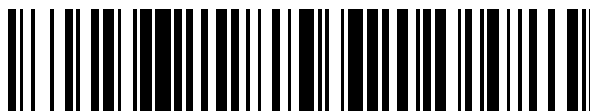


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 972**

51 Int. Cl.:

B01D 53/22 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

B01D 53/28 (2006.01)

B01D 63/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2014 PCT/EP2014/074113**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2015 WO15074901**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2014 E 14805795 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 3043887**

54 Título: **Dispositivo para la separación de agua de una corriente de fluido que contiene agua**

30 Prioridad:

19.11.2013 DE 102013223562

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

12.04.2019

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**TREMEL, ALEXANDER;
ZIEGMANN, MARKUS y
LENK, UWE**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 708 972 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 la separación de agua de una corriente de fluido que contiene agua

5 La invención se refiere a un dispositivo según la reivindicación 1 para la separación de agua, en particular vapor de agua, de una corriente de fluido, en particular corriente de gas, que contiene agua, en particular vapor de agua, que comprende al menos un cuerpo de membrana permeable para agua, que delimita al menos un espacio interno de cuerpo de membrana.

10 La separación de agua de corrientes de fluido que contienen agua y por lo tanto la obtención de agua protegiendo los recursos tiene cada vez más importancia. En este contexto se sabe, por ejemplo, cómo separar vapor de agua de corrientes de gases de escape. El vapor de agua separado se convierte habitualmente mediante procesos de condensación con refrigeración intensiva en agua. Este principio puede estar realizado a través de condensadores de superficie conectados en corrientes de gas de escape, por ejemplo, en las formas constructivas de transferidores de calor tubulares o transferidores de calor de placas.

15 Para la separación de vapor de agua de corrientes de gases que contiene vapor de agua se propusieron además cuerpos de membrana permeables para vapor de agua, es decir, con selectividad de vapor de agua, en donde el vapor de agua desde la corriente de gas permea a través del cuerpo de membrana en un espacio interno de cuerpo de membrana delimitado a través del cuerpo de membrana. La fuerza propulsiva para la permeación del vapor de agua a través del cuerpo de membrana es una concentración de vapor de agua aminorada en el espacio interno de cuerpo de membrana y/o un vacío que se aplica en el espacio interno de cuerpo de membrana y el salto de presión que resulta de esto, en particular salto de presión parcial de vapor de agua. El vapor de agua permeado en el espacio interno de cuerpo de membrana se transforma en agua líquida a través de procesos de condensación con refrigeración intensiva.

20 El documento EP0532368 da a conocer un dispositivo para la separación de, entre otros, vapor de agua de una corriente de gas que contiene vapor de agua, que comprende un grupo de membranas de fibra hueca permeable para vapor de agua.

25 Por consiguiente, los planteamientos conocidos por el estado de la técnica para la separación de agua de una corriente de fluido que contiene agua, en particular en cuanto a la demanda de refrigeración necesaria para ello en el marco de la condensación del vapor de agua es digno de mejoras.

La invención se basa en el objetivo de indicar un dispositivo mejorado para la separación de agua de una corriente de fluido que contiene agua.

30 El objetivo se resuelve según la invención mediante un dispositivo del tipo indicado al principio que se caracteriza, según la invención, por que en el espacio interno de cuerpo de membrana se encuentra al menos un fluido hidrófobo para la absorción de agua, en particular vapor de agua, que entra desde la corriente de fluido a través del cuerpo de membrana en el espacio interno de cuerpo de membrana.

35 La enseñanza técnica de acuerdo con la invención se refiere a un principio especial para la separación de agua, en particular de vapor de agua, en general de moléculas de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua, en particular una corriente de gas que contiene vapor de agua. En particular la enseñanza técnica de acuerdo con la invención hace posible según esto una separación de vapor de agua de corrientes de gases que contienen vapor de agua, en particular de corrientes de gases de escape que contienen vapor de agua. El principio de acuerdo con la invención puede realizarse con dispositivo de acuerdo con la invención que va a describirse con más detalle a continuación.

40 El dispositivo de acuerdo con la invención comprende al menos un cuerpo de membrana, que delimita al menos un espacio interno de cuerpo de membrana. El cuerpo de membrana está formado por al menos un material permeable para moléculas de agua líquidas o en forma gaseosa y por lo tanto con selectividad de agua, en particular con selectividad de vapor de agua, como por ejemplo poliétercetona sulfonada, abreviado SPEEK, poliétersulfona sulfonada, abreviado SPES, o poliéter amida en bloque, abreviado PEBAX, La configuración del material que forma el cuerpo de membrana con selectividad de agua, en particular con selectividad de vapor de agua, permite la recuperación de agua de elevada pureza, dado que los componentes no deseados de la corriente de fluido que contiene aguas no pueden llegar a través del cuerpo de membrana al espacio interno de cuerpo de membrana.

50 El material que forma el cuerpo de membrana puede ser poroso, es decir, puede presentar una estructura de poros abiertos, en particular al menos por secciones. El tamaño de poro del material que forma el cuerpo de membrana se sitúa por regla general en un intervalo entre 1 y 50 nm, en particular en un intervalo entre 1 y 10 nm. Naturalmente el tamaño de poro del material que forma el cuerpo de membrana puede situarse en casos excepcionales también fuera de los intervalos de tamaño de poro mencionados. Fundamentalmente, sin embargo, también es concebible que el material que forma el cuerpo de membrana no sea poroso.

5 Dentro del cuerpo de membrana, es decir, en el espacio interno de cuerpo de membrana delimitado por del cuerpo de membrana se encuentra al menos un fluido hidrófobo, es decir, en particular al menos un líquido hidrófobo. El fluido hidrófobo es o comprende en general al menos una sustancia, que, debido a su disimilitud estructural, en particular química respecto al agua no puede mezclarse con agua, o solo de forma inadecuada. En el caso del fluido hidrófobo puede tratarse, según esto, por ejemplo, de un líquido orgánico natural o sintético, en particular de un aceite natural o mineral o sintético.

10 El uso de aceites vegetales naturales, es decir, el uso de aceites vegetales, como fluido hidrófobo es conveniente, por ejemplo, cuando el agua recuperada del fluido hidrófobo se utiliza en el sector de la técnica alimentaria. Una etapa adicional de tratamiento del agua recuperada de esta forma no es absolutamente necesaria en este caso, dado que los residuos de fluido hidrófobo, contenidos ligeramente en el agua recuperada dado el caso ni siquiera perjudican la idoneidad del agua recuperada como alimento o medio para el consumo.

15 El dispositivo de acuerdo con la invención está concebido normalmente de tal manera que el fluido hidrófobo fluye continuamente a través del espacio interno de cuerpo de membrana, es decir, en particular, que el fluido hidrófobo circula a modo de circuito a través del espacio interno de cuerpo de membrana. Mediante la posibilidad de una circulación a modo de circuito del fluido hidrófobo a través del espacio interno de cuerpo de membrana los costes operativos del dispositivo de acuerdo con la invención, en particular en cuanto al fluido hidrófobo, son comparativamente reducidos, igualmente el dispositivo de acuerdo con la invención está diseñado de tal modo para el funcionamiento de larga duración.

20 El principio de acuerdo con la invención para la separación de agua, en particular de vapor de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua se basa en que el agua que ha entrado a través del cuerpo de membrana, es decir, que ha permeado, en particular el vapor de agua que ha entrado a través del cuerpo de membrana, es decir, que ha permeado, se acumula o se almacena en el fluido hidrófobo situado en el espacio interno de cuerpo de membrana. El fluido hidrófobo situado en el espacio interno de cuerpo de membrana sirve según esto para la absorción del agua o vapor de agua que entra a través del cuerpo de membrana en el espacio interno de cuerpo de membrana, en general de las moléculas de agua que han entrado a través del cuerpo de membrana en el espacio interno de cuerpo de membrana.

25 La fuerza propulsiva para la permeación del agua o vapor de agua a través del cuerpo de membrana es la absorción de moléculas de agua en el fluido hidrófobo y la diferencia de concentración (diferencia de concentración de agua) originada por ello o mantenida entre la corriente de fluido que contiene agua o vapor de agua, de la cual el agua o el vapor de agua va a separarse, y el fluido hidrófobo. Existe según esto una diferencia entre la concentración de agua en la superficie de contacto fuera del cuerpo de membrana, es decir, la concentración de agua de la corriente de fluido que fluye fuera del cuerpo de membrana, y la concentración de agua en la superficie de contacto dentro del cuerpo de membrana, es decir, la concentración de agua dentro del fluido hidrófobo situado en el espacio interno de cuerpo de membrana. La concentración de agua (solubilidad) en la corriente de fluido que contiene agua o vapor de agua es en este sentido por lo general notablemente más alta que la concentración de (vapor) agua en el fluido hidrófobo, que de forma ideal se aproxima a cero. Por ello también es posible una separación de agua o vapor de agua de corrientes de fluido que contienen agua o vapor de agua con concentraciones de (vapor) de agua relativamente reducidas.

30 Tal como se demuestra, además, la acumulación o almacenamiento del agua o vapor de agua en el fluido hidrófobo y por lo tanto la absorción del agua o vapor de agua en el fluido hidrófobo, además, es decir, como alternativa o en particular puede estar respaldada de manera complementaria por un salto de presión, es decir, una diferencia de presión, entre la corriente de fluido que contiene agua o vapor de agua y el fluido hidrófobo. La diferencia de presión puede estar realizada, en particular, por una presión negativa dentro del espacio interno de cuerpo de membrana. Para la realización de la presión negativas dentro del espacio interno de cuerpo de membrana el dispositivo puede comprender un equipo de regulación de presión, como por ejemplo una bomba de vacío.

35 El agua absorbida o contenida en el fluido hidrófobo, separada de la corriente de fluido que contiene agua o vapor de agua puede separarse del fluido hidrófobo por medio de principios de separación químicos y/ físicos, en particular mecánicos y por lo tanto recuperarse. Para ello el dispositivo de acuerdo con la invención comprende de manera conveniente al menos un equipo de separación asociado al cuerpo de membrana, en particular conectado aguas abajo, para la separación química y/o física, en particular mecánica del agua absorbida en el fluido hidrófobo del fluido hidrófobo.

40 Para realizar la diferencia anteriormente descrita entre la concentración de agua fuera del cuerpo de membrana, es decir, la concentración de agua de la corriente de fluido que fluye fuera del cuerpo de membrana, y la concentración de agua dentro del cuerpo de membrana, es decir, la concentración de agua dentro del fluido hidrófobo situado en el espacio interno de cuerpo de membrana, es conveniente cuando el fluido hidrófobo recorre el espacio interno de cuerpo de membrana, es decir, circula en particular en el o a través del espacio interno de cuerpo de membrana en un circuito, en particular cerrado. Para ello el dispositivo de acuerdo con la invención puede comprender al menos un equipo de alimentación para la alimentación del fluido hidrófobo en el espacio interno de cuerpo de membrana y al

menos un equipo de evacuación para la evacuación del fluido hidrófobo del espacio interno de cuerpo de membrana. El equipo de alimentación como también el equipo de evacuación pueden comprender equipos de transporte, como por ejemplo bombas, para la alimentación o evacuación del fluido hidrófobo in o del espacio interno de cuerpo de membrana.

5 A través del equipo de alimentación es posible según esto una alimentación de fluido hidrófobo, en particular
 continua, en el espacio interno de cuerpo de membrana. A través del equipo de evacuación es posible de manera
 correspondiente una evacuación, en particular continua, de fluido hidrófobo desde el espacio interno de cuerpo de
 membrana posible. Entre el equipo de evacuación y el equipo de alimentación puede configurarse por tanto un
 10 circuito, en particular cerrado, pudiendo conducirse fluido hidrófobo conducido a través del equipo de evacuación del
 espacio interno de cuerpo de membrana hacia el equipo de alimentación y a través de este de vuelta al espacio
 interno de cuerpo de membrana. El cuerpo de membrana, es decir, en particular el espacio interno de cuerpo de
 membrana está conectado según esto en el circuito formado entre el equipo de evacuación y el equipo de
 alimentación. En el circuito formado entre el equipo de evacuación y el equipo de alimentación pueden estar
 15 conectados componentes funcionales adicionales del dispositivo de acuerdo con la invención, como por ejemplo un
 equipo de separación que se ha mencionado anteriormente.

En principio a través del fluido hidrófobo que circula a modo de circuito a través del espacio interno de cuerpo de
 membrana queda garantizado que pueda evacuarse del cuerpo de membrana fluido hidrófobo enriquecido con el
 agua o vapor de agua que entra desde la corriente de fluido que contiene agua o vapor de agua a través del cuerpo
 de membrana en el espacio interno de cuerpo de membrana. De este modo en el espacio interno de cuerpo de
 20 membrana siempre se da una concentración de (vapor) agua comparativamente reducida, es decir, al menos por
 debajo de la concentración de (vapor) agua situada en la corriente de fluido que contiene agua, lo que puede
 repercutir positivamente en la configuración y mantenimiento de la fuerza propulsiva anteriormente descrita que
 condiciona la entrada del agua o vapor de aguas desde el fluido que contiene agua o vapor de agua a través del
 cuerpo de membrana en el espacio interno de cuerpo de membrana.

25 Para la configuración de la fuerza propulsiva, que condiciona la permeación de agua, en particular vapor de agua,
 desde la corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua a través del cuerpo de membrana en el
 espacio interno de cuerpo de membrana es esencial que en la superficie del cuerpo de membrana dirigida a la
 corriente de fluido que contiene agua o vapor de agua se de una concentración de (vapor) agua muy reducida.

La configuración de un circuito correspondiente en el cual o a través del cual circule el fluido hidrófobo,
 30 constructivamente puede llevarse a cabo por ejemplo estando realizado el cuerpo de membrana en forma de un
 cilindro hueco, pudiendo disponerse o estar dispuesto sobre o en la zona de un primer lado frontal del cuerpo de
 membrana un equipo de alimentación para la alimentación del fluido hidrófobo en el espacio interno de cuerpo de
 membrana, y pudiendo disponerse o estar dispuesto sobre o en la zona de un segundo lado frontal del cuerpo de
 membrana un equipo de evacuación para la evacuación del fluido hidrófobo del espacio interno de cuerpo de
 35 membrana. Esta forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención hace posible según esto un paso
 de flujo axial, y por lo tanto una circulación axial del fluido hidrófobo a través del cuerpo de membrana o a través del
 espacio interno de cuerpo de membrana, en la que la alimentación y evacuación del fluido hidrófobo en o desde el
 espacio interno de cuerpo de membrana se realiza a través de dispositivos de alimentación o de evacuación
 correspondientes dispuestos sobre o en la zona de los lados frontales respectivos del cuerpo de membrana. La
 40 alimentación y evacuación del fluido hidrófobo se realiza a este respecto normalmente a través de los diferentes
 lados frontales, es decir, en particular enfrentados, del cuerpo de membrana. El mismo principio puede transmitirse
 naturalmente a cuerpos de membrana con otras geometrías, es decir, por ejemplo, a cuerpos de membrana
 configurados en forma de placas o en forma de esfera.

La configuración de un circuito correspondiente en el que o a través del cual circule el fluido hidrófobo puede estar
 45 realizado en cuanto a la construcción por ejemplo también estando realizado el cuerpo de membrana está realizado
 en forma de un cilindro hueco, estando previsto un equipo de alimentación con al menos un canal de alimentación
 que atraviesa por secciones el espacio interno de cuerpo de membrana coaxial al eje longitudinal del cuerpo de
 membrana, estando previsto un equipo de evacuación en la zona de un espacio anular que rodea radialmente den
 canal de alimentación. En esta forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención el fluido hidrófobo
 50 fluye a través de un equipo de alimentación, dispuesto normalmente sobre o en la zona de un primer lado frontal del
 cuerpo de membrana, inicialmente en al menos un canal de alimentación que atraviesa el espacio interno de cuerpo
 de membrana axialmente, y por lo tanto dispuesto dentro del espacio interno de cuerpo de membrana. El fluido
 hidrófobo que sale del al menos un canal de alimentación, normalmente en la zona de un segundo lado frontal del
 cuerpo de membrana enfrentado al primer lado frontal, en el espacio interno de cuerpo de membrana fluye a través
 55 de un espacio anular que rodea el al menos un canal de alimentación radialmente hacia un equipo de evacuación,
 que en la presente memoria está dispuesto normalmente, al igual que el equipo de alimentación sobre o en la zona
 del primer lado frontal del cuerpo de membrana. La alimentación y evacuación del fluido hidrófobo puede realizarse
 en esta forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención según esto a través del mismo lado frontal
 del cuerpo de membrana, lo que dado el caso hace posible una construcción del dispositivo de acuerdo con la
 60 invención que, en comparación, exige menos espacio constructivo. El mismo principio puede transmitirse

naturalmente asimismo al cuerpo de membrana con otras geometrías, es decir, por ejemplo, a cuerpos de membrana configurados en forma de placa o en forma de esfera. En particular siempre y cuando el agua que va a separarse de la corriente de fluido que contiene agua esté en forma gaseosa, es decir, siempre que en el caso del agua que va a separarse de la corriente de fluido que contiene agua se trate de vapor de agua, es conveniente para la recuperación del agua condensar el vapor de agua contenido en el fluido hidrófobo, es decir, transformar el agua presente en forma de vapor de agua en su forma gaseosa a su fase líquida. Para ello el dispositivo de acuerdo con la invención comprende ventajosamente al menos un equipo de condensación asociado al cuerpo de membrana, en particular conectado aguas abajo, para la condensación del agua en forma gaseosa absorbida o contenida en el fluido hidrófobo. A través del equipo de condensación, que comprende normalmente al menos un equipo de enfriamiento para el enfriamiento del vapor de agua absorbido o contenido en el fluido hidrófobo a o por debajo de su temperatura de condensación, puede realizarse según esto una transformación de vapor de agua, es decir, agua en forma gaseosa, a agua en forma líquida.

Es también concebible que ya dentro del cuerpo de membrana o en el fluido hidrófobo antes del enfriamiento tenga lugar la condensación del vapor de agua. Esto va a explicarse mediante el siguiente ejemplo para una corriente de fluido que contiene vapor de agua con una temperatura de aproximadamente 70°C. En el caso de una corriente de fluido de este tipo puede producirse un porcentaje de vapor de agua de aproximadamente 30%, es decir, con una presión atmosférica (1 bar) se presenta una presión parcial de vapor de agua de 300 mbar. Condicionado por la permeación del vapor de agua a través del cuerpo de membrana en el espacio interno de cuerpo de membrana la temperatura del fluido hidrófobo situado en el espacio interno de cuerpo de membranas asciende asimismo a aproximadamente 70°C. En el espacio interno de cuerpo de membrana se aplica asimismo una presión de 1 bar. Dado que las moléculas de vapor de agua están sometidas según esto a una presión de 1 bar, estas se condensan dentro del fluido hidrófobo, es decir, el vapor de agua se fluidifica ya dentro del fluido hidrófobo antes del enfriamiento.

Siempre que tenga lugar una condensación de vapor de agua en el fluido hidrófobo dentro del espacio interno de cuerpo de membrana un equipo de condensación correspondiente debe reemplazarse por un equipo de enfriamiento o equipo de evacuación de calor, a través del cual se realiza un enfriamiento del fluido hidrófobo calentado. Al cuerpo de membrana puede estar asociado, en particular conectado aguas abajo, según esto al menos un equipo de enfriamiento para el enfriamiento del fluido hidrófobo.

A través de la condensación del agua absorbida o contenida en el fluido hidrófobo o vapor de agua el fluido hidrófobo según esto puede dividirse en una fase combinadas que contiene dos fases presentes separadas una de otra, es decir, una primera fase compuesta de fluido hidrófobo y una segunda fase compuesta de agua, fase combinadas de la cual la segunda fase compuesta de agua puede separarse de manera sencilla. Naturalmente dependiendo de la miscibilidad respectiva de ambas fases entre sí en una fase puede conservarse o estar un porcentaje mínimo de la otra fase en cada caso.

De manera conveniente la presión dentro del equipo de condensación puede aumentarse en comparación con la presión dominante dentro del cuerpo de membrana con el fin de mantener la temperatura de condensación del agua, o vapor de agua, absorbida o contenida en el fluido hidrófobo lo más alta posible, de modo que, para la condensación del agua, o vapor de agua, absorbida o contenida en el fluido hidrófobo, puede emplearse una fuente de enfriamiento con nivel de temperatura comparativamente alto. Este planteamiento en cuanto a la eficiencia energética del dispositivo de acuerdo con la invención o de la separación del agua o vapor de aguas absorbida o contenida en la corriente de fluido de la corriente de fluido es ventajosa. El aumento de presión dentro del equipo de condensación es en particular ventajoso, cuando la acumulación o el almacenamiento del agua o vapor de agua en el fluido hidrófobo, y por lo tanto la absorción del agua o vapor de agua en el fluido hidrófobo está respaldada además por un salto de presión, es decir, una diferencia de presión, entre la corriente de fluido que contiene agua o vapor de agua y el fluido hidrófobo, que, tal como ya se ha mencionado, normalmente está realizada mediante una presión negativa dentro del cuerpo de membrana o dentro del espacio interno de cuerpo de membrana. Tal como ya se ha mencionado anteriormente, el dispositivo de acuerdo con la invención puede comprender de manera conveniente al menos un equipo de separación para la separación química y/o física, en particular mecánica del agua absorbida en el fluido hidrófobo del fluido hidrófobo, conectado aguas abajo del cuerpo de membrana, dado el caso del equipo de condensación asociado o conectado aguas abajo del cuerpo de membrana. A través del equipo de separación se realiza la separación del agua absorbida o contenida en el fluido hidrófobo del fluido hidrófobo. El fluido hidrófobo liberado del agua puede alimentarse de nuevo al cuerpo de membrana. El agua liberada del fluido hidrófobo y por lo tanto recuperada puede utilizarse para distintos fines fuera o dentro del dispositivo de acuerdo con la invención. La separación de agua líquida absorbida o contenida en el fluido hidrófobo del fluido hidrófobo puede realizarse en particular mecánicamente, es decir, mediante sedimentación (sedimento o deposición), de modo que el equipo de separación está orientado de manera correspondiente a la sedimentación del agua absorbida en el fluido hidrófobo. El equipo de separación puede comprender, según esto, por ejemplo, al menos una pila de sedimentación. Naturalmente son concebibles en principio también otros principios de separación químicos y/o físicos para la separación del agua absorbida o contenida en el fluido hidrófobo del fluido hidrófobo.

La invención se refiere a además un procedimiento según reivindicación 5 para la separación de agua, en particular

vapor de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua. El procedimiento se caracteriza por que el agua que va a separarse o vapor de agua que va a separarse a través de al menos un cuerpo de membrana permeable para agua o vapor de agua, en general moléculas de agua, se transforma en al menos un fluido hidrófobo dentro de un espacio interno de cuerpo de membrana delimitado por el cuerpo de membrana y se absorbe en el fluido hidrófobo. El procedimiento de acuerdo con la invención puede estar implementado o implementarse, en cuanto al dispositivo, en particular en un dispositivo de acuerdo con la invención.

Fundamentalmente, en cuanto al procedimiento de acuerdo con la invención, todas las realizaciones en relación con el dispositivo de acuerdo con la invención en todas las formas de realización descritas o variantes se aplican de forma análoga. A la inversa se aplican de forma análoga todas las formas de realización en relación con el procedimiento de acuerdo con la invención en todas las formas de realización descritas o variantes para el dispositivo de acuerdo con la invención.

En el marco del procedimiento de acuerdo con la invención es conveniente cuando el fluido hidrófobo recorre el espacio interno de cuerpo de membrana, en particular a modo de circuito. El fluido hidrófobo puede según esto en particular fluir o circular en un circuito, en el que se conecta el cuerpo de membrana o el espacio interno de cuerpo de membrana. En el circuito pueden conectarse otros componentes funcionales del dispositivo que implementa el procedimiento de acuerdo con la invención, como por ejemplo equipos de condensación para la condensación de agua en forma gaseosa contenida en el fluido hidrófobo y/o equipos de enfriamientos para el enfriamiento del fluido hidrófobo calentado mediante condensación previa y/o equipos de separación para la separación química y/o física del agua absorbida o contenida en el fluido hidrófobo del fluido hidrófobo.

Dentro del espacio interno de cuerpo de membrana puede aplicarse de manera conveniente una presión negativa. La presión negativa sirve en particular como fuerza propulsiva de respaldo adicional para la entrada o la permeación de agua, o vapor de agua, contenida en la corriente de fluido que contiene agua a través del cuerpo de membrana en el espacio interno de cuerpo de membrana y según esto en el fluido hidrófobo.

En particular siempre y cuando el agua que va a separarse de la corriente de fluido que contiene agua esté en forma gaseosa, es decir, siempre y cuando en el caso del agua que va a separarse de la corriente de fluido que contiene agua se trate de vapor de agua es conveniente para la recuperación del agua cuando el agua en forma gaseosa absorbida o contenida en el fluido hidrófobo, es decir, el vapor de agua absorbido o contenido en el fluido hidrófobo se condensa.

En este sentido para mantener lo más elevada posible la temperatura de condensación del vapor de agua que va a condensarse y de tal manera igualmente hacer posible el uso de una fuente de enfriamiento con nivel de temperatura comparativamente alto es conveniente cuando la presión del agua en forma gaseosa o vapor de agua absorbido a contenido en el fluido hidrófobo se aumenta antes de la condensación.

El agua absorbida o contenida en el fluido hidrófobo puede separarse química y/o físicamente, en particular mecánicamente, del fluido hidrófobo. En particular para la separación de agua líquida absorbida o contenida en el fluido hidrófobo del fluido hidrófobo se considera una separación mecánica en forma de una sedimentación (sedimento o deposición). Naturalmente en principio son concebibles también otros principios de separación químicos y/o físicos para la separación de agua absorbida o contenida en el fluido hidrófobo del fluido hidrófobo.

Siempre y cuando la separación de agua absorbida o contenida en el fluido hidrófobo del fluido hidrófobo se realice a través de sedimentación, la velocidad de circulación del fluido hidrófobo en la zona de un equipo de separación correspondiente puede reducirse para propósitos de la sedimentación. De este modo puede mejorarse el rendimiento de la sedimentación.

En el marco del procedimiento de acuerdo con la invención como fluido hidrófobo puede emplearse en particular un líquido orgánico natural o sintético, en particular un aceite natural o mineral o sintético.

Ventajas, características y detalles adicionales de la invención se deducen de los ejemplos de realización descritos a continuación, así como mediante el dibujo. En este sentido muestran:

Figuras 1 – 3 una representación esquemática en cada caso de un dispositivo para la separación de agua, en particular vapor de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua según un ejemplo de realización de la invención.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo 1 para la separación de agua, en particular vapor de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua según un ejemplo de realización de la invención.

El dispositivo 1 mostrado en la figura 1, como también los dispositivos 1 mostrados en las figuras 2, 3 1 están

configurados u orientados en cada caso para la realización de un procedimiento para la separación de agua, en particular vapor de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua según un ejemplo de realización de la invención.

5 El dispositivo 1 está conectado directamente en un canal 2 que conduce una corriente de gas que contiene vapor de agua. En el caso de la corriente de gas indicada con la flecha P1 se trata por ejemplo de una corriente de gas de escape o corriente de aire de salida que contiene vapor de agua, que se produce en el marco de un proceso técnico, como por ejemplo el funcionamiento de una central energética, en particular central térmica de turbina de gas. La corriente de gas contiene, además de vapor de agua normalmente otros componentes, en particular gaseosos, como, por ejemplo

10 Oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, óxido de azufre, etc.. La corriente de gas condicionada normalmente por el proceso técnico respectivo, del que procede se calienta a una determinada temperatura.

El dispositivo 1 comprende un cuerpo de membrana 3 en forma de cilindro hueco. El cuerpo de membrana 3 podría presentar igualmente también una geometría diferente, es decir, podría estar realizado por ejemplo también en forma de placa o en forma de esfera.

15 Dado que el cuerpo de membrana 3 está formado por un material con selectividad de agua, como por ejemplo poliétercetona sulfonada, el cuerpo de membrana 3 es permeable para el vapor de agua contenido en la corriente de gas. El resto de los componentes de la corriente de gas no pueden permear según esto a través del cuerpo de membrana 3, sino que fluyen sin enfriamiento significativo a lo largo del cuerpo de membrana 3. El material que forma el cuerpo de membrana 3 es poroso, es decir, presenta una estructura, en particular de poros abiertos con un tamaño de poro entre 1 y 10 nm.

20 El cuerpo de membrana 3 delimita un espacio interno de cuerpo de membrana 4. A través del espacio interno de cuerpo de membrana 4 fluye un fluido hidrófobo 5, es decir, por ejemplo, un aceite mineral o vegetal. El fluido hidrófobo 5 que fluye a través del espacio interno de cuerpo de membrana 4 sirve para la absorción de vapor de agua permeado a través del cuerpo de membrana 3 en el espacio interno de cuerpo de membrana 4, es decir, de moléculas de agua permeadas a través del cuerpo de membrana 3 en el espacio interno de cuerpo de membrana 4. La permeación de vapor de agua o moléculas de agua a través del cuerpo de membrana 3 en el espacio interno de cuerpo de membrana 4 está indicado mediante la flecha P2.

30 La fuerza propulsiva esencial para la permeación del vapor de agua contenido en la corriente de gas a través del cuerpo de membrana 3 en el espacio interno de cuerpo de membrana 4 y según esto para la acumulación o almacenamiento del vapor de agua en el fluido hidrófobo 5 hay una diferencia de concentración (diferencia de concentración de agua) entre las superficies límites del cuerpo de membrana 3 por el lado de la corriente de gas que contiene agua, de la cual el agua o el vapor de agua va a separarse, fuera del cuerpo de membrana 3 y por el lado del fluido hidrófobo 5 dentro del cuerpo de membrana 3 o dentro del espacio interno de cuerpo de membrana 4. La concentración de agua en la corriente de gas que contiene agua es por lo general claramente más alta que la concentración de agua en el fluido hidrófobo 5.

40 La diferencia de concentración se mantiene en particular al fluir el fluido hidrófobo 5 con una velocidad de circulación determinada continuamente a través el espacio interno de cuerpo de membrana 4. Para ello, al dispositivo 1 pertenece un equipo de alimentación 6 para la alimentación del fluido hidrófobo 5 en el espacio interno de cuerpo de membrana 4 y un equipo de evacuación 7 para la evacuación del fluido hidrófobo 5 enriquecido con vapor de agua del espacio interno de cuerpo de membrana 1 (compárese FIG 2). El equipo de alimentación 6, como también el equipo de evacuación 7 comprenden equipos de transporte adecuados (no mostrados), como por ejemplo bombas, para la alimentación o evacuación del fluido hidrófobo 5 en o del espacio interno de cuerpo de membrana 4.

45 Por consiguiente, queda garantizado que fluido hidrófobo 5 cargado con agua se evacúa del espacio interno de cuerpo de membrana 4 y el fluido hidrófobo 5 sin cargar se alimenta al espacio interno de cuerpo de membrana 4. En un estado de equilibrio que se produce de la relación de la cantidad de fluido hidrófobo 5 alimentado al espacio interno de cuerpo de membrana 4 y de la cantidad evacuada del espacio interno de cuerpo de membrana 4 la concentración del vapor de agua contenido en el fluido hidrófobo 5 que fluye a través del espacio interno de cuerpo de membrana 4 es por lo general notablemente más reducida que la concentración del vapor de agua contenido en la corriente de gas.

50 Para la configuración de la fuerza propulsiva, que condiciona la permeación de vapor de agua desde la corriente de gas que contiene vapor de agua a través del cuerpo de membrana 3 en el espacio interno de cuerpo de membrana 4 es esencial que en la superficie del cuerpo de membrana 3 dirigida a la corriente de gas que contiene vapor de agua se dé una concentración de vapor de agua muy reducida.

Dado el caso puede prescindirse del equipo de alimentación 6 así como del equipo de evacuación 7 y por lo tanto de

una circulación forzada del fluido hidrófobo 5 dentro del espacio interno de cuerpo de membrana 4, dado que en el marco de la invención fundamentalmente también es posible que la separación del agua contenida en el fluido hidrófobo 5 también pueda realizarse mediante convección o gravitación natural y la acumulación de agua subsiguiente en el suelo del cuerpo de membrana 3.

5 Para aumentar adicionalmente la fuerza propulsiva para la permeación del vapor de agua contenido en la corriente de gas a través del cuerpo de membrana 3 en el espacio interno de cuerpo de membrana 4, y por lo tanto en el fluido hidrófobo 5 que fluye en el espacio interno de cuerpo de membrana 4, puede aplicarse en el espacio interno de cuerpo de membrana 4 una presión negativa. Por consiguiente, la presión dentro del espacio interno de cuerpo de membrana 4 se sitúa notablemente por debajo de la presión fuera del cuerpo de membrana 3 y según esto dentro del canal 2 por el que fluye la corriente de gas. Para la realización de la presión negativa dentro del cuerpo de membrana 3 o dentro del espacio interno de cuerpo de membrana 4 el dispositivo 1 comprende un equipo de regulación de presión (no mostrado), por ejemplo, en forma de una bomba de vacío. Con la misma finalidad es concebible naturalmente, como alternativa o complemento, aumentar la presión fuera del cuerpo de membrana 3.

15 El vapor de agua absorbido en el fluido hidrófobo 5 se presenta allí normalmente en forma de burbujas de gas o de líquido individuales, distribuidas o al menos parcialmente coaguladas. El fluido hidrófobo 5 que contiene vapor de agua puede considerarse según esto como dispersión.

La separación del vapor de agua contenido en el fluido hidrófobo 5 del fluido hidrófobo 5 se realiza en una etapa de condensación y en una etapa de separación que sigue a esta.

20 En la etapa de condensación, que se lleva a cabo a través de un equipo de condensación 8 (compárese la figura 2, 3) que pertenece al dispositivo de acuerdo con la invención 1, conectado aguas abajo del cuerpo de membrana 3, el vapor de agua contenido en el fluido hidrófobo 5 se condensa, es decir, el agua contenida en el fluido hidrófobo 5 se transforma desde su estado gaseoso a su estado líquido. Tal como se muestra en principio en la figura 1, puede formarse de esta forma una fase combinada con dos fases que se presentan separadas una de otra, es decir, una primera fase que se compone esencialmente del fluido hidrófobo y una segunda fase que se compone esencialmente de agua. En las fases respectivas pueden estar incluidas porcentajes mínimos de las otras fases respectivamente.

30 Para obtener una temperatura de condensación lo más alta posible o una presión parcial de vapor de agua lo más alta posible del vapor de agua que va a condensarse en la etapa de condensación y mantener de este modo lo más reducida posible la demanda de enfriamiento necesaria para la condensación o la potencia de enfriamiento necesaria para la condensación, que se facilita a través de un equipo de enfriamiento (no mostrado) que pertenece al equipo de condensación 8 y accede a un nivel de temperatura alto, la presión dentro del equipo de condensación 8 puede aumentarse. Para la condensación pueden utilizarse, por lo tanto, nuevas fuentes de enfriamiento o también en el uso de fuentes de enfriamiento anteriores la diferencia de temperatura para la transferencia térmica, lo que hace posible la utilización de equipos de enfriamiento más compactos con bajo consumo de potencia. Asimismo, es posible de este modo aumentar la diferencia de temperatura de un agente de enfriamiento empleado para el enfriamiento, como por ejemplo aire, de modo que el caudal másico de agente de enfriamiento necesario o que va a aplicarse para el enfriamiento y la demanda de energía asociada a ello puede reducirse.

40 En la etapa de separación que sigue a la etapa de condensación que se lleva a cabo a través de un equipo de separación 9 (compárese la figura 2, 3), que pertenece al dispositivo de acuerdo con la invención 1, conectado aguas abajo al equipo de condensación 8, la segunda fase que se compone de agua condensada se separa química y/o físicamente de la primera fase que se compone de fluido hidrófobo 5. La separación de la segunda fase que se compone de agua se separa de la primera fase que se compone de fluido hidrófobo 5 puede realizarse, por ejemplo, a través de sedimentación. De manera conveniente en el equipo de separación 9 ha de preverse una velocidad de circulación baja para hacer posible procesos de sedimentación o aumentar la eficiencia de procesos de sedimentación.

50 FIG 2 muestra una representación esquemática de un dispositivo 1 para la separación de agua, en particular vapor de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua según un ejemplo de realización de la invención. Mediante la figura 2 puede verse una implementación constructiva concebible del dispositivo de acuerdo con la invención 1. El dispositivo 1 está conectado a su vez directamente en un canal 2 que conduce una corriente de gas que contiene vapor de agua.

55 En el espacio interno de cuerpo de membrana 4 delimitado por el cuerpo de membrana 3 en forma de un cilindro hueco sobresale un canal de alimentación 10 que se extiende coaxialmente al eje longitudinal del cuerpo de membrana 3 a través del cuerpo de membrana 3. El canal de alimentación 10 en la zona del lado frontal superior del cuerpo de membrana 3 en la figura 2 está unido con equipo de alimentación 6 dispuesto igualmente en la zona del lado frontal superior del cuerpo de membrana 3. A través del equipo de alimentación 6 se transporta de forma continua fluido hidrófobo 5 preparado para la absorción de vapor de agua hacia el canal de alimentación 10, fluido hidrófobo 5 que en la zona del extremo del canal de alimentación 10 libre colocado en la zona del lado frontal inferior

5 del cuerpo de membrana 3 sale del canal de alimentación 10. El fluido hidrófobo 5 que sale del canal de alimentación 10 fluye dentro de un espacio anular que rodea el canal de alimentación 10 hacia arriba, enriqueciéndose con vapor de agua permeado a través del cuerpo de membrana 3 en el espacio interno de cuerpo de membrana 4, y a través del equipo de evacuación 7 igualmente dispuesto en la zona del lado frontal superior del cuerpo de membrana 3 se evacúa de este.

10 De manera visible el equipo de evacuación 7 al conectar el equipo de condensación 8 y el equipo de separación 9 se comunica con el equipo de alimentación 6, por lo que se forma el circuito cerrado anteriormente descrito. El circuito comprende por lo tanto en particular los siguientes componentes funcionales pertenecientes al dispositivo de acuerdo con la invención 1: equipo de alimentación 6, cuerpo de membrana 3, equipo de evacuación 7, equipo de condensación 8 y equipo de separación 9.

Siempre y cuando tenga lugar una condensación de vapor de agua ya dentro del cuerpo de membrana 3, un equipo de condensación 8 no es absolutamente necesario. Al cuerpo de membrana 3 estaría conectado aguas abajo en este caso en particular un equipo de enfriamiento o equipo de evacuación de calor, a través del cual se realiza un enfriamiento del fluido hidrófobo.

15 La figura 3 muestra una representación esquemática de un dispositivo 1 para la separación de agua, en particular vapor de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua según un ejemplo de realización de la invención. En el caso de un ejemplo de realización mostrado en la figura 3 se trata esencialmente de una representación del ejemplo de realización mostrado en la figura 2 como esquema funcional de proceso.

20 Mediante la figura 3 puede explicarse otra vez el desarrollo de un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención para la separación de vapor de agua de una corriente de gas que contiene vapor de agua. El vapor de agua contenido en la corriente de gas permea en particular debido a una diferencia entre la concentración de vapor de agua dada fuera del cuerpo de membrana 3 y la concentración de vapor de agua dada dentro del cuerpo de membrana 3, es decir, dentro del espacio interno de cuerpo de membrana 4, en el fluido hidrófobo 5 que fluye a través del espacio interno de cuerpo de membrana 4. La corriente de gas restante fluye al menos parcialmente liberada de vapor de agua contenido originalmente en este desde el dispositivo 1 (compárese flecha P3). Naturalmente la corriente de gas puede hacerse retornar, de modo que esta fluye varias veces a través del dispositivo 1.

30 El fluido hidrófobo 5 cargada con vapor de agua se alimenta a un equipo de condensación 8, que en la figura 3 está representado únicamente como equipo de enfriamiento o intercambiador térmico. En una etapa de condensación llevada a cabo en el equipo de condensación 8 se condensa el vapor de agua contenido en el fluido hidrófobo. En este sentido se forma una fase combinada que contiene una primera fase compuesta esencialmente de fluido hidrófobo y una segunda fase esencialmente compuesta de agua, fase combinada de la cual se separa la segunda fase que contiene el vapor de agua condensado en una etapa de separación llevada a cabo en un equipo de separación 9 conectado aguas abajo del equipo de condensación 8, tal como se indica a través de la flecha P4.

35 La primera fase que contiene sola el fluido hidrófobo 5, tal como se indica mediante la flecha P5, se hace retornar al espacio interno de cuerpo de membrana 4. Para ello pueden estar previstos equipos de transporte (no mostrados) conectados entre el equipo de separación 9 y el cuerpo de membrana 3, por ejemplo, en forma de bombas.

40 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle mediante el ejemplo de realización preferido, la invención no está limitada a los ejemplos desvelados y a partir de ellas el experto en la materia puede deducir otras variantes sin abandonar el ámbito de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para la separación de agua, en particular vapor de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua, que comprende al menos un cuerpo de membrana (3) permeable para agua, que delimita al menos un espacio interno de cuerpo de membrana (4), en el que el espacio interno de cuerpo de membrana (4) es adecuado para el paso de flujo con al menos un líquido hidrófobo (5) para la absorción de agua en particular vapor de agua, que entra desde la corriente de fluido a través del cuerpo de membrana (3) en el espacio hueco, **caracterizado por que** está dispuesto un equipo de alimentación (6) con al menos un canal de alimentación (10) dispuesto en el espacio interno de cuerpo de membrana (4) coaxial al eje longitudinal del cuerpo de membrana (3), atravesando el canal de alimentación (10) el espacio interno de cuerpo de membrana (4) al menos por una parte de la longitud del espacio interno de cuerpo de membrana (4), estando dispuesto un equipo de evacuación (7) en la zona de un espacio anular que rodea radialmente el al menos un canal de alimentación (10).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** sobre o en la zona de un primer lado frontal del cuerpo de membrana (3) está dispuesto un equipo de alimentación (6) para la alimentación del líquido hidrófobo (5) en el espacio interno de cuerpo de membrana (4), y sobre o en la zona de un segundo lado frontal del cuerpo de membrana (3) está dispuesto o puede disponerse un equipo de evacuación (7) para la evacuación del líquido hidrófobo (5) del espacio interno de cuerpo de membrana (4).
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** al menos un equipo de condensación (8) asociado al cuerpo de membrana (3), en particular conectado aguas abajo, para la condensación de agua en forma gaseosa contenida en el líquido hidrófobo (5) y/o al menos un equipo de enfriamiento asociado al cuerpo de membrana (3), en particular conectado aguas abajo, para el enfriamiento del líquido hidrófobo (5) calentado mediante la condensación de vapor de agua.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un equipo de separación (9) para la separación química y/o física, en particular mecánica del agua absorbida por el líquido hidrófobo (5) en el líquido hidrófobo (5), asociado, en particular conectado aguas abajo del cuerpo de membrana (3), dado el caso asociado al equipo de condensación asociado al cuerpo de membrana
5. Procedimiento para la separación de agua, en particular vapor de agua, de una corriente de fluido que contiene agua, en particular vapor de agua, en el que el agua que va a separarse, en particular vapor de agua, a través de al menos un cuerpo de membrana permeable para agua (3) se convierte en al menos un líquido hidrófobo (5) situado dentro de un espacio interno de cuerpo de membrana (4) delimitado por el cuerpo de membrana (3), que circula por el espacio interno de cuerpo de membrana (4), **caracterizado por que** el líquido hidrófobo (5) se guía mediante un equipo de alimentación (6), que está dispuesto con al menos un canal de alimentación (10) en el espacio interno de cuerpo de membrana (4) coaxial al eje longitudinal del cuerpo de membrana (3), atravesando el canal de alimentación (10) el espacio interno de cuerpo de membrana (4) al menos por una parte de la longitud del espacio interno de cuerpo de membrana (4), estando dispuesto un equipo de evacuación (7) en la zona de un espacio anular que rodea radialmente el al menos un canal de alimentación (10).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el líquido hidrófobo (5) circula en un circuito, en que está conectado el cuerpo de membrana (3).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado por que** dentro del espacio interno de cuerpo de membrana (4) se aplica una presión negativa.
8. Procedimiento según la reivindicación 5 a 7, **caracterizado por que** se condensa agua en forma gaseosa contenida en el líquido hidrófobo (5).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** la presión del agua en forma gaseosa contenida en el líquido hidrófobo (5) se aumenta antes de la condensación.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizado por que** el agua contenida en el líquido hidrófobo (5) se separa química y/o físicamente, en particular mecánicamente, del líquido hidrófobo (5).
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 10, **caracterizado por que** como líquido hidrófobo (5) se emplea un líquido orgánico natural o sintético, en particular un aceite natural o mineral o sintético.

FIG 1

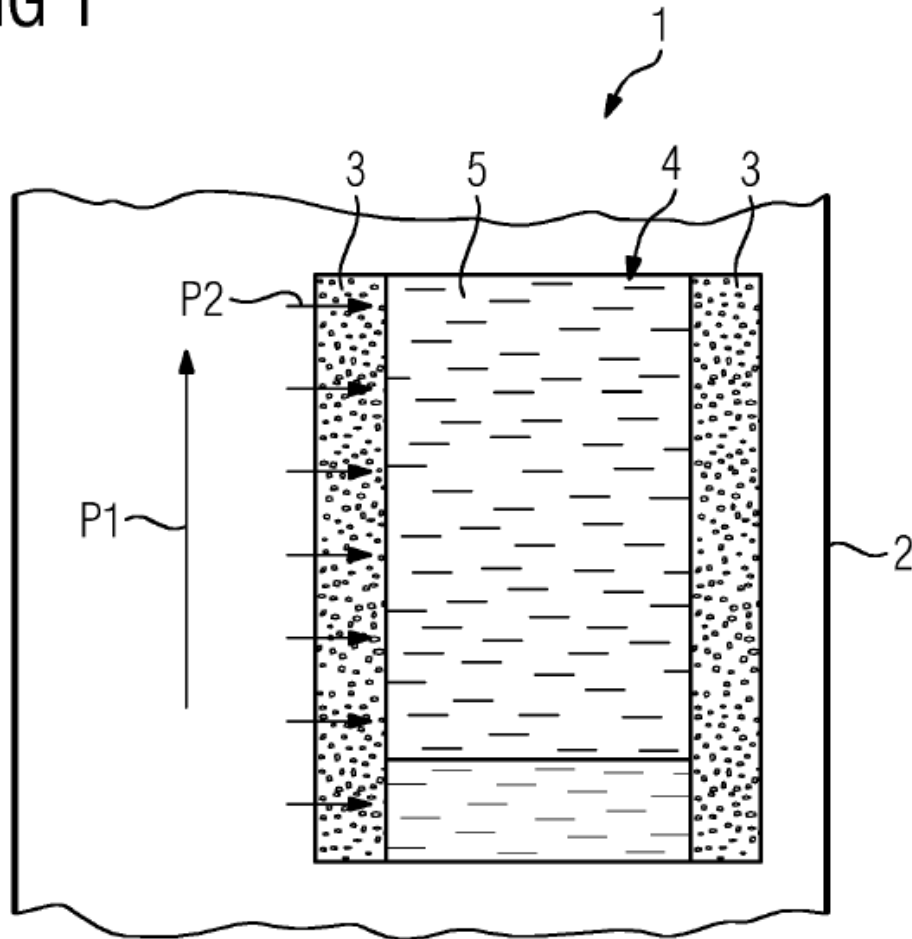


FIG 2

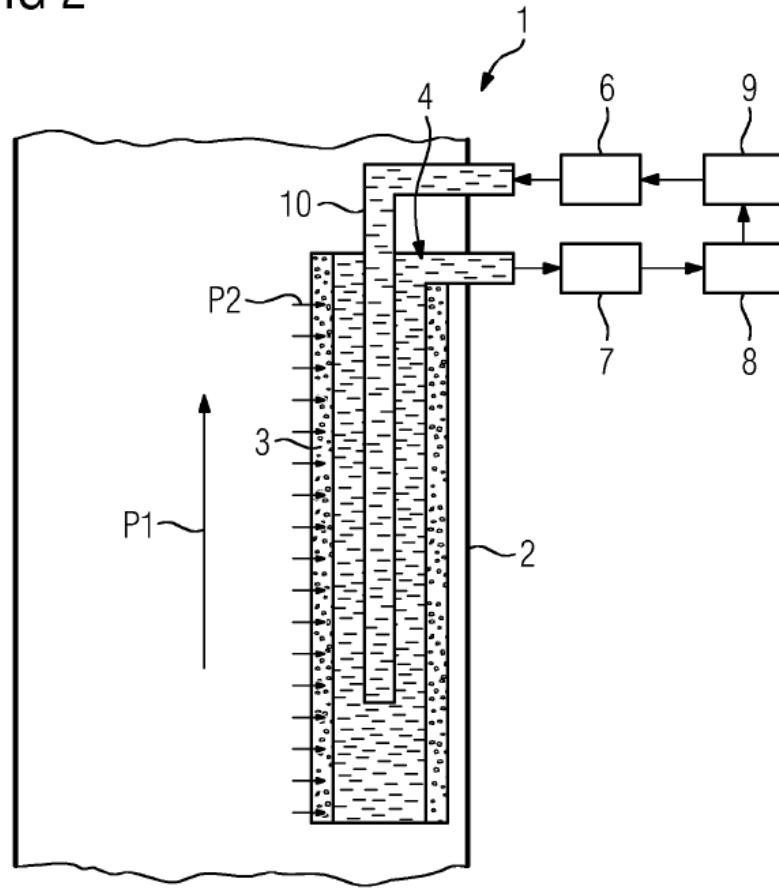


FIG 3

