

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 053**

51 Int. Cl.:

B01D 53/26 (2006.01)

E03B 3/28 (2006.01)

F24F 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2010 PCT/SE2010/051279**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2011 WO11062554**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2010 E 10831880 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 2501461**

54 Título: **Dispositivo para absorber agua del gas y su uso**

30 Prioridad:

19.11.2009 SE 0950878
28.10.2010 SE 1051128

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.10.2020

73 Titular/es:

AIRWATERGREEN GROUP AB (100.0%)
c/o Airwatergreen AB Lastbilsgatan 9
754 54 Uppsala, SE

72 Inventor/es:

WAMSTAD, JONAS y
EDSTRÖM, FREDRIK

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 791 053 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 absorber agua del gas y su uso

5 **Campo de la técnica**

La presente invención hace referencia a un dispositivo y al uso del mismo para la extracción de agua de los gases o la purificación de agua.

10 **Antecedentes**

El acceso a agua limpia es una cuestión vital para los humanos y los animales y el agua es hoy día un bien escaso en muchas partes del mundo debido al aumento de la población, a los cambios en nuestro modo de vida y al aumento del uso de agua para la irrigación.

15 Las fuentes primarias de agua dulce son las aguas subterráneas, los ríos y los lagos. En estos casos el agua está libre de sal y tan solo precisa ser purificada de la suciedad y los microbios a través de procesos de baja demanda energética para poder ser utilizable como agua potable o en la agricultura. Los países que carecen de la posibilidad de explorar en mayor medida las aguas subterráneas y que carecen de otras reservas de agua dulce naturales explotables deben obtener su agua dulce del mar. Antes de que el agua del mar pueda ser utilizada por los humanos como agua potable o como agua de riego en la agricultura, debe ser primero desalada utilizando un proceso de desalinización que requiere energía. La fuente de energía proviene actualmente de los combustibles fósiles, que causan daños ambientales en forma de contaminación e intensifican el calentamiento global. De forma adicional, el proceso de desalinización produce restos con grandes acumulaciones de sal, que son muy tóxicos tanto para las plantas como para los animales.

25 Una forma alternativa de paliar la falta de acceso al agua dulce es aprovechar el agua que se encuentra en el aire. Hoy en día hay varias técnicas conocidas y disponibles para condensar agua desde el aire. Dichas técnicas se basan, normalmente, en materiales higroscópicos que reúnen la humedad existente en el aire. El agua puede, por tanto, ser retenida por el material higroscópico en forma líquida calentándola y enfriándola en varios ciclos. El calentamiento y la refrigeración, respectivamente, del aire en dichos procesos requieren cantidades de energía relativamente grandes. Por consiguiente, no constituyen una alternativa competitiva en lo que a la producción de agua dulce extraída del agua del mar a gran escala se refiere.

35 La técnica anterior cuenta con varios acercamientos diferentes para extraer agua del aire. El documento DE102006038983 hace referencia a un método que utiliza un absorbente de fluidos con una sal higroscópica y una unidad generadora de presión. Los documentos CN101100866 y RU2230858 describen sistemas que requieren varios sistemas de refrigeración, mientras que el documento WO9907951 hace referencia a un sistema con una bomba de vacío que descarga vapor a un condensador. El documento US2,138,689 hace referencia a un método para obtener agua de la atmósfera exponiendo madera al aire durante la noche. La madera se coloca entonces en un espacio cerrado donde el aire y la madera son calentados por el sol. El aire calentado se satura de humedad y el aire fluye a través de un canal a un condensador y entonces se recoge el agua líquida. El aire vuelve al espacio cerrado para tomar más humedad. El documento US2009/133414 A1 hace referencia a un sistema basado en un ciclo de absorción-desorción-condensación que utiliza un material de sorción para extraer la humedad del aire ambiente y condensar el vapor de agua expulsado del material de sorción por el subsiguiente calentamiento y seguido por la condensación.

45 El documento WO2008/018071 A2 se refiere a un aparato y a un método para extraer agua del aire atmosférico. El método implica pasar aire atmosférico a través de un material desecante; pasar agua a través de un condensador para recolectar el agua que se condensa en el condensador; y capturar el calor formado por el material desecante durante la fase de absorción y utilizar el calor para enfriar el condensador. Dentro del chasis se proporciona colector de calor configurado para eliminar el calor del desecante.

50 **Resumen de la invención**

55 La presente invención se refiere a un dispositivo y al uso del dispositivo para la producción y la purificación de agua. La invención reduce de manera considerable la cantidad de energía necesitada para los procesos necesarios para condensar agua procedente del aire. La presente invención aprovecha las propiedades termodinámicas del aire, por ejemplo, su habilidad para mantener el agua en fase gaseosa bajo diversas presiones en contenedores sellados. Dado que el proceso necesita sustancialmente menos energía que los métodos con los que se cuenta hoy en día para condensar el agua del aire, el coste energético por unidad de agua producida disminuye.

60 El dispositivo se define en la reivindicación 1 y el uso del dispositivo se define en la reivindicación 10. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones preferidas de la invención.

65 Cuando se abre el contenedor, el material higroscópico queda expuesto a flujo de gas continuo o discontinuo y, por lo tanto, en contacto constante con la humedad que es absorbida por el material. La cantidad de agua que el material

higroscópico puede absorber depende de, por ejemplo, las propiedades del material, la temperatura y la humedad relativa del gas.

5 Un aspecto de la presente invención es un dispositivo para extraer el agua del gas que comprende un contenedor con al menos una abertura sellable, al menos una tapa, al menos un material higroscópico y un dispositivo de suministro de energía, en donde el contenedor está elaborado de material conductor de calor.

10 En una realización preferida, las paredes del contenedor están totalmente o parcialmente elaboradas de, o recubiertas con, material hidrofóbico.

10 En otra realización preferida más, un ventilador o una bomba facilita un flujo de gas en el contenedor.

15 Otra realización preferida más comprende un dispositivo de suministro de energía que utiliza el principio del horno de microondas o el calor de la electricidad a través de un alambre metálico resistivo o energía solar.

15 Otra realización preferida comprende un mecanismo de control para el sellado de la tapa. El mecanismo de control reacciona a la cantidad de agua absorbida en el material higroscópico y está en conexión con el dispositivo de suministro de energía.

20 En otra realización preferida, la tapa es una válvula de retención que puede ser abierta por un flujo de gas, facilitado, por ejemplo, por un ventilador o por una bomba o por el viento, y que se cierra cuando el flujo de gas se detiene.

25 Un segundo aspecto de la presente invención hace referencia al uso del dispositivo para el riego, la irrigación, la producción de agua, en instalaciones de clima interior, en aires acondicionados o para la deshumidificación.

25 Un tercer aspecto no reivindicado en la presente invención hace referencia a un método para extraer el agua del gas utilizando un contenedor que comprende al menos una abertura, al menos un material higroscópico, al menos un dispositivo de suministro de energía y al menos una tapa, que comprende:

30 -suministrar gas que contiene agua al contenedor;

-absorber agua en o dentro del material higroscópico;

35 -sellar del contenedor con una tapa;

-calentar del material higroscópico hasta que el gas existente en el contenedor se satura de agua en fase gaseosa;

40 -continuar calentando hasta que el resto de agua absorbida del material higroscópico se licua sin vaporizarse primero.

De acuerdo con este método, el suministro de gas puede estar facilitado por un ventilador o una bomba o por el viento y la presión en el contenedor sellado puede reducirse.

45 De acuerdo con el método no reivindicado en la presente invención, el gas puede ser enfriado de una manera continua o discontinua para mantener una diferencia de temperatura entre el gas y el agua absorbida en o hacia el material higroscópico. El enfriamiento puede conseguirse activamente utilizando un dispositivo de refrigeración o pasivamente a través del material conductor de calor del que está elaborado el contenedor.

50 De acuerdo con la invención, el contenedor está elaborado de un material conductor de calor. Preferiblemente, las paredes del contenedor están en su totalidad o parcialmente elaboradas de, o recubiertas con, un material hidrofóbico. Las paredes y el fondo del contenedor podrían en una realización están contruidos de tal manera que el agua licuada se fusione en gotas de mayor tamaño y, a continuación, se reúna para facilitar el drenaje del agua.

55 La manipulación de la tapa podría, en una realización, estar controlada por un mecanismo. Este mecanismo está también conectado preferiblemente al material higroscópico para reconocer cuándo la tapa debe abrirse o cerrarse.

Breve descripción de los dibujos

60 La figura 1 muestra una sección transversal de un contenedor de acuerdo con la presente invención, en la que el contenedor está abierto.

65 La figura 2 muestra una sección transversal de un contenedor de acuerdo con la presente invención, en la que el contenedor está cerrado y se produce vapor y el agua absorbida es licuada.

La figura 3 muestra una sección transversal de un contenedor de acuerdo con la presente invención que comprende un elemento de drenaje y un mecanismo de control.

5 La figura 4 muestra una sección transversal de un contenedor de acuerdo con la presente invención donde el contenedor comprende válvulas de retención y un ventilador o una bomba.

La figura 5 muestra una sección transversal de un contenedor de acuerdo con la presente invención donde el contenedor comprende una bomba.

10 La figura 6 muestra una sección transversal de un material higroscópico.

Descripción detallada de la invención

15 El término “tapa” en la presente invención debe ser interpretado como un dispositivo que cubre, tapa, cierra y/o sella una abertura. El término también incluye válvulas, como válvulas de retención.

En la presente solicitud, los términos “absorción” y “absorbido” incluyen todas las formas de sorción.

20 En la presente solicitud, el término “contenedor” no está limitado a una forma geométrica o tamaño e incluye, pero no se limita a, términos como tubería, tubo, caja, tanque y cazoleta.

En la presente solicitud, los términos “en conexión con” y “conectado a” hacen referencia a conexiones físicas, ópticas o digitales.

25 La presente invención se basa en que un material higroscópico confinado en un contenedor absorbe agua procedente de los gases circundantes, preferiblemente aire, y preferiblemente hasta el punto de saturación. Por consiguiente, tras haber permitido que el material higroscópico absorba el agua, el contenedor es sellado utilizando una tapa o cualquier otra cubierta adecuada y tras ello se calienta el material higroscópico. El sellado debe llevarse a cabo de manera que el volumen del gas del contenedor sellado no se expanda durante el calentamiento. El proceso de producción es accionado por la diferencia en la presión de vapor existente entre el agua del gas y el agua absorbida en el material higroscópico. La cantidad de agua liberada del material higroscópico a sus alrededores puede ser descrita por la fórmula:

35
$$dm / dt = CA\Delta P = CA(P_1(T_1) - P_2(T_2))$$

40 donde C es un material constante, A es la superficie de contacto entre el gas y el material higroscópico y P es la presión de vapor. Cuando un gas está saturado, es decir, con un 100 % de humedad relativa, la presión del vapor del agua absorbida en el material higroscópico podría ser incluso mayor. La mayor presión del vapor y la saturación del gas hace que el agua absorbida se licue. La presente invención disminuye la cantidad de energía requerida dado que, en lugar de vaporizar el agua absorbida, la presente invención tan solo requiere la energía para romper la unión entre el agua y el material higroscópico. Es esto resultado de que la vaporización requiere tanto la energía para romper la unión entre el agua absorbida y el material higroscópico como la energía para vaporizar el agua.

45 A diferencia de la técnica anterior, la presente invención no depende, por consiguiente, de una circulación interna de aire o de sistemas de refrigeración para funcionar. El uso de un material conductor del calor en la presente invención hace que sea innecesario utilizar un sistema de refrigeración.

50 Durante el calentamiento del material higroscópico, el agua absorbida en o hacia el material se vaporizará. Cuando los gases circundantes son saturados de humedad, el calentamiento adicional causará que parte del agua absorbida pase de absorbida a agua líquida libre, figura 2. De forma adicional, al tener paredes de material conductor de calor, el agua vaporizada puede condensarse en las paredes, modificando el equilibrio, facilitando que más agua se vaporice desde el material higroscópico. Las paredes del contenedor están elaboradas de metales o de aleaciones de metales.

55 En una realización preferida de la presente invención, el dispositivo contiene una bomba para reducir la presión en el contenedor cuando este está sellado. La bomba es un complemento al dispositivo de suministro de energía o al dispositivo de calentamiento. Cuando la tapa queda sellada en el contenedor, la bomba reduce la presión en el contenedor sellado para modificar el equilibrio de presión de vapor entre el gas del contenedor y el material higroscópico. El agua, entonces, se condensa y puede ser fácilmente recogida. La presión en el contenedor sellado puede reducirse utilizando una bomba o cualquier otro medio adecuado. La reducción de presión puede hacerse antes, durante o después de calentar el material higroscópico. El dispositivo de suministro de energía puede además comprender un generador de microondas o un dispositivo resistivo de calentamiento o una unidad de absorción solar.

60 Si la temperatura que rodea al contenedor es baja, la temperatura del contenedor y, por tanto, la del gas, será baja y el gas del contenedor no será capaz de mantener tanta agua y, en cambio, causará una menor presión de vapor al saturarse. Es preferible una alta temperatura en el material higroscópico para crear una mayor presión de vapor. Además, cuanto menor sea la temperatura del gas, más rápido será el proceso y más agua podrá producirse.

La energía añadida al agua absorbida en el material higroscópico podría tener la forma de calor tal y como se ha mencionado anteriormente, pero también la forma de microondas o ultrasonidos o una combinación de ambos. El dispositivo de suministro de microondas o ultrasonidos puede estar dispuesto cerca del material higroscópico o en las paredes laterales del contenedor o sobre la tapa.

Es preferible contar con una superficie de contacto lo más grande posible entre el material higroscópico y el gas. El material podría, por tanto, tener la forma de o tener una estructura del tipo porosa, en forma de láminas, capas, arrugas, granos, gránulos o combinaciones de los mismos.

La presente invención comprende un contenedor 1 con al menos una abertura 2 que puede sellarse utilizando una tapa 3 o de alguna otra manera adecuada. La tapa podría, por ejemplo, ser una válvula de retención. Al menos un material higroscópico 4 es dispuesto dentro del contenedor y/o en la tapa. El contenedor, incluida la tapa, podría estar elaborado de un material no transparente; sin embargo, es posible disponer una pequeña ventana para la observación en la tapa o en las paredes del contenedor. Un dispositivo de suministro de energía 5 se utiliza para calentar el material higroscópico dentro del contenedor sellado. El dispositivo de suministro de energía puede manipularse utilizando electricidad, pilas de combustible, energía solar o de cualquier otra manera adecuada y el calor puede estar suministrado vía electricidad, microondas (por ejemplo, a través del principio de horno de microondas) o vía energía solar. El dispositivo de suministro de energía podría también estar conectado a un mecanismo de control de la tapa 7 para optimizar el proceso de reconocer cuándo debe abrirse y cerrarse la tapa y cuándo debe comenzar a funcionar el procedimiento de suministro de energía. De forma adicional, el contenedor se construye preferiblemente de tal manera que el volumen de gas que hay dentro del contenedor sellado permanece sustancialmente constante durante el suministro energético. Ello puede lograrse fijando o bloqueando la tapa después de cerrar o utilizar una válvula de retención como una tapa.

En otras palabras, el mecanismo de control 7 preferiblemente controla la tapa 3 y el dispositivo de suministro de energía 5. Cuando se usa un ventilador o una bomba, el mecanismo de control puede estar conectado al ventilador o a la bomba de una manera adecuada para controlar dicho ventilador o bomba, figura 4. Preferiblemente, la tapa debería estar cerrada y sellada cuando el material higroscópico es saturado con agua. Además, el mecanismo de control está preferiblemente conectado al dispositivo de suministro de energía y al material higroscópico para controlar el suministro de energía. La conexión podría producirse, entre otras, mediante conexiones físicas y/o varios sensores. Los sensores pueden funcionar para controlar la temperatura del material higroscópico para optimizar el comienzo y el final del suministro energético, pero también para controlar la temperatura del material para ajustarla con respecto a la cantidad de agua absorbida, la temperatura del entorno, etc. Los sensores del material higroscópico son preferiblemente sensibles a la temperatura o al nivel higroscópico. Cuando se alcanza un nivel preestablecido, el mecanismo de control activa el cierre o la apertura de la tapa y activa el suministro de energía o el enfriamiento. Si se utiliza un ventilador o una bomba 8, la activación y la desactivación del ventilador o de la bomba son controladas, preferiblemente, por el mecanismo de control. Por ejemplo, cuando se alcanza un cierto nivel higroscópico en el material higroscópico, el ventilador comienza a funcionar. Esto podría además utilizarse cuando la tapa es una válvula de retención y la activación y desactivación del ventilador/bomba abre y cierra la válvula de retención, figura 4.

Las paredes y el fondo del contenedor deberían, preferiblemente, estar contruidos de tal manera que el agua licuada quede reunida, figura 3. Esto puede conseguirse teniendo ranuras, zanjias, canales o formas similares en, o a lo largo de, las paredes del contenedor, estas pueden además continuar a lo largo de la placa del fondo del contenedor hacia un punto de unión. Dichas ranuras, zanjias o canales podrían estar elaboradas de materiales hidrofóbicos. La placa del fondo puede estar construida de tal manera que toda el agua procedente de las paredes y del material higroscópico quede reunida. Ello puede lograrse teniendo el fondo inclinado en uno o varios puntos, figura 3. El contenedor tiene preferiblemente un elemento de drenaje 6 que podría ser, entre otros, un grifo, una canilla o una salida.

La figura 5 muestra la presente invención donde se dispone un dispositivo de reducción de presión 12. Este podría ser, por ejemplo, una bomba. La ubicación de la entrada de la bomba podría estar dispuesta en el fondo del contenedor, en las paredes del contenedor o en la tapa. Podría haber también más de una bomba o más de una entrada, por ejemplo, una, dos o tres bombas o entradas, preferiblemente dispuestas en diferentes ubicaciones del contenedor. En una realización, el ventilador o la bomba 8 y el dispositivo de reducción de presión 12 son el mismo.

El material higroscópico se coloca en el contenedor. El material se coloca a lo largo de las paredes del contenedor y se separa de las paredes. El contenedor está elaborado de un material conductor del calor. Además, el contenedor, incluida la tapa, está preferiblemente construido de tal manera que la diferencia de temperatura es lo mayor posible entre el gas y el material higroscópico.

El material higroscópico está dispuesto en un marco 10 y el dispositivo de suministro de energía está parcialmente dispuesto en el material higroscópico, aquí ilustrado con puntos negros 4. La parte final del dispositivo de suministro de energía 9 dispuesta en el material higroscópico puede tener diferente forma, tal y como se observa en la figura 6. En la figura 6a, la parte final tiene forma de Y o de horquilla, mientras que, en la 6b, la parte final 9 es una superficie rectangular sustancialmente plana y en la 6c la parte final comprende varios cables. Al colocar la parte final 9 en el material higroscópico, el calentamiento se vuelve mucho más eficiente y más homogéneamente distribuido que si la

totalidad del contenedor es calentada o si, por ejemplo, solo una de las partes finales del material higroscópico es calentada. En la figura 6d, se disponen pequeñas partículas metálicas o conductoras de calor 11 para mantener el calor y/o conducir la energía añadida o el calor hacia el material higroscópico. El material higroscópico puede comprender tamices moleculares, carbón activo, zeolita, gel de sílice, LiCl, CaCl, NaNO₃, madera, sulfatos o cualquier otro material adecuado conocido por los técnicos en la materia o también combinaciones de los mismos.

5

La presente invención cuenta con el objetivo de extraer agua del gas, preferiblemente del aire, para producir agua o para eliminar el agua del gas. Este segundo objetivo puede servir, por ejemplo, para la deshumidificación de ambientes internos o en dispositivos de aire acondicionado, entre otros.

10

15

20

25

30

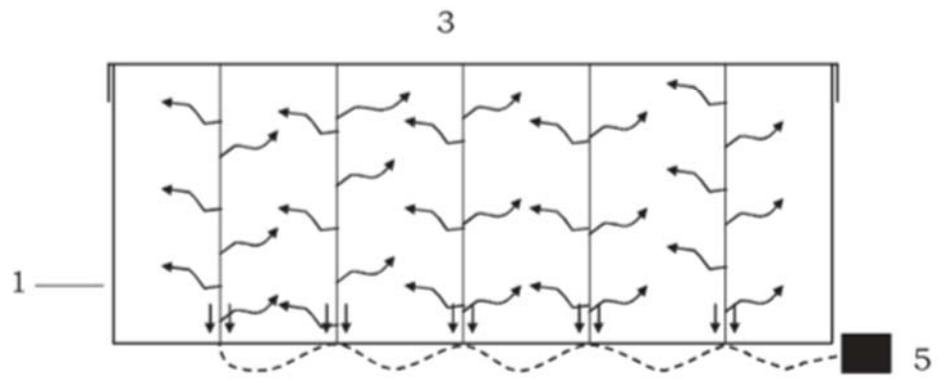
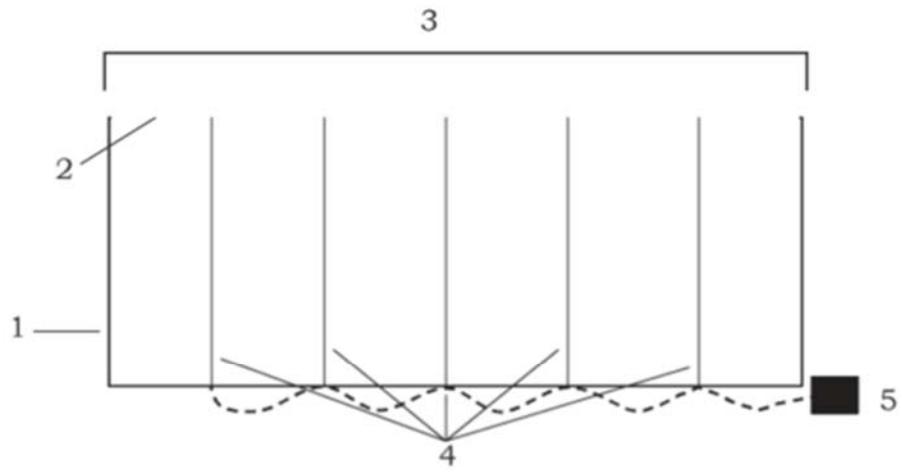
35

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo para la extracción de agua del gas que comprende un contenedor (1) con al menos una abertura sellable (2), al menos una tapa (3), al menos un material higroscópico (4) y un dispositivo de suministro de energía (5) configurado para calentar el material higroscópico, en donde el contenedor (1) está elaborado de un material conductor de calor para condensar el agua vaporizada en las paredes, en donde las paredes del contenedor están elaboradas de metal o de aleación de metal;
- 10 en donde el material higroscópico (4) está dentro del contenedor (1) y en donde el material (4) está separado de las paredes del contenedor (1); y
- en donde el material higroscópico (4) está dispuesto en un marco (10) y en donde el dispositivo de suministro de energía (5) está parcialmente dispuesto en el material higroscópico (4).
- 15 2. El dispositivo de acuerdo con lo reivindicado en la reivindicación 1, en donde la energía presenta forma de calor, microondas o ultrasonido.
3. El dispositivo de acuerdo con lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde el dispositivo de suministro de energía (5) es un dispositivo de calentamiento y opcionalmente el dispositivo comprende además una
- 20 bomba (8) dispuesta para reducir la presión en el contenedor cuando está sellado.
4. El dispositivo de acuerdo con lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 – 3, en donde las paredes del contenedor (1) están total o parcialmente elaboradas de, o recubiertas con, un material hidrofóbico.
- 25 5. El dispositivo de acuerdo con lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 – 4, en donde el material higroscópico (4) comprende tamices moleculares, carbón activo, zeolita, gel de sílice, LiCl, CaCl, NaNO₃, madera, sulfatos o cualquier otro material que tenga la capacidad de absorber agua/humedad.
- 30 6. El dispositivo de acuerdo con lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 – 5, en donde un ventilador o una bomba (8) facilita un flujo de gas en el contenedor.
7. El dispositivo de acuerdo con lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 – 6, en donde el dispositivo de suministro de energía comprende un generador de microondas o un dispositivo resistivo de calentamiento o una unidad de absorción solar.
- 35 8. El dispositivo de acuerdo con lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 – 7, en donde el dispositivo también comprende un mecanismo de control (7) para la apertura y el sellado de la tapa, en donde el mecanismo de control está opcionalmente conectado al material higroscópico (4) y/o al dispositivo de suministro de energía (5).
- 40 9. El dispositivo de acuerdo con lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 – 8, en donde el dispositivo comprende un elemento de drenaje (6) y opcionalmente las paredes del contenedor contienen ranuras, zanjas, canales o similares.
- 45 10. El uso del dispositivo de acuerdo con lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 – 9 para el riego y la producción de agua o para instalaciones climáticas de interior, aires acondicionados o deshumidificación.

50



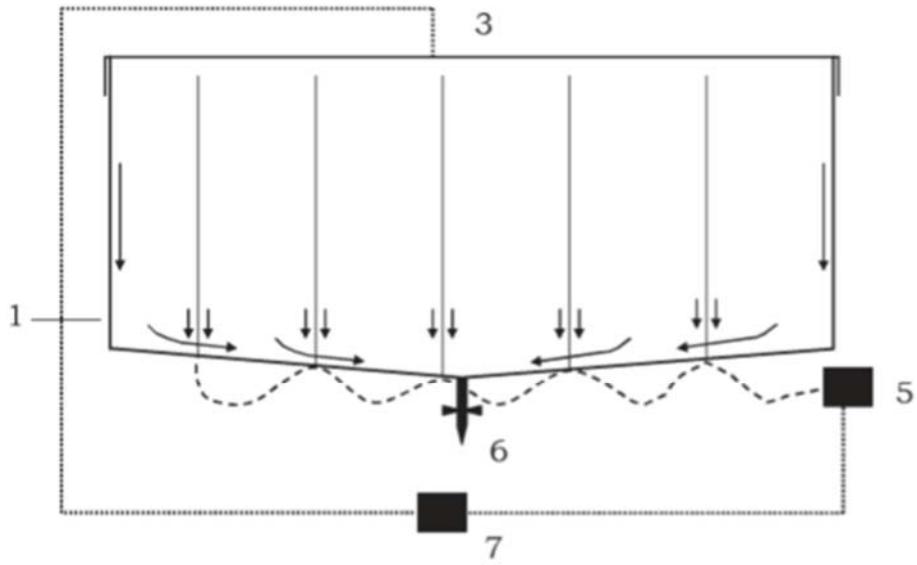


FIGURA 3

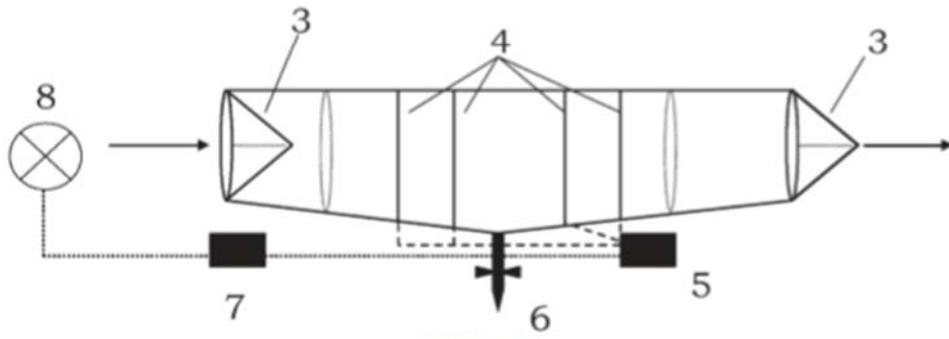


FIGURA 4

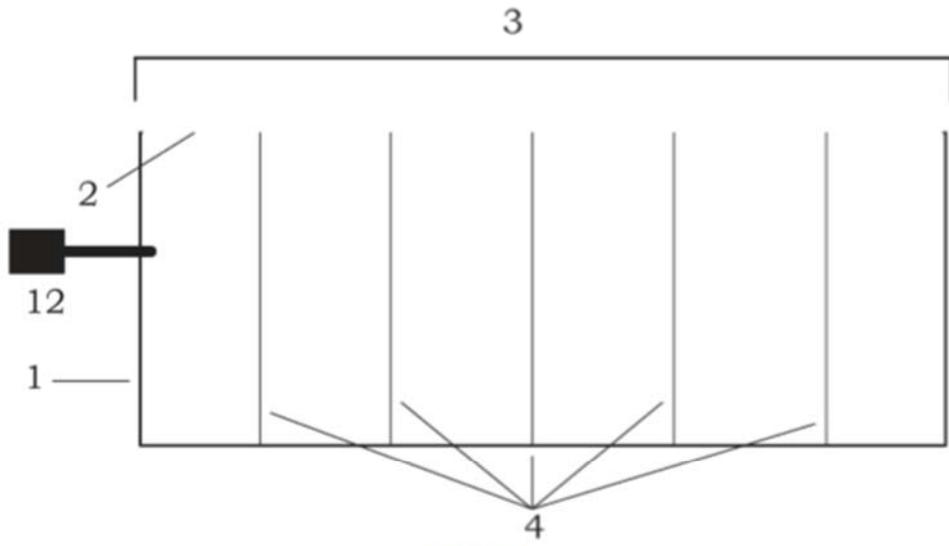


FIGURA 5

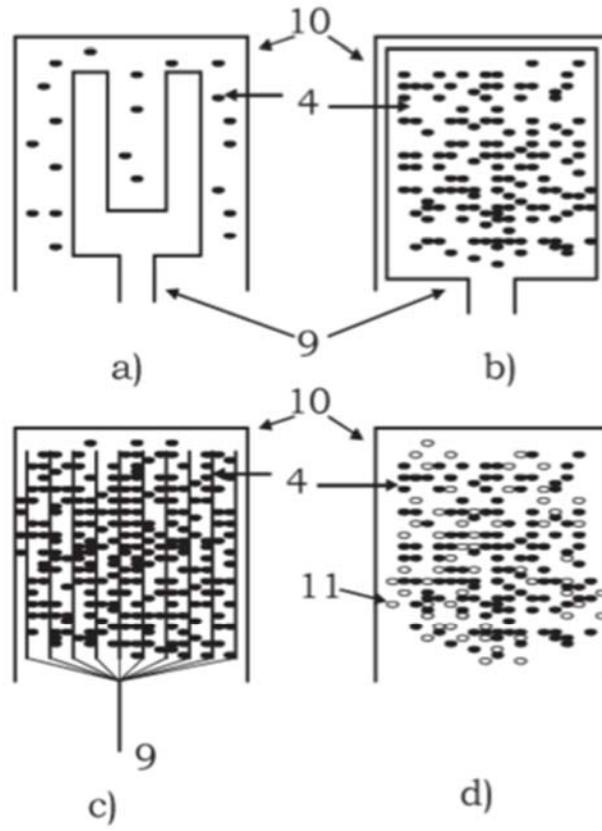


FIGURA 6