

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 815**

51 Int. Cl.:

F03B 17/06 (2006.01)

F03B 13/14 (2006.01)

F03B 13/26 (2006.01)

F03B 13/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2009 E 09785040 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2013 EP 2331811**

54 Título: **Dispositivo para extraer energía de un flujo de líquido**

30 Prioridad:

05.09.2008 GB 0816218

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

07.01.2014

73 Titular/es:

**MCMINN, DEREK JAMES WALLACE (100.0%)
Calcot Farm Calcot Hill Clent, Stourbridge
West Midlands DY9 9RX, GB**

72 Inventor/es:

MCMINN, DEREK JAMES WALLACE

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 436 815 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

Dispositivo para extraer energía de un flujo de líquido

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para extraer energía de un flujo de líquido, y más particularmente a un generador de potencia por líquidos que genera de variaciones de presión de aire que se pueden utilizar para impulsar una turbina de aire.

10 Los últimos años han visto que el interés en el desarrollo de fuentes de energías renovables aumenta dado que se ha incrementado el impacto de las emisiones de carbono al medio ambiente. Si bien se ha centrado principalmente en el desarrollo de energía eólica y solar, estas tecnologías tienen varias desventajas. La generación de energía eólica es dependiente de la presencia de ráfagas de viento de un valor umbral dado para mover la hélice a una velocidad suficiente para impulsar una turbina. La energía eólica requiere también de una gran área de tierra dedicada a la producción de energía y los grandes "parques eólicos" suelen ser antiestéticos y pueden representar un peligro para la flora y fauna circundante. La energía solar tiene también las desventajas de proporcionar una fuente no fiable de electricidad y sufre también de una baja eficacia y alto coste.

15 Dispositivos de energía de las olas o de las mareas pueden superar muchas de las desventajas mencionadas anteriormente. Los mismos proporcionan una fuente confiable de energía dado que se dejan llevar por la fuerza inherente dentro de las mareas y olas de los océanos y tienen también el potencial de colocarse en un gran número de áreas, particularmente en áreas costeras con grandes trazados, como la costa occidental de Europa.

20 Varias técnicas diferentes han sido empleadas para aprovechar la fuerza de las olas, de las mareas o del océano. Los dispositivos de energía mareomotriz tradicionales se han centrado en una disposición de barrera que cuando se coloca dentro de un sistema de marea se llena de agua durante la marea alta y libera el agua durante la marea baja a través de una turbina para generar electricidad. Han surgido preocupaciones porque el uso de dispositivos de energía mareomotriz de tipo barrera convencionales puede resultar peligroso para la vida silvestre y los barcos. Adicionalmente, estos dispositivos se pueden utilizar solo después de cada marea alta y, por lo tanto, no proporcionan un suministro constante de energía.

25 El documento FR2506394 desvela un dispositivo de energía de las olas que comprende una serie de pasos y válvulas de caucho ubicados verticalmente uno encima del otro con el fin de canalizar el agua de olas de diferentes altura en una cámara de compresión de aire.

30 El documento GB2034413 desvela un dispositivo para extraer energía de un cuerpo de agua en movimiento y comprende compuertas de evacuación configuradas para abrirse alternativamente para admitir agua en dos pasajes verticalmente dispuestos para comprimir el aire en una cámara de aire asociada.

35 Un ejemplo de un colector de energía de las olas se desvela en el documento EP 1115976. Este dispositivo utiliza el movimiento de giro relativo entre pluralidades de segmentos para impulsar un motor hidráulico.

40 Una técnica alternativa es utilizar la naturaleza oscilatoria de olas para comprimir un volumen de aire (un Dispositivo de Columna de Agua Oscilante). Al sumergir una estructura con una cámara de aire y una abertura bajo el agua, una ola de superficie incidente hace que el nivel de líquido dentro de la cámara suba, comprimiendo el volumen de aire dentro de la cámara de aire. Este aire comprimido (adiabático) se puede utilizar después para impulsar una turbina, cuyo giro se puede utilizar para alimentar un generador. A medida que el nivel del agua disminuye, la presión del aire se reduce y el aire se introduce de nuevo en la cámara a través de la turbina. Un ejemplo de este tipo de dispositivo se muestra en el documento EP 0948716, por lo que la ola parabólica se centra en una cámara en la que el aire se comprime y se utiliza para impulsar una turbina unidireccional. Otro ejemplo de un Dispositivo de Columna de Agua Oscilante se ha desarrollado por Wavegen y se ha denominado el 'Limpet'.

45 Un problema inherente de estos dispositivos es la eficacia de conversión de energía relativamente baja, junto a la naturaleza variable del tamaño y la fuerza de las ondas incidentes, lo que conduce a una incierta salida de energía. Estos dispositivos se encuentran también en o cerca de la costa para aprovechar las olas parabólicas más altas en la orilla. De nuevo, esto conduce a una variación en la producción de energía entre las mareas alta y baja. Adicionalmente, los dispositivos anteriores se centran en olas oceánicas parabólicas a través de elementos estructurales, por ejemplo una base inclinada ascendente o una pared generalmente vertical. Estos dispositivos también son inadecuados en escenarios de flujo o corriente constante, por ejemplo, los flujos de las mareas; corrientes oceánicas inducidas por termohalina, por ejemplo, la corriente del Atlántico Norte y del Golfo; y los flujos de líquidos inducidos por gravedad, por ejemplo en los ríos.

50 La presente invención tiene como objetivo superar estos problemas proporcionando un dispositivo mejorado para extraer energía de un flujo de líquido.

55 Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un generador de potencia por agua mejorado. Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de potencia del agua que requiere poco de

poco mantenimiento.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un dispositivo para extraer energía de un flujo de líquido. El dispositivo comprende una cámara de compresión de aire y una serie de válvulas, que se pueden operar para abrir y cerrarse para regular el flujo del líquido a través de las aberturas de válvula asociadas. Las aberturas de válvula dentro de la serie se extienden en un gradiente ascendente en la dirección del flujo de líquido y las válvulas se disponen para cerrarse progresivamente a medida que el flujo de líquido incide sobre las mismas, centrándose así el flujo del líquido hacia la cámara de compresión de aire y comprimiendo el aire en su interior, y para abrirse en un flujo de retorno del líquido desde la cámara de compresión de aire.

Una ventaja es que el dispositivo se configura para centrar la energía en un flujo de líquido para comprimir el aire en una cámara de compresión de aire. El dispositivo se configura de modo que esto puede ocurrir de manera cíclica. El cierre progresivo de las válvulas centra el flujo de líquido para comprimir el aire en la cámara de compresión de aire. Al líquido, que fluye después de nuevo fuera de la cámara de compresión de aire, se le permite fluir a través de las aberturas mediante la abertura de las válvulas. Otro ciclo de compresión puede después comenzar por el cierre progresivo de las válvulas. En consecuencia, el dispositivo se puede utilizar en cualquier líquido que fluye, tal como un río, o flujo de mareas o corriente oceánica, para extraer energía en forma de aire comprimido.

Las realizaciones de la invención pueden comprender, además, una cámara de acumulación para el almacenamiento del aire comprimido que se ha comprimido en la cámara de compresión de aire.

Ventajosamente, el dispositivo puede comprender, además, una turbina que puede operar para ser impulsada por el aire comprimido. Una cámara de descompresión se puede situar aguas abajo de la turbina para mejorar un diferencial de presión a través de la turbina durante el flujo de retorno de líquido desde la cámara de compresión de aire.

Las válvulas pueden ser válvulas de charnela. Estas válvulas de charnela pueden comprender respectivos elementos de flotación. Los elementos de flotación pueden tener un desplazamiento angular requerido para cerrar las válvulas de charnela, el desplazamiento angular creciendo hasta el gradiente. La flotabilidad de los elementos de flotación puede aumentar también hasta el gradiente y los elementos de flotación pueden comprender neumáticos.

En realizaciones de la invención, las válvulas comprenden elementos alerón para facilitar la deflexión del flujo de líquido a lo largo del gradiente inclinado ascendente y/o para ayudar a la apertura de las válvulas durante el flujo de retorno.

Otras realizaciones comprenden un estabilizador o medios de amarre para sujetar el dispositivo en una posición predeterminada. Este estabilizador puede tomar la forma de un ancla, cabos, cadenas o cualquier otro anclaje.

Las realizaciones de la invención comprenden además el uso del dispositivo como un dispositivo de energía mareomotriz, para impulsar una turbina de agua o para bombear agua a un depósito más elevado. Las realizaciones adicionales comprenden el uso del dispositivo como un dispositivo de flujo oceánico o fluvial.

En realizaciones finales, múltiples dispositivos se pueden disponer o unirse entre sí para formar una red de dispositivos situados para optimizar la utilización del flujo de líquido.

La invención se describirá a continuación, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo para extraer energía de un flujo de líquido, antes de la inmersión en el líquido;

La Figura 2 es una vista final del dispositivo de la Figura 1, que muestra la serie de cortes y válvulas en detalle;

La Figura 3 es una vista en sección transversal a través de la línea A-A en la Figura 2 después de la inmersión en el flujo de líquido;

La Figura 4 es una sección transversal como en la Figura 3 y que muestra el cierre parcial de las válvulas, debido al flujo de líquido incidente; y

La Figura 5 es una vista en sección transversal de acuerdo con las Figuras 3 y 4 y que muestra el cierre completo de las válvulas debido al flujo de líquido incidente, y el posterior aumento de líquido en el espacio de compresión.

Descripción detallada

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva simplificada de un dispositivo 10 para extraer energía de un flujo de líquido. El dispositivo comprende un techo 12, y paredes laterales 14 que forman una abertura 16 incidente a la dirección de flujo. Una porción superior 20 del dispositivo 10, por debajo del techo 12, aloja una disposición de cámaras de aire, como se describirá en más detalle a continuación. El techo 12, las paredes laterales 14 y los componentes estructurales adicionales se pueden construir de hormigón, aunque cualquier material capaz de producir una estructura estable, a prueba de agua se puede utilizar, por ejemplo metales, incluyendo el acero. Una

sección de base 30 se extiende desde el borde inferior de la abertura 16, y esto se describirá en más detalle a continuación. El tamaño del dispositivo se puede optimizar para su eficacia y/o para optimizar la captura del líquido y puede basarse en las características del flujo incidente, como se describirá adicionalmente más adelante.

5 La sección de base 30 del dispositivo 10 comprende paredes posteriores inclinadas alternativas 34 y suelos horizontales 33. La Figura 2 muestra una vista final del dispositivo observando a través de la abertura 16. Una serie de aberturas 32 en las paredes posteriores 34 se cubren por una serie correspondiente de válvulas (de las cuales solo una columna de la serie se muestra en la Figura 2). Adicionalmente, aunque la serie de aberturas 32 se muestra con una disposición de 6 x 7, se puede apreciar que el número de filas y columnas de la serie se puede
10 variar dependiendo del efecto de enfoque requerido y del tamaño del dispositivo. Por ejemplo, para utilizar las corrientes oceánicas o de mareas, el dispositivo 10 puede presentar una serie con un máximo de 200 o más columnas y 2.000 o más filas. Adicionalmente, múltiples dispositivos 10 se pueden conectar entre sí para formar una estructura más grande.

15 Para simplificar las figuras y permitir la visualización de las aberturas 32, solo una columna de válvulas 40 se muestra en cada Figura. Las válvulas 40 se muestran como válvulas de charnela; sin embargo, se puede apreciar que otros tipos de válvulas se pueden utilizar. La estructura de las válvulas de charnela 40 se explica en detalle a continuación con referencia a las Figuras 3-5. La finalidad de estas válvulas 40 es canalizar y regular el flujo de líquido de una manera que se describirá en mayor detalle a continuación. Las columnas de las válvulas 40 se
20 muestran extendiéndose a lo largo de un gradiente que se extiende ascendente en la dirección del flujo de líquido de modo que cada fila de válvulas se encuentra tanto por encima como por detrás de la fila inferior. Aunque la serie se muestra con una disposición escalonada, cualquier configuración que proporcione un gradiente que se extienda ascendente se puede utilizar, dependiendo de la orientación del dispositivo con respecto al flujo de líquido incidente o de la canalización requerida del líquido.

25 La Figura 3 muestra una vista en sección transversal a través de la línea A-A marcada en la Figura 2. En esta Figura, el dispositivo se ha sumergido en un líquido hasta un nivel 60. Las válvulas 40 están abiertas y el nivel del líquido 65 dentro del dispositivo es aproximadamente el mismo que el nivel externo 60. La porción superior 20 incluye una cámara de compresión de aire 24, que está abierta en su parte inferior de modo que el nivel de líquido 65 atrapa el aire en su interior, una cámara de acumulación 22a, y una cámara de descompresión 22b. La presión del aire atrapado dentro de la cámara de compresión 24 entre el techo 12, las paredes laterales 14, la pared trasera 18, las cámaras 22a, 22b y el líquido 65 es también aproximadamente la misma que la presión de aire externa. Se puede apreciar que el área y el volumen del espacio 24 pueden variar dependiendo de las dimensiones relativas de los componentes de constricción (12, 14, 18, 20, 22) y de la altura del nivel de agua 65.

30 Dentro de la realización mostrada, las dos cámaras 20, 22 se conectan al techo 12 y a las paredes laterales 14 del dispositivo 10. Estas cámaras actúan para almacenar aire de diferentes presiones y se conectan entre sí a través de una turbina 50 y de la tubería 52, 54. Las válvulas de charnela 21, 23 interconectan la cámara de compresión con, respectivamente, cada una de la cámara de acumulación 22a, y de la cámara de descompresión 22b. A medida que
35 la presión del aire dentro de la cámara de compresión 24 se hace mayor que la presión en la cámara 22a, la válvula 21 es forzada a abrirse por la presión de aire hasta que la presión dentro de la cámara 22a y de la cámara de compresión 24 sean equivalentes. Por el contrario, si la presión dentro de la cámara 22b es mayor que la presión en la cámara de compresión 24, entonces la válvula 23 se abre hasta que las presiones sean equivalentes. Estas cámaras 22a, 22b actúan también como tanques de flotación para mantener el dispositivo flotando dentro del agua.
40 Como se muestra en la Figura 1, se pueden utilizar medios de amarre 11 para fijar el dispositivo 10 en posición y permitir que el dispositivo se oriente hacia el flujo de líquido incidente. Estos medios de amarre 11 pueden tomar la forma de un ancla, cabos, cadenas o cualquier otro anclaje.

45 La operación del dispositivo se describirá ahora en relación con las Figuras 3, 4 y 5. Las líneas de flujo se muestran únicamente como referencia. La Figura 3 muestra el dispositivo en la posición relajada o inicial. En esta posición, las válvulas 40 están abiertas, los niveles de agua 60, 65 están aproximadamente nivelados y la presión del aire dentro de la cámara de compresión 24 y el exterior del dispositivo son aproximadamente equivalentes. Un líquido o corriente de flujo incidente, representado por las líneas de flujo individuales 100 y que inciden en el dispositivo 10, fluye a través de la abertura 16 y actúa sobre la serie de válvulas 40. El líquido que fluye 100 entra en el dispositivo y
50 actúa sobre las válvulas 40. Las válvulas se disponen de manera que la fila más inferior de las válvulas, debido al impulso del flujo de líquido 100, es la primera en cerrarse contra las aberturas 32. Una vez que una válvula 40 se ha cerrado, el flujo de líquido incidente 100 es desviado en una dirección ascendente, aumentando el impulso del flujo de líquido en contra de la segunda fila de válvulas que se cierran a continuación, también por la fuerza del flujo 100. Este cierre progresivo de las válvulas centra el flujo del líquido (representado en las figuras por las líneas de flujo 100) en la cámara de compresión 24, haciendo que el nivel de agua 65 interior se eleve, y comprimiendo el aire dentro de la cámara 24. Este proceso continúa hasta que todas las válvulas 40 estén completamente cerradas (Figura 5). Volviendo a una situación intermedia (Figura 4) en la que (en esta representación) 3 de las 7 filas de válvulas están cerradas, está claro que el nivel de líquido 65 dentro de la cámara de compresión 24 del dispositivo 10 se ha incrementado a un nivel por encima del nivel medio externo 60. Esto aumenta la presión de aire dentro de
55 la cámara de compresión 24, cerrando la válvula o válvulas 23 entre la cámara de compresión 24 y la cámara de descompresión 22b y abriendo la válvula 21 entre la cámara de compresión 24 y la cámara de acumulación 22a.
60
65

- Como se puede observar en la Figura 4, las válvulas 40 se cierran de forma secuencial a lo largo del gradiente inclinado ascendente de la serie de válvulas. Este cierre secuencial se logra mediante la variación de la flotabilidad y del ángulo de cierre de las válvulas entre las filas dentro de la serie. En este caso, las válvulas inferiores tienen una flotabilidad menor que las válvulas dentro de la fila directamente por encima. En la realización actual, las válvulas comprenden neumáticos de coche 42 de diferentes presiones de neumáticos. Adicionalmente, el ángulo de la pared posterior 34 con respecto a la vertical aumenta a lo largo del gradiente ascendente hacia el espacio de compresión 24. La válvula 40' tiene un neumático 42" con una presión más baja y menor ángulo entre la pared posterior 34' y la vertical que la válvula 40", con la presión de neumáticos 42" y la pared trasera 34".
- La Figura 5 muestra el estado final del dispositivo cuando todas las válvulas 40 están completamente cerradas. El cierre progresivo de las válvulas 40 da como resultado un aumento en el nivel del agua 65 dentro de la cámara de compresión 24. El grado de aumento del nivel de agua 65 depende del número de válvulas 40 y del impulso del líquido incidente. Aunque la presente realización represente siete filas de válvulas, se puede utilizar cualquier número de filas en función de la profundidad del líquido y del grado de aumento requerido. El flujo incidente del líquido se concentra y dirige ahora hacia la cámara de compresión 24 (como se muestra por las líneas de flujo 100), cuyo volumen se ha reducido por el aumento de nivel de agua 65. Esta reducción en el volumen crea un aumento correspondiente en la presión de aire dentro de la cámara de compresión 24 y de la cámara de acumulación 22a.
- Una vez que la oleada ascendente de agua alcanza un máximo, la presión de aire dentro de la cámara de compresión 24 cae rápidamente y la válvula de entrada 21 a la cámara de acumulación 22a se cierra. En este punto no hay flujo neto de líquido dentro del dispositivo 10. Cuando el dispositivo 10 está en esta posición de equilibrio en ausencia de flujo, ambas válvulas 21 y 23 entre la cámara de compresión 24 y las cámaras 22a, 22b están cerradas. Debido a la operación de las válvulas 21, 23 y de las presiones de aire relativas de la cámara 24 en diferentes fases de la operación del dispositivo 10, las dos cámaras 22a, 22b tienen diferentes presiones de aire. Dentro de la realización mostrada, la cámara de acumulación 22a tiene una mayor presión de aire que la cámara de descompresión 22b.
- Las dos cámaras 22a, 22b están unidas por una turbina 50 y acoplamientos de entrada y salida 52, 54. Al abrir los acoplamientos de entrada 52 y salida 54 acoplamientos a la turbina 50, el aire a presión positiva en la cámara de acumulación 20 se introduce a través del acoplamiento 52, debido al diferencial de presión entre los dos cuerpos de aire, en la turbina 50 y a través del acoplamiento 54 en la cámara de descompresión 22. Este proceso impulsa la turbina 50 y se puede utilizar para la generación de electricidad a través de un generador (no mostrado). Debido a la construcción de las cámaras 22a, 22b y el método de acoplamiento a la turbina 50, las cámaras se pueden utilizar para almacenar el aire a presión variable durante un número de ciclos del nivel de agua oscilante 65, acumulando la diferencia de presión en cada ciclo. Una vez que se alcanza una diferencia de presión umbral, el acoplamiento a la turbina 50 se puede abrir y moverse el aire a través de la turbina 50.
- Cuando el dispositivo 10 está en la posición de ausencia de flujo, la presión del agua que actúa sobre la parte delantera de las válvulas 40 es la misma que la de la parte trasera de las válvulas. Por lo tanto, las válvulas empiezan a abrirse debido a la flotabilidad de los neumáticos. Dado que la válvula más cercana al espacio de compresión tiene la presión o la flotabilidad más alta, esta válvula se abre primero. El nivel de agua 65 a continuación, comienza a caer, causando un contraflujo o flujo descendente del agua sobre las válvulas. Debido a los alerones 44 en la parte superior de las válvulas, la fuerza descendente del agua actúa para abrir las válvulas, hasta que todas las válvulas estén abiertas, restableciendo el dispositivo a la situación mostrada en la Figura 3. Un carril 120 o cualquier otro medio se puede utilizar para evitar que las válvulas 40 se abran más allá de un ángulo predeterminado. Por lo tanto, el dispositivo 10 se restablece esencialmente y el proceso descrito anteriormente se repite (es decir, el flujo de líquido incidente actúa sobre, y comienza a cerrar, la serie de válvulas).
- Como una alternativa a la turbina unidireccional 50 descrita anteriormente, se podría omitir las cámaras 22a y 22b podrían y una turbina de flujo bidireccional se podría conectar directamente a la cámara de compresión 24, por ejemplo una turbina Wells que es capaz de girar en la misma dirección independientemente de la dirección del flujo de aire incidente.
- Aunque el dispositivo 10 se ha explicado con referencia a un único dispositivo que opera en aislamiento, se puede prever que múltiples dispositivos pueden estar unidos o colocados juntos para formar una red celular de dispositivos capaces de suministrar una mayor cantidad de energía. Estos dispositivos pueden actuar independientemente o pueden compartir elementos comunes, por ejemplo, las cámaras de compresión y descompresión de aire y/o turbinas y generadores para maximizar la eficacia de los dispositivos. Adicionalmente, con el fin de maximizar el flujo de líquido a través de los dispositivos, la red se puede disponer en forma de "U" o "V" para evitar el escape del flujo de líquido alrededor del exterior de la red. Como alternativa, los dispositivos se pueden disponer dentro de una forma similar a la de un "bombardero", creando un área de baja presión de líquido detrás de la estructura. Múltiples redes se pueden unir o disponer también en conjunto para optimizar la utilización del flujo de líquido en función de las condiciones de flujo. Aunque las redes de dispositivos se han descrito en la orientación descrita anteriormente, cualquier orientación se puede utilizar para adaptarse a las condiciones de flujo particulares. Además, los dispositivos se pueden disponer en serie o apilados para aumentar la cantidad de energía que se extrae. El número de dispositivos en la pila se puede seleccionar para optimizar el retorno en términos de la energía extraída en

relación con el coste de construcción. También, las pilas se pueden disponer como una serie de dispositivos orientados para recibir un flujo en una dirección, con otra serie orientada para recibir el flujo en la dirección inversa. Esta disposición es particularmente adecuada para su uso en flujos de marea y evita tener que voltear los dispositivos cuando la marea cambia de dirección.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (10) para extraer energía de un flujo de líquido (100), comprendiendo el dispositivo (10):
 - 5 una cámara de compresión de aire (24); y
una serie de válvulas (40), que pueden operarse para abrir y cerrarse para regular el flujo del líquido (100) a
través de aberturas de válvula (32) asociadas,
caracterizado por que las aberturas de válvula (32) dentro de la serie se extienden en un gradiente ascendente
en la dirección del flujo de líquido (100) y las válvulas (40) están dispuestas para cerrarse progresivamente a
10 medida que el flujo de líquido (100) incide sobre las mismas, centrándose así el flujo del líquido (100) hacia la
cámara de compresión de aire (24) y comprimiendo el aire en su interior, y para abrirse en un flujo de retorno del
líquido desde la cámara de compresión de aire (24).
- 15 2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una cámara de acumulación (22a) para
el almacenamiento de aire comprimido que se ha comprimido en dicha cámara de compresión de aire (24).
3. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o reivindicación 2, que comprende además una turbina (50) que
puede operarse para ser impulsada por aire comprimido en dicha cámara de compresión de aire (24).
- 20 4. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende una cámara de descompresión (22b) situada
aguas abajo de la turbina (50) para mejorar un diferencial de presión a través de la turbina (50) durante dicho flujo de
retorno de líquido desde la cámara de compresión de aire (24).
- 25 5. Un dispositivo de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que las válvulas (40) dentro de la serie son
válvulas de charnela.
6. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que las válvulas de charnela (40) comprenden respectivos
elementos de flotación (42).
- 30 7. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, en el que los elementos de flotación (42) tienen un
desplazamiento angular requerido para cerrar las válvulas de charnela (40), aumentando el desplazamiento angular
según el gradiente ascendente.
8. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que la flotabilidad de los elementos de
35 flotación (42) aumenta según el gradiente ascendente.
9. Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que las válvulas (40) comprenden
elementos de alerón (44) para facilitar la desviación del flujo de líquido a lo largo del gradiente ascendente y/o para
ayudar a la apertura de las válvulas (40) durante dicho flujo de retorno.
- 40 10. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un
estabilizador (11) para sujetar el dispositivo en una posición predeterminada.
- 45 11. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el flujo de líquido
(100) es uno de un flujo de mareas, un flujo fluvial o un flujo oceánico.
12. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo (10)
impulsa una turbina de agua.
- 50 13. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo (10)
bombea agua a un depósito más elevado.
14. Una red de dispositivos que comprende múltiples dispositivos (10) de acuerdo con una cualquiera de las
reivindicaciones anteriores, en la que los múltiples dispositivos (10) están dispuestos o unidos entre sí para formar
55 dicha red de dispositivos.

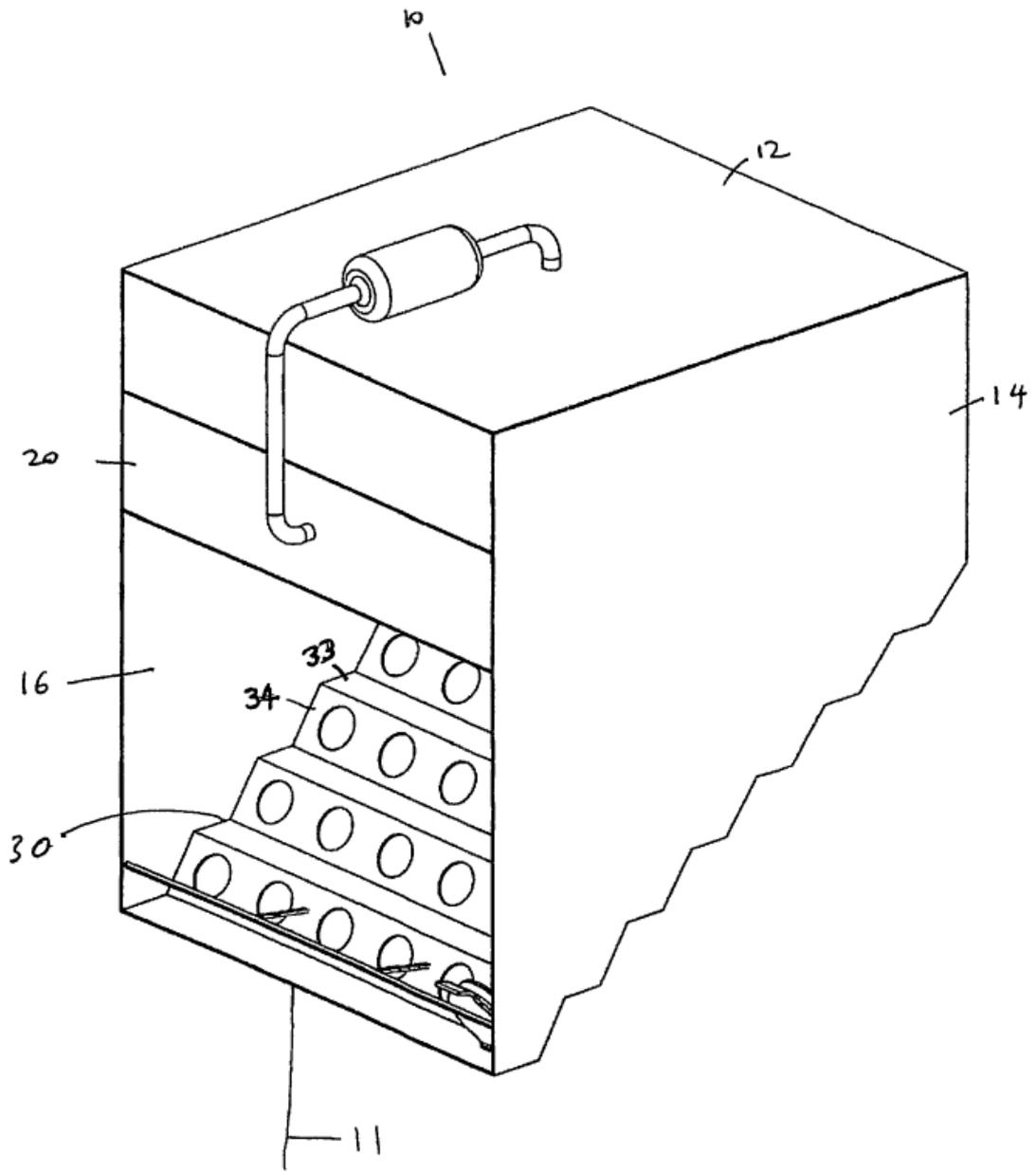


Fig 1

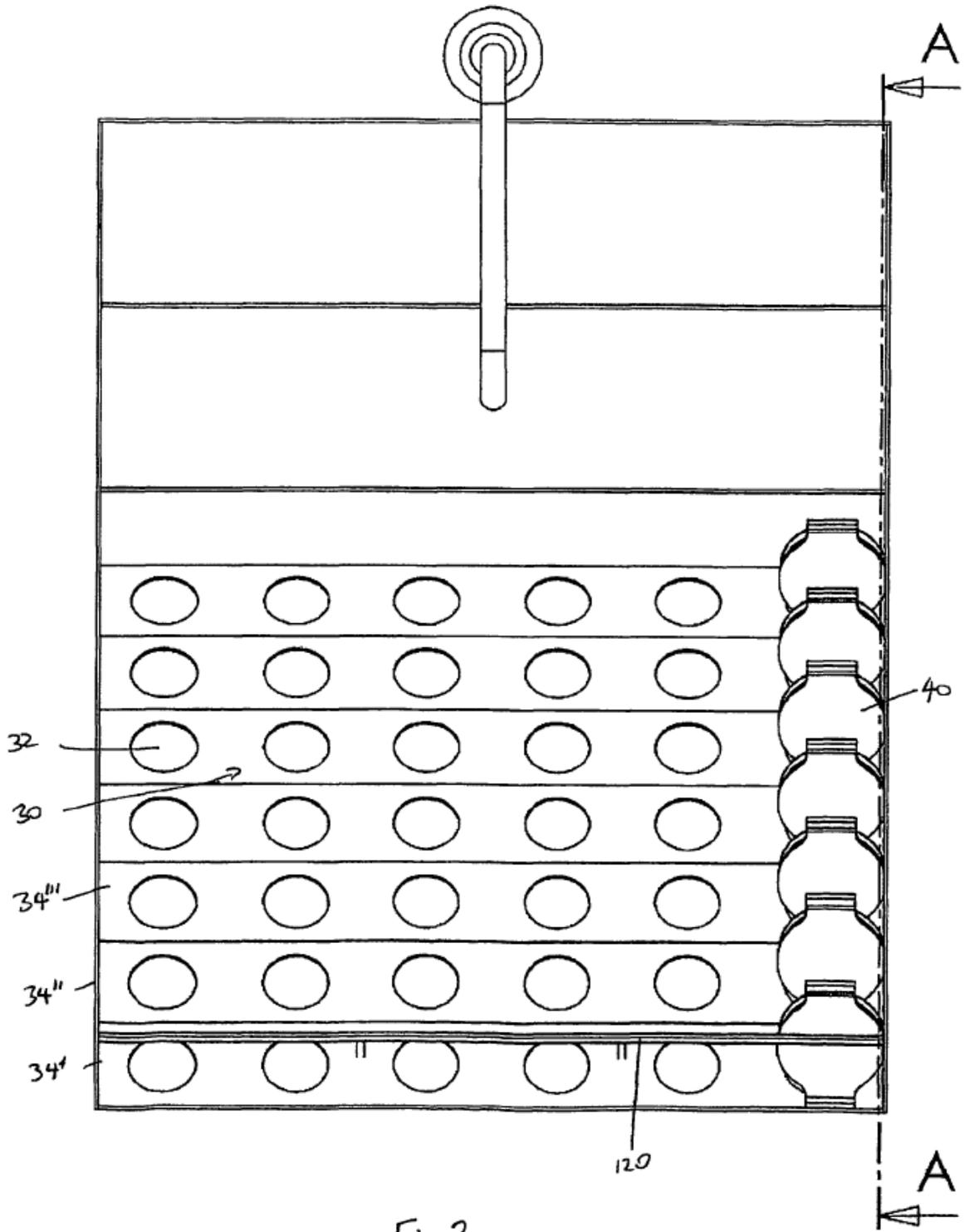


Fig 2

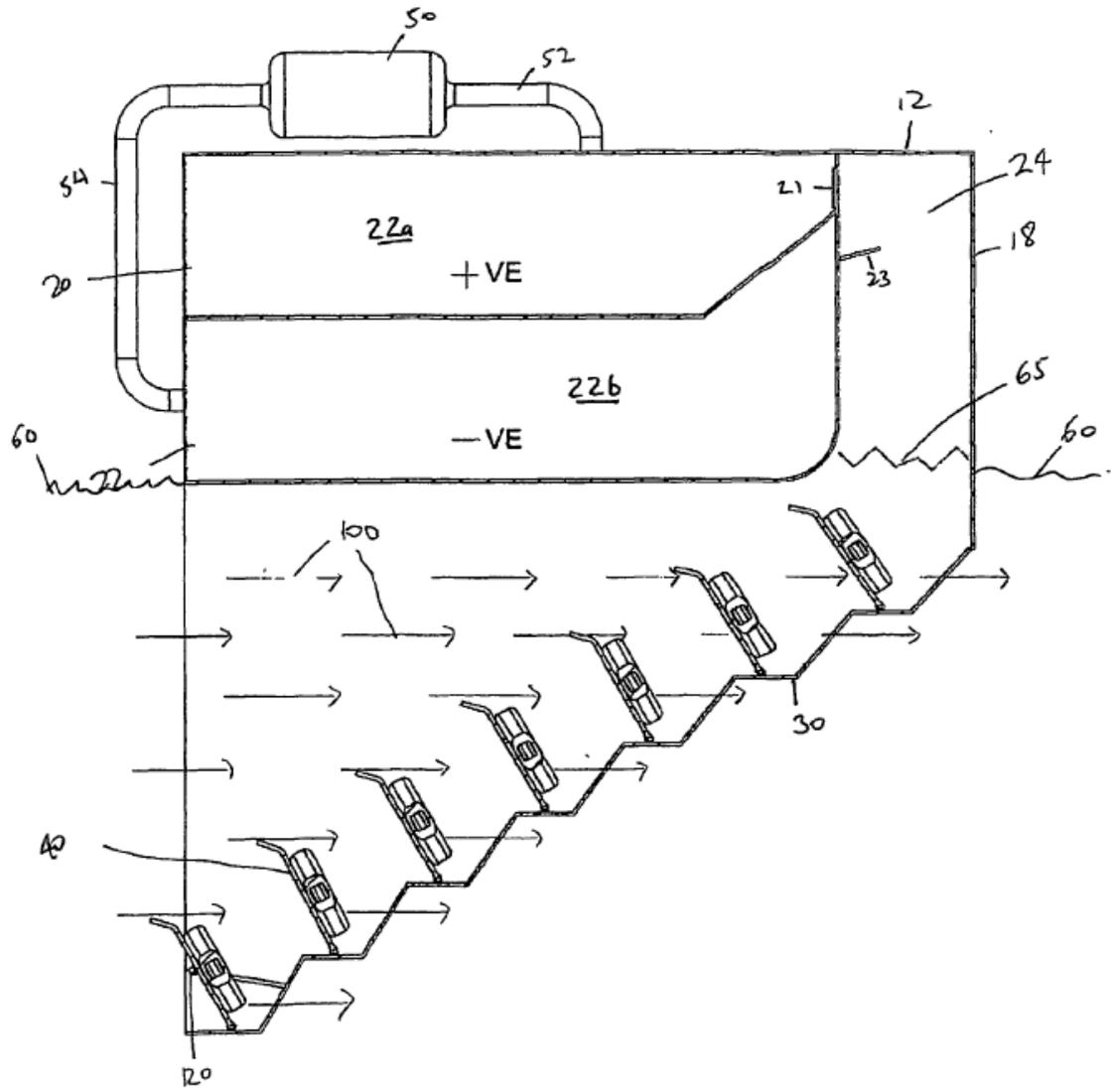


Fig 3

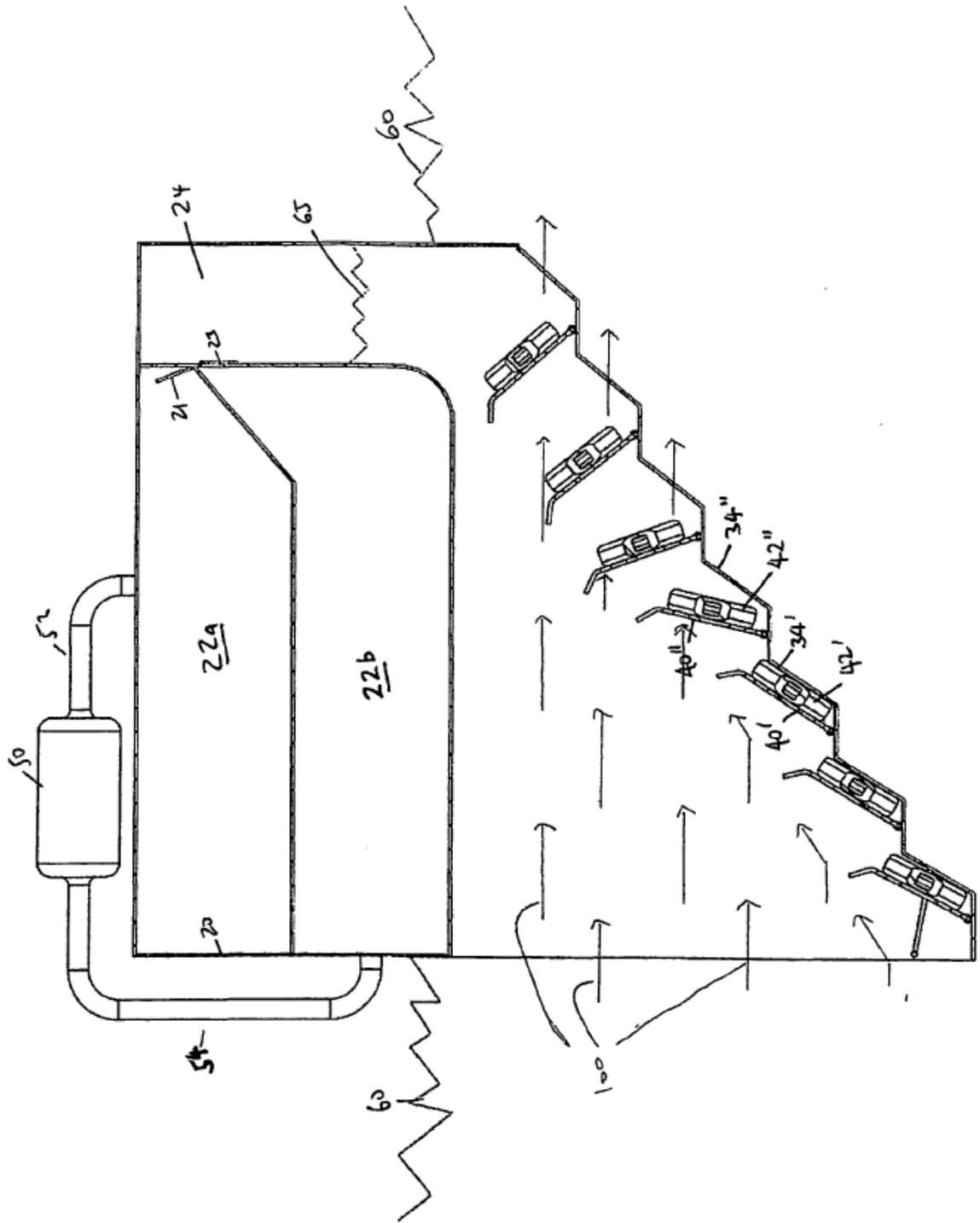


Fig 4

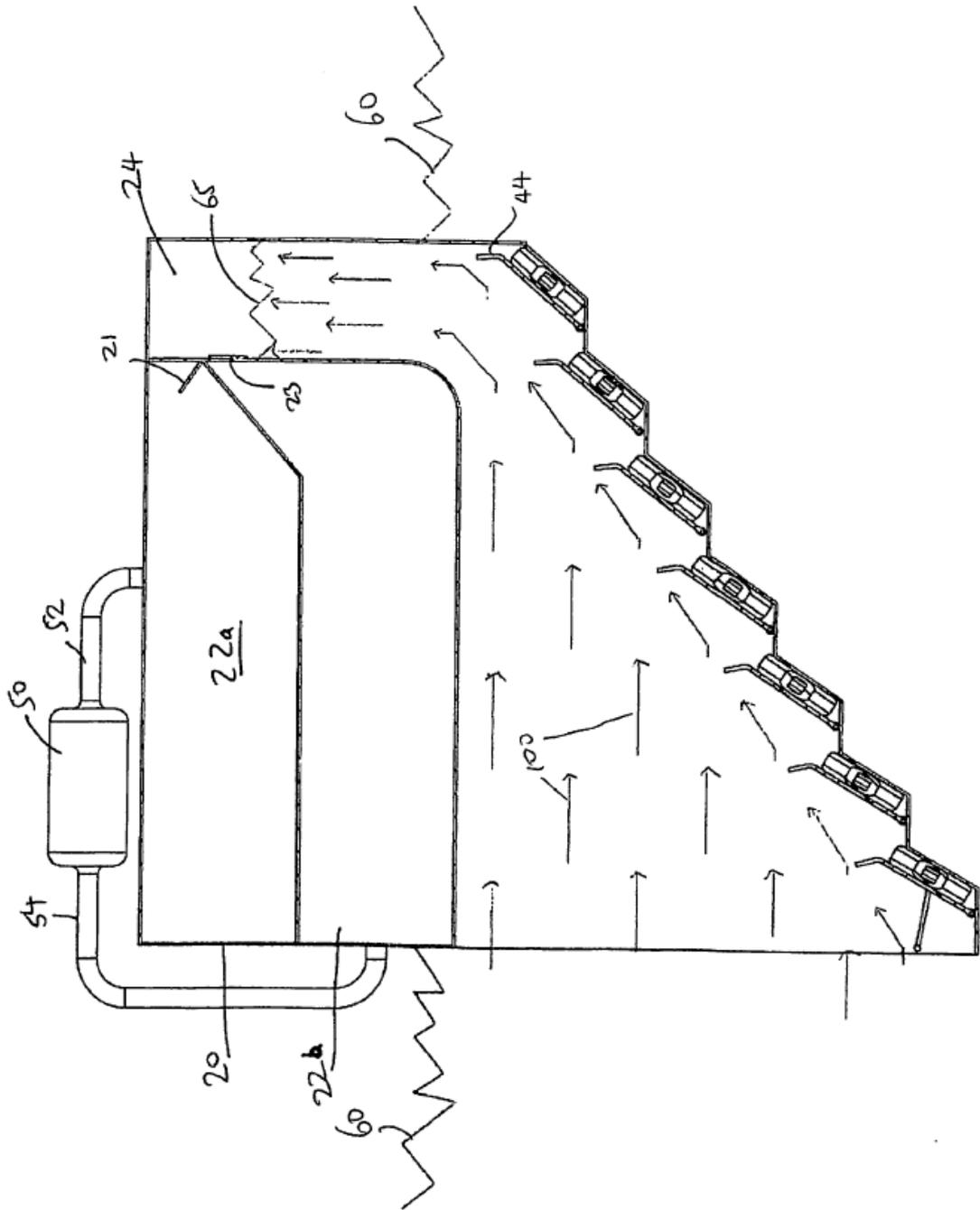


Fig 5