvulas 37 estén abiertas una vez más (como se ilustra en la Figura 7), el agua acumulada detrás de la válvula 37 y el agua en el sumidero 27 fluirá rápidamente pasando la válvula 37 y hacia la cámara de presión interior 7. La sincronización del funcionamiento de la válvula 37 y del anillo anular 13, la cantidad de presión adicional aplicada y las dimensiones del pasaje de líquido 23 y el sumidero 27 se eligen de modo que la turbina 25 no se inunde mientras las válvulas 37 están cerradas y el agua se está evacuando del aparato 1. Como alternativa o además de esto, podrían proporcionarse cierres para cerrar o estrechar temporalmente las entradas de carga para reducir la admisión de agua mientras se evacua el agua del aparato.

Con referencia ahora a la Figura 8, se muestra una construcción alternativa de la primera parte del aparato según la presente invención, indicada generalmente por el número de referencia 71, donde a las partes similares se les ha dado el mismo número de referencia que antes. La primera parte 71 difiere de la primera parte 3 ilustrada anteriormente en que es sustancialmente cilíndrica a lo largo de toda su altura y no simplemente en la posición del anillo anular 13. Las segundas partes 5 se dimensionarán apropiadamente para que formen un ajuste perfecto con la superficie cilíndrica curvada.

Con referencia a la Figura 9, se muestra una segunda construcción alternativa de la primera parte del aparato según la presente invención, indicada generalmente por el número de referencia 81, donde a las partes similares se les ha dado el mismo número de referencia que antes.

La segunda realización alternativa de la primera parte del aparato difiere de la realización mostrada en la Figura 8 en que se proporciona un pistón 83 montado en la cámara de presión interior. Cuando sea el momento de expulsar el agua de la cámara de presión interior, el pistón 83 será impulsado hacia abajo proporcionando un impulso adicional al agua y forzando el agua a salir de la cámara de presión interior y del aparato más rápido de lo que podría ser el caso.

Con referencia a la Figura 10, se muestra una realización alternativa de la segunda parte del aparato según la invención, indicada generalmente por el número de referencia 91, donde a las partes similares se les ha dado el mismo número de referencia que antes. La segunda realización 91 de la segunda parte del aparato difiere de la realización descrita anteriormente en que se proporciona un recipiente a presión, indicado generalmente por el número de referencia 93 montado en la segunda parte adyacente al sumidero. El recipiente a presión comprende un diafragma 95 y medios (no mostrados) para mover el diafragma hacia y desde la posición mostrada en línea continua y la posición alternativa mostrada en línea discontinua. Los medios para mover el diafragma hacia y desde estas posiciones pueden ser un pistón, un soplante o un dispositivo de vacío. El propósito del recipiente a presión es acelerar la expulsión de agua del sumidero y acelerar el llenado de agua de la cámara de presión interior. A medida que el diafragma se mueve hacia fuera a la posición de la línea discontinua desde la posición de la línea continua, empujará el agua frente al diafragma a lo largo del pasaje de líquido y hacia la cámara de presión interior.

Se concibe que otros recipientes a presión ubicados en otro lugar también se pueden emplear con igualmente buenos resultados. Por ejemplo, puede haber un recipiente de presión de vacío en comunicación con el interior de la cámara de presión interior que sea operable para extraer aire o fluido presurizable de la cámara de presión interior y fomentar una entrada más rápida de agua en la cámara de presión interior debido al vacío parcial, que a partir de entonces existe en la cámara de presión interior. De manera similar, se puede emplear un soplante u otro recipiente a presión para expulsar el agua de la cámara de presión interior cuando se desee hacerlo.

La ventaja de esta invención sobre la técnica anterior existente es su capacidad para eliminar el agua "muerta" de la máquina de una manera rápida y eficiente.

Según la invención, se proporciona un suministro de fluido presurizado auxiliar para complementar el suministro de fluido presurizable. La velocidad a la que se evacua el agua de la cámara de presión interior dependerá en parte de la cantidad de presión acumulada en el fluido presurizable. Como regla general, cuanto más presión haya en el fluido presurizable, más rápida será la expulsión de agua de la cámara de presión interior y más agua será expulsada de la cámara de presión interior.

La provisión de una barra de presión adicional es relativamente simple de lograr con un compresor de bajo coste y bajo consumo de electricidad. De hecho, si es necesario será posible proporcionar más presión con compresores de mayor potencia. Si se proporciona un sistema en el que el fluido compresible sale del dispositivo durante el llenado de la cámara de presión interior con agua, puede ser necesario proporcionar un suministro de fluido presurizable a los compresores. Esto podría lograrse a través de un conducto adecuado que se extienda hacia arriba desde el aparato hasta una posición por encima de la superficie del agua en la que está sumergido el dispositivo.

La electricidad total derivada del dispositivo puede seleccionarse cuidadosamente y dependerá en parte del tamaño del aparato, la eficiencia de las turbinas, el número de turbinas utilizadas y la fuerza del agua que viaja sobre las turbinas (que a su vez dependen en parte de la altura del agua y de la distancia que el agua cae hasta la turbina). Se concibe que el aparato se sumerja en una masa de agua y tenga una profundidad de agua en la región de ocho (8) metros por encima de la turbina. La fórmula para la velocidad del agua que pasa a través de la cascada en el pasaje de líquido 23 y sale del sumidero 27 se obtiene equilibrando las leyes de Newton para la energía cinética y potencial. La ecuación final es:

$$m.v^2 = 2.m.g.H$$

donde m es la masa de agua, v es la velocidad, g es la aceleración debida a la gravedad y H es la altura del agua.

La presión ejercida por el agua en la cámara de presión interior 7 está determinada por la Segunda Ley de Newton:

$$F = m.a$$

donde F es la fuerza que ejerce el agua, m es la masa de agua y a es la aceleración del agua. Luego, la presión del agua se calcula mediante:

$$P = F/A$$

donde P es la presión, F es la fuerza ejercida por el agua y A es el área de la sección transversal. Según la Ley de Pascal, la presión ejercida sobre el aire en la cámara de presión interior 7 de la primera parte 3 es igual a la presión ejercida por el agua entre las paredes interior y exterior para un líquido no compresible y un sistema cerrado. El agua puede, en una primera aproximación, considerarse un líquido no compresible y, debido a que, cuando el agua sale del sumidero 27 hay un flujo constante de agua, el sistema puede considerarse al menos parcialmente cerrado. La presión del suministro de fluido presurizable (aire) y la consiguiente reducción de volumen en la cámara de presión interior 7 se calcula utilizando la Ley de Boyle:

$$P_1.V_1 = P_2.V_2$$

donde P_1 y V_1 son la presión y el volumen del aire en la cámara de presión interior 7 inicialmente mientras P_2 y V_2 son el volumen correspondiente de presión y el volumen de aire después de la compresión por el agua. El empuje del agua que sale del plexo central viene dado por

$$F = 2.A [P-P_H]$$

donde F es la fuerza, A es el área de la sección transversal de la abertura, P es la presión del agua y P_H es la presión hidrostática del agua exterior.

Por ejemplo, en la realización anterior, el aparato se describe como un aparato de dos partes, sin embargo, podría ser una sola parte o de hecho más de dos partes principales. Además, la carcasa del aparato se construye preferiblemente a partir de un material polimérico, aunque podrían usarse otros materiales además del material polimérico o en lugar de éste. El aparato se conectará a una red de distribución de electricidad que puede ser la red nacional o, de hecho, podría ser una conexión al suministro de un edificio o barco individual. Sin embargo, aunque las conexiones eléctricas no se han mostrado para mayor claridad de los dibujos, se entenderá que se proporcionarán. Además, las características del transformador, compresor y generador/alternador no se han mostrado ya que son estándar y se entenderán bien en la técnica. Se concibe que el aparato se pueda anclar al fondo del mar (si se instala en el mar) o se podría empotrar en el fondo de la masa de agua mediante pilones, sin embargo, los medios de fijación no se han mostrado ya que no son relevantes para los aspectos patentables de la invención.

En la realización mostrada, el dispositivo tiene forma de cilindro octogonal, sin embargo, podría tener forma cilíndrica, triangular, cuadrada, rectangular o de otra forma y no es esencial que tenga ocho lados y ocho turbinas. Las turbinas mostradas se muestran configuradas verticalmente alrededor de un eje horizontal, sin embargo, podrían configurarse horizontalmente o configurarse verticalmente pero en ángulos rectos o en un ángulo diferente a la orientación mostrada. En la realización mostrada, hay una pluralidad de entradas de carga y una pluralidad de salidas de descarga aunque esto no es esencial y podría haber una única entrada de carga y/o una única salida de descarga.

En la realización mostrada, el dispositivo se opera detectando la presión del suministro de fluido presurizable 35. Sin embargo, se podría proporcionar un interruptor de flotador en lugar o además de uno o más sensores de presión para detectar el nivel del agua en la cámara de presión interior. A partir de eso, es posible determinar cuándo puede y debe evacuarse el agua y, además, también se podrían usar uno o más sensores de flotación para determinar cuándo el agua se ha evacuado suficientemente de la cámara de presión interior. El aparato y el método funcionan igualmente bien en una piscina de agua estática o en agua corriente.

En esta memoria descriptiva, los términos "comprender, comprende, comprendido y que comprende" y los términos "incluir, incluye, incluido y que incluye" se consideran todos totalmente intercambiables y deberían proporcionarse la interpretación más amplia posible.

La invención no se limita en modo alguno a la realización descrita anteriormente, sino que puede variar tanto en la construcción como en los detalles dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) que comprende un cuerpo sustancialmente vertical que tiene una cámara exterior (9) y una cámara de presión interior (7) rodeada por la cámara exterior y separada de esta, estando la cámara de presión interior (7) en comunicación de fluidos con la cámara exterior (9) adyacente al extremo más inferior de la cámara interior, la cámara de presión interior (9) tiene un suministro de fluido presurizable en la misma, presurizable por agua que fluye hacia el aparato, la cámara exterior (9) tiene una entrada de carga (21) adyacente a la parte superior del cuerpo vertical, una salida de descarga (11) ubicada adyacente a la parte inferior del cuerpo vertical, y un pasaje de líquido (23) intermedio entre la entrada de carga y la salida de descarga, teniendo el pasaje de líquido una turbina (25) montada en el mismo y un regulador de flujo (27) en el pasaje de líquido entre la turbina y la salida de descarga, y en el que se proporciona un cierre (13) que se puede mover hacia y desde una primera posición que bloquea la salida de descarga del evitando de ese modo la evacuación de agua del aparato y una segunda posición que abre la salida de descarga permitiendo así la evacuación de agua del aparato, y en la que se proporciona un controlador y un actuador de cierre capaces de mover el cierre hacia y desde la primera posición y desde la segunda posición en respuesta a una entrada de control del controlador, y en la que se proporciona un suministro de fluido presurizado auxiliar (17) para complementar el suministro de fluido presurizable.
2. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según la reivindicación 1, en el que se proporciona un compresor para proporcionar el suministro de fluido presurizado auxiliar (17).
3. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se proporciona una pluralidad de turbinas (25).
4. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según la reivindicación 3, en el que se proporciona una pluralidad de pasajes de líquido (23), cada uno de los cuales tiene una turbina (25) en su interior.
5. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según las reivindicaciones 3 o 4, en el que la pluralidad de turbinas (25) están espaciadas circunferencialmente alrededor de la cámara exterior (9).
6. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el regulador de flujo comprende un sumidero (27) ubicado en el pasaje de líquido debajo de la turbina.
7. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el regulador de flujo comprende una válvula (37) operable para bloquear selectivamente el paso de agua a través del pasaje de líquido (23).
8. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se proporciona una turbina (25) montada en línea con la salida de descarga (11) del aparato.
9. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se proporciona un pistón (83) montado en la cámara de presión interior (7) operable para evacuar el agua del aparato.
10. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se proporciona un sensor de presión en comunicación con el controlador, siendo el sensor de presión operable para medir la presión del suministro de fluido presurizable en la cámara de presión interior.
11. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato comprende una construcción de dos partes:
la primera parte (3) comprende la cámara de presión interior (7) y una parte sustancial de la cámara exterior (9) que incluye la salida de descarga (11) y una parte del pasaje de líquido (23) que está en comunicación con la salida de descarga;
la segunda parte (5) es desconectable de manera liberable de la primera parte (3) y que contiene la entrada de carga (21), la turbina (25) y una parte del pasaje de líquido (23) que está en comunicación con la entrada de carga;
tanto la primera parte (3) como la segunda parte (5) tienen, cada una, una abertura de enlace (34) para comunicación con la abertura de enlace (34) de la otra de la primera y la segunda parte para conectar entre sí las partes del pasaje de líquido y completar el pasaje de fluido.
12. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato se construye predominantemente de un material polimérico.
13. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquier reivindicación anterior, en el que en la cámara de presión interior (7) se proporciona una válvula de liberación para permitir la evacuación de al menos algo del suministro de fluido presurizable de la cámara interior.
14. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según la reivindicación 13, en el que se proporciona un tanque conectado a la válvula de liberación para recibir el suministro de fluido presurizable evacuado de la cámara de presión

interior (7).

15. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según la reivindicación 14, en el que el tanque se ubica entre la cámara de presión interior (7) y la cámara exterior (9).

5 16. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se proporciona un recipiente a presión (93) operable para promover el flujo de un fluido a través del aparato.

17. Un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se proporciona una turbina (25) adyacente a la salida de descarga (11).

10 18. Un método para evacuar agua de un aparato generador hidroeléctrico sumergible (1) según cualquier reivindicación anterior, que comprende las etapas de: presurizar un suministro de fluido en el aparato generador hidroeléctrico sumergible usando el agua que fluye hacia el aparato (1) y luego usando el suministro de fluido así presurizado para evacuar el agua del aparato, y en el que el método comprende la etapa de añadir fluido presurizado desde un suministro de fluido presurizado auxiliar (17) al suministro de fluido presurizado.

15 19. Un método según la reivindicación 18, que comprende las etapas de monitorizar la presión del fluido presurizado por el agua que fluye hacia el aparato (1) y cuando el fluido alcanza una presión predeterminada, abriendo temporalmente una abertura de descarga (11) en el aparato para permitir la evacuación del agua a su través.

20. Un método según las reivindicaciones 18 o 19, que comprende la etapa de, cuando se descarga agua del aparato (1), limitar el flujo de agua entrante adicional a través del aparato.

20 21. Un método según la reivindicación 20, en el que la etapa de limitar el flujo de agua entrante adicional a través del aparato comprende almacenar temporalmente el agua en un sumidero (27) ubicado debajo y separado de la turbina (25).

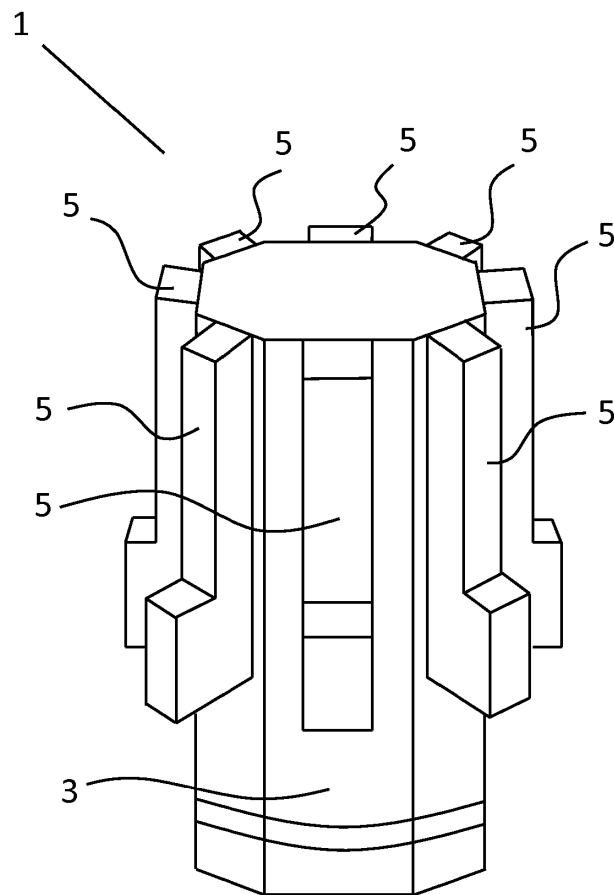


Fig. 1

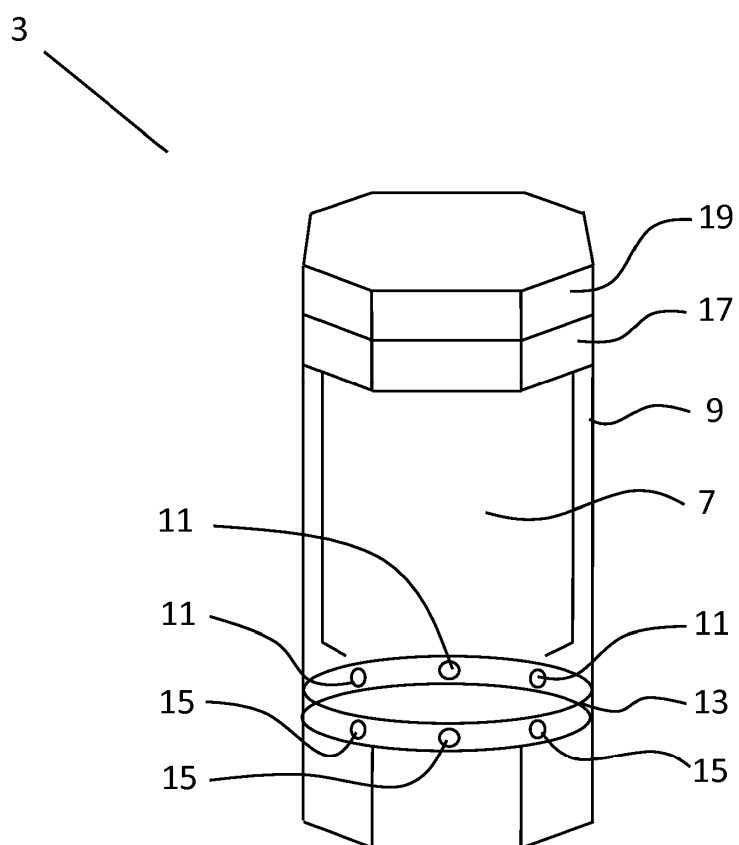


Fig. 2

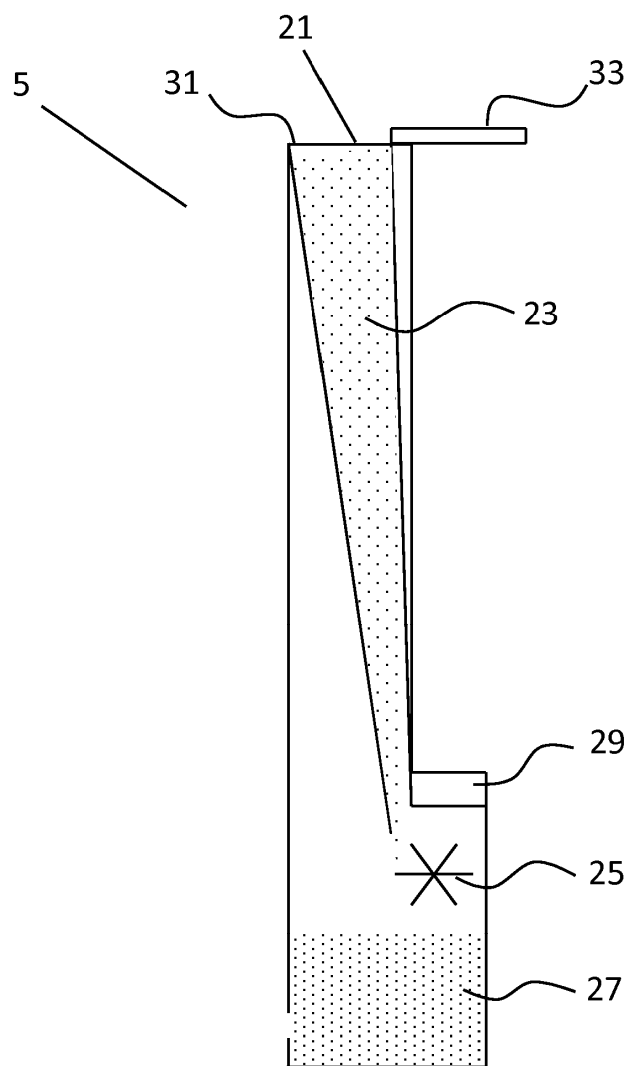


Fig. 3

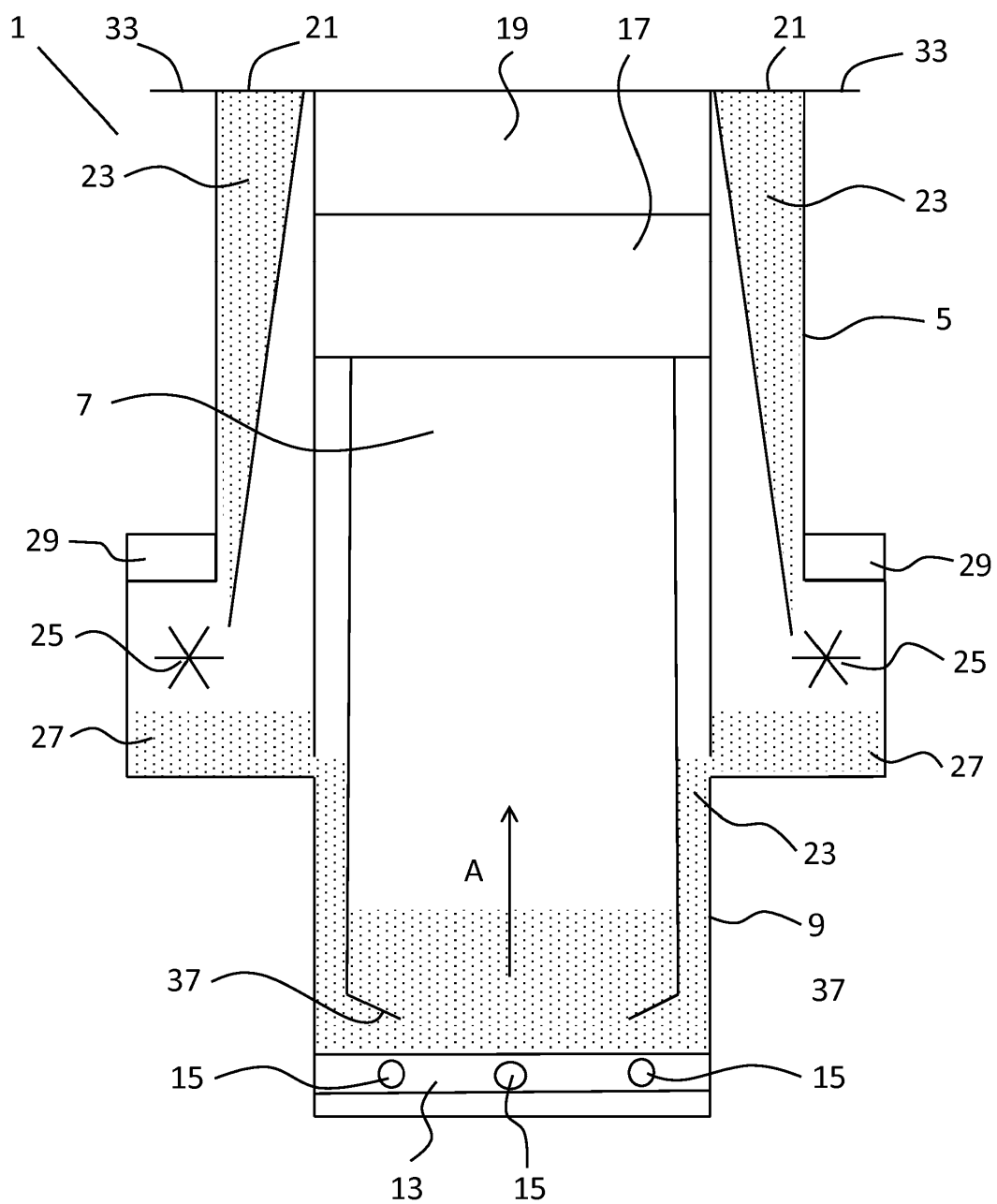


Fig. 4

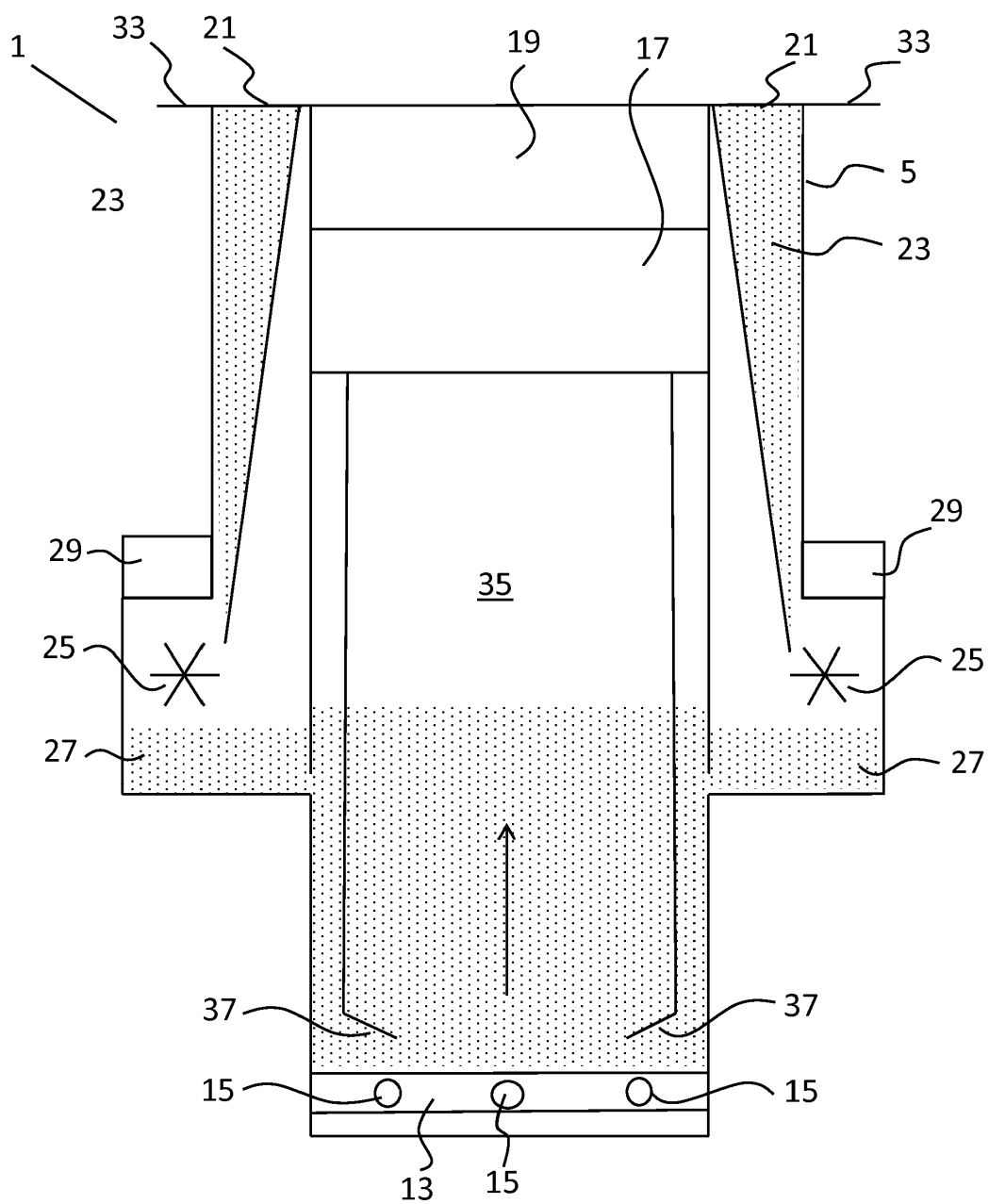


Fig. 5

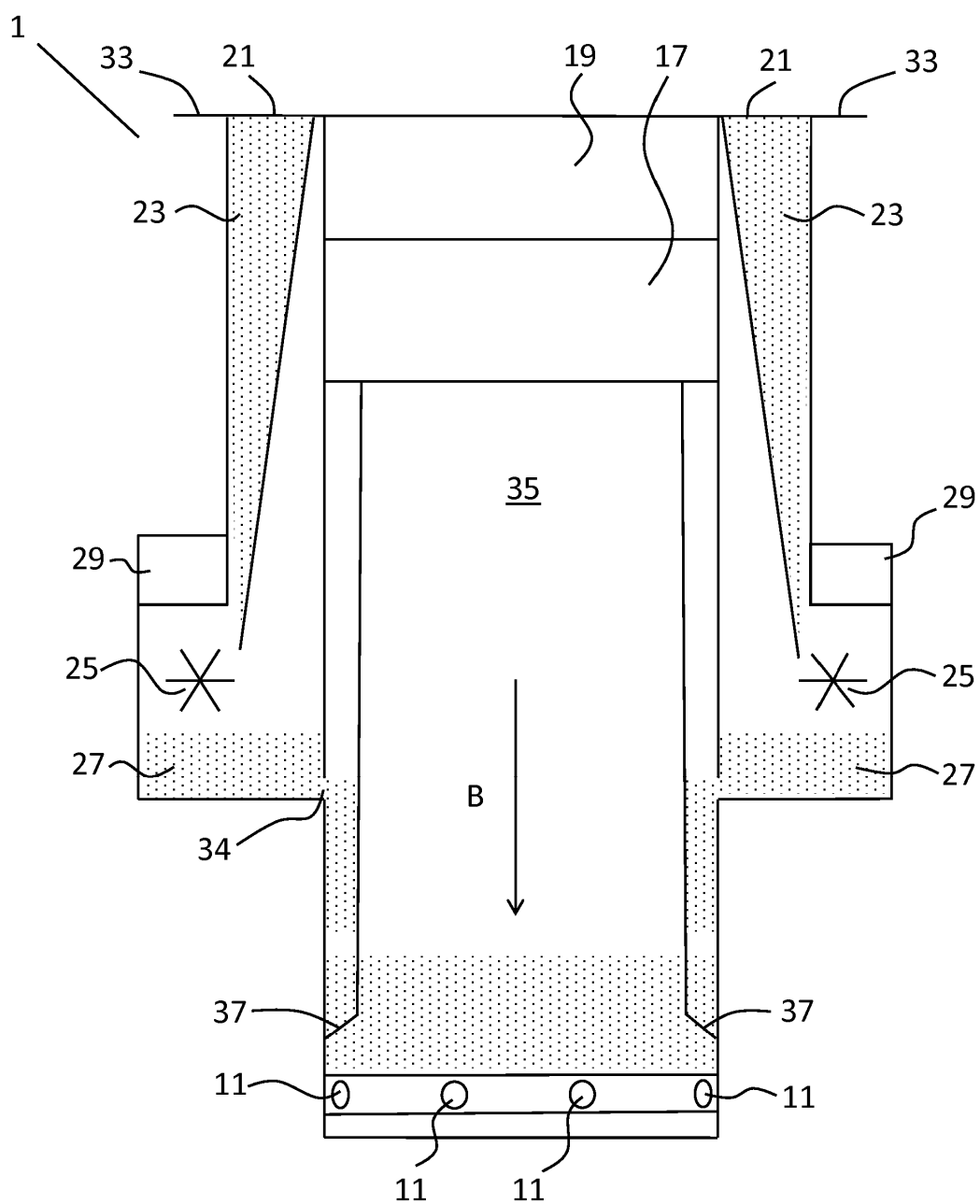


Fig. 6

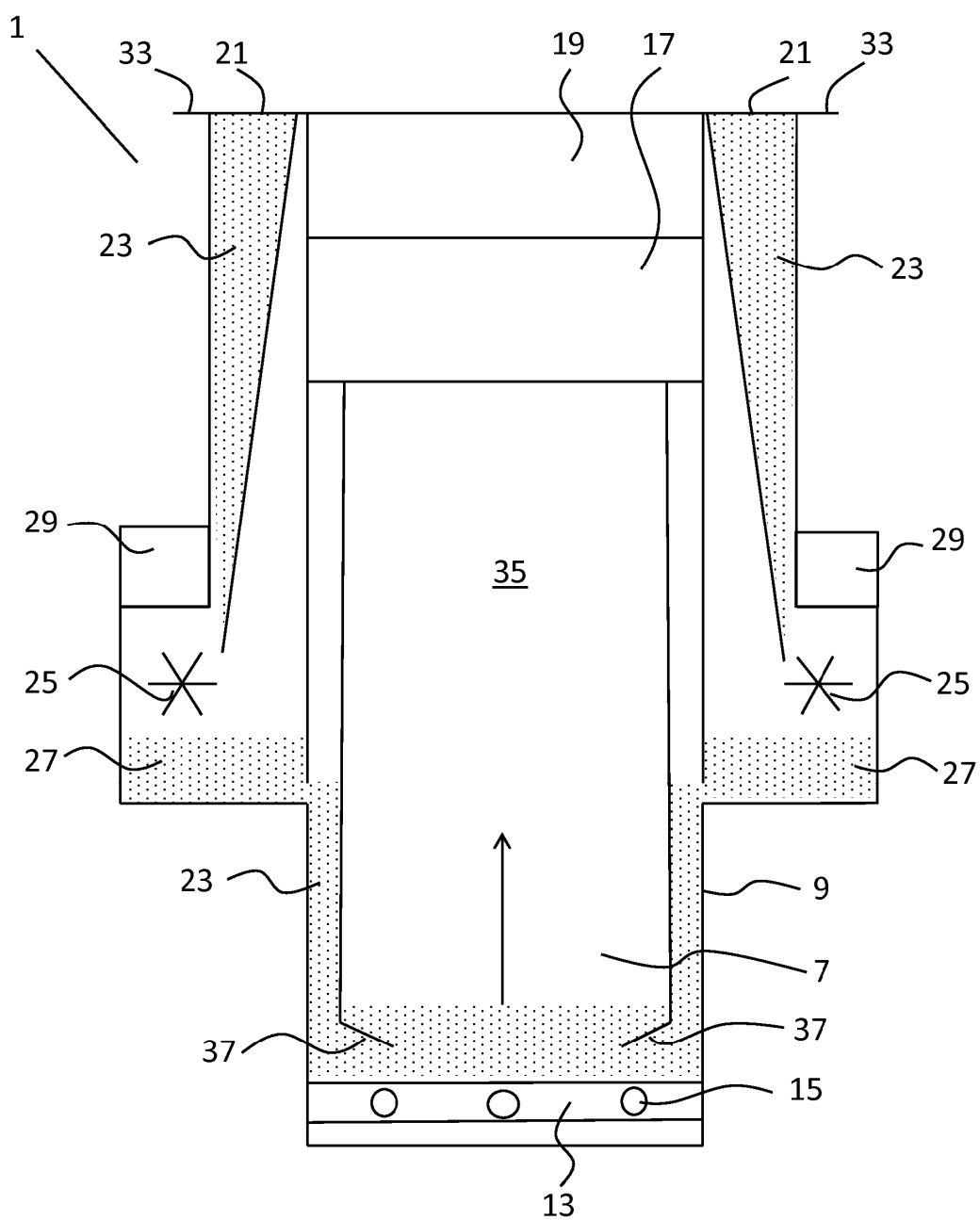


Fig. 7

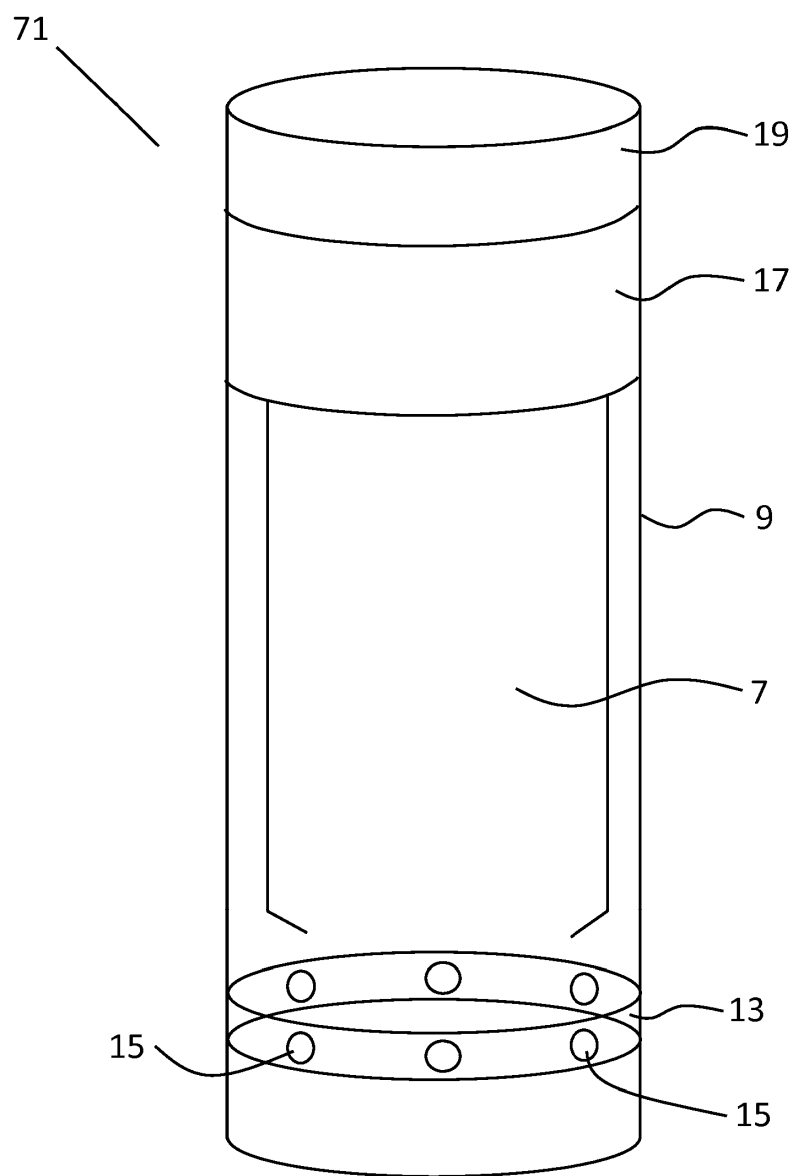


Fig. 8

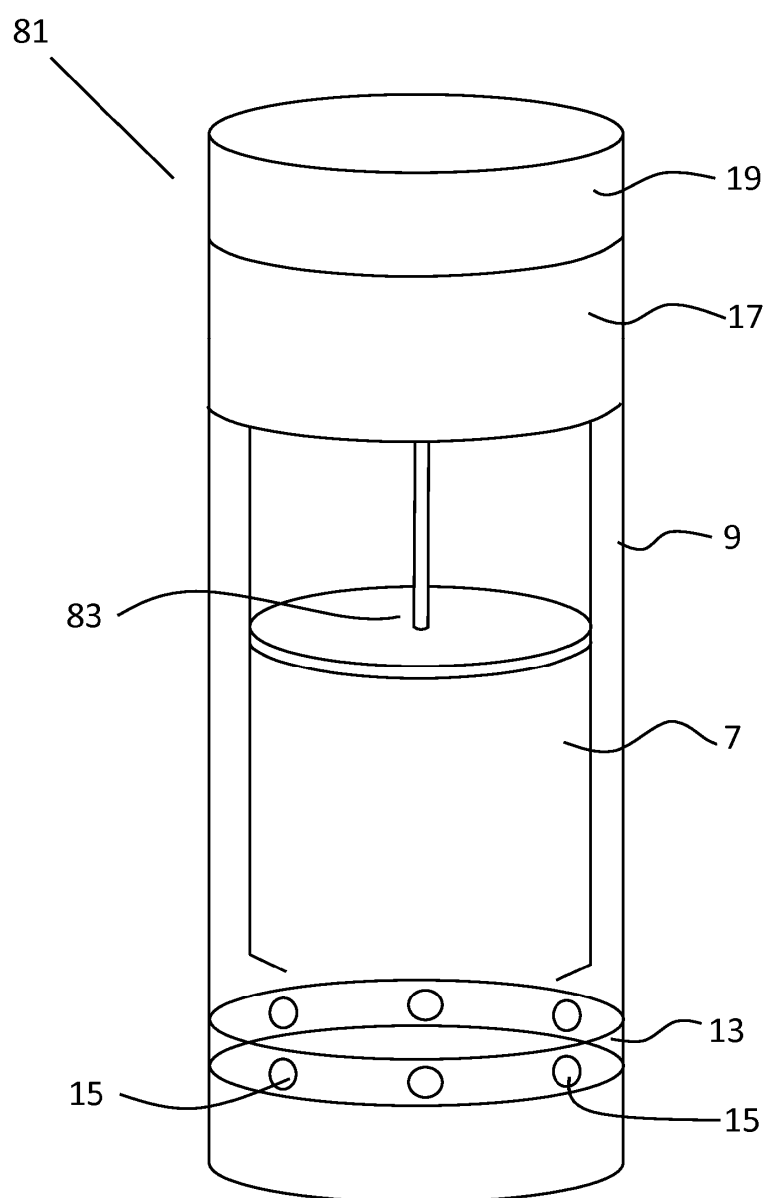


Fig. 9

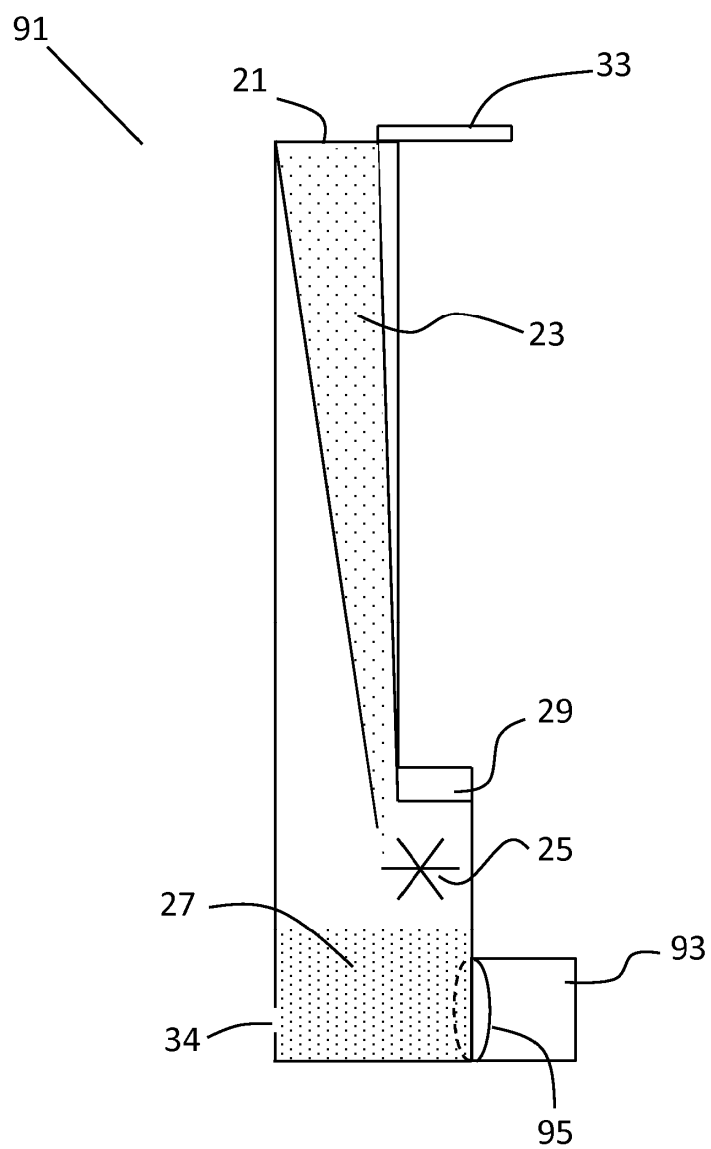


Fig. 10