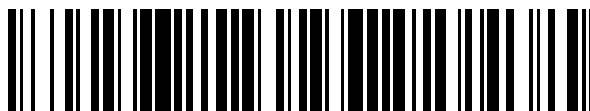


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 515**

51 Int. Cl.:

C02F 1/04 (2006.01)

B01D 1/16 (2006.01)

C02F 103/08 (2006.01)

C02F 1/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08872550 .2**

96 Fecha de presentación: **15.12.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2240411**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.10.2010**

54 Título: **DISPOSITIVO DE DESALINIZACIÓN DEL AGUA DE MAR POR PULVERIZACIÓN A TEMPERATURA AMBIENTE.**

30 Prioridad:
27.12.2007 FR 0709113

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.02.2012

73 Titular/es:
PALLANCA, CHARLES
6 AVENUE GELLY
06100 NICE, FR;
RENGGLI, HENRI y
CHING, GIL

72 Inventor/es:
RENGGLI, Henri y
CHING, Gil

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 373 515 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 de desalinización del agua de mar por pulverización a temperatura ambiente.

Dominio técnico

5 El presente invento se refiere a las técnicas de desalinización del agua de mar basadas en la pulverización del agua de mar en gotitas seguida de la vaporización del agua, y se refiere en particular a un dispositivo de desalinización del agua de mar que utiliza la pulverización a temperatura ambiente.

Estado de la técnica

10 Hoy día, el agua resulta un producto precioso por el hecho de que muchas regiones del mundo carecen de agua durante largos períodos de tiempo. Sin embargo, los océanos llenos de agua salada recubren las tres cuartas partes de la superficie del globo. Se ha pensado por tanto desde hace tiempo en desalinizar el agua de mar para obtener agua dulce consumible.

15 Las técnicas de desalinización del agua de mar están basadas o bien en la destilación, o bien en la filtración. La técnica más antigua siempre utilizada es la destilación en la que el agua es evaporada en módulos sucesivos. En cada módulo, el agua de mar residual se encuentra concentrada en sal después de vaporización y la salmuera es recuperada y evacuada. Esta técnica no puede ser considerada más que cuando la fuente caliente es prácticamente gratuita, residuo de una central.

20 Las técnicas basadas en la filtración del agua de mar utilizan el principio de ósmosis inversa descrito en la patente francesa núm. 2.850.038-A1. La presión osmótica corresponde a la presión diferencial entre las dos partes de un recinto separadas por una membrana semipermeable. Por un lado de la membrana se encuentra el disolvente y por otro lado una mezcla binaria de sal más disolvente. En el equilibrio, el disolvente no atraviesa ya la membrana semipermeable pues la presión por el lado del disolvente/sal ha alcanzado la presión osmótica. Cuando mecánicamente, la presión por el lado de disolvente/sal es aumentada y resulta superior a la presión osmótica el disolvente puede atravesar la membrana. La presión osmótica para el agua de mar es de aproximadamente 25 bares. Las presiones de funcionamiento para desalinizar el agua de mar son del orden de 70 a 100 bares. El inconveniente principal de esta técnica es que es costosa por el hecho del elevado precio de las membranas semipermeables. Además, como la técnica precedente, este dispositivo de contaminante pues la salmuera debe ser rechazada.

30 De manera que se remedien los inconvenientes presentados por las técnicas mencionadas anteriormente, se ha puesto a punto una técnica de vaporización del agua basada en la pulverización del agua de mar en gotitas previamente a la vaporización. Esta técnica está descrita en las patentes GB 1.233.483 y US 3.207.676 en que la pulverización del agua en gotitas es obtenida por expansión a presión en un recinto a través de una tobera por vibración de una placa sobre la que discurre una película de agua. La vaporización es obtenida gracias al calentamiento del recinto o del agua.

35 La patente DE 3.122.312 describe un dispositivo de desalinización en el que el agua de mar es pulverizada por medio de una onda acústica generada por un dispositivo piezoeléctrico. Tal dispositivo utiliza la vibración de un cono de metal de fino espesor sobre el que el agua a pulverizar puede discurrir, haciéndose la pulverización al nivel de los vientres de vibración. El diámetro de las gotas para este género de pulverización es del orden del centenar de micras y la frecuencia de vibración es siempre inferior a 100 kHz.

40 Desgraciadamente, los dispositivos descritos anteriormente que utilizan la pulverización del agua de mar no tienen un rendimiento elevado en la medida en que las gotas de agua obtenidas tienen un diámetro de al menos 100 micras y por tanto una superficie de intercambio demasiado pequeña. Además, todos necesitan un aporte de calor, bien para el agua a desalinizar, o bien para el aire circundante.

Exposición del invento

Es por esta razón por la que el propósito del invento es realizar un dispositivo de desalinización del agua de mar por vaporización basado sobre la pulverización previa en gotitas ultrafinas de manera que se obtenga una superficie de intercambio máximo durante la vaporización, y esto sin aporte de calor.

45 El objeto del invento es por tanto un dispositivo de desalinización del agua de mar que comprende una unidad de pulverización del agua de mar en gotitas, una unidad de vaporización de las gotitas en vapor de agua, una unidad de separación del vapor de agua y de las partículas de sal, y una unidad de condensación del vapor de agua en agua dulce. La unidad de pulverización comprende una entrada de agua de mar, una entrada de aire seco a temperatura ambiente y un dispositivo de generación de ondas acústicas de frecuencia superior a 1 MHz enfocadas por medio de toberas que reciben el agua de mar que proviene de la entrada de agua de mar de manera que se obtengan microgotitas de un diámetro comprendido entre aproximadamente 2,5 micras y aproximadamente 5 micras.

Otro objeto del invento es un sistema de desalinización de agua de mar constituido por una pluralidad de dispositivos de desalinización según el invento, que comprenden una bomba de circulación de aire que recibe el aire que sale de la unidad de condensación del último dispositivo de desalinización por la salida así como por una entrada de aire si es necesario hacer entrar en el circuito aire seco además del aire que es recuperado en esta salida. Una entrada de agua de mar proporciona el agua de mar necesaria para el funcionamiento de todos los dispositivos de desalinización, incluyendo cada dispositivo salvo el último a la salida de su unidad de condensación una válvula de 3 vías adaptada para tomar la cantidad de agua de mar necesaria y enviarla a la unidad de pulverización del dispositivo.

Descripción breve de las figuras

Los propósitos, objetos y características del invento aparecerán más claramente con la lectura de la descripción que sigue, hecha con referencia a los dibujos en los que:

La fig. 1 es un esquema funcional que representa un dispositivo de desalinización del agua de mar según el invento; y

La fig. 2 es un esquema funcional que representa un sistema de desalinización del agua de mar constituido por varios dispositivos de desalinización según el invento, ilustrados en la fig. 1.

Descripción detallada del invento

El dispositivo según el invento está constituido por una unidad de pulverización 10, una unidad de vaporización 20, una unidad de separación 30 y una unidad de condensación 40.

El agua de mar es proporcionada a la unidad de pulverización 10 por una entrada 12 y una circulación de aire seco no saturado en humedad es proporcionada por una entrada 14. La pulverización es realizada por medio de un dispositivo de generación de ondas acústicas de alta frecuencia 16 y toberas 17 que reciben agua de mar de manera que obtengan microgotitas de un diámetro de algunas micras. El dispositivo 16 es de preferencia un dispositivo piezoeléctrico que genera una onda acústica que se propaga y se concentra en el medio a pulverizar por medio de las toberas 17. El líquido es llevado a débil presión a las toberas y forma un chorro a la salida de éstas. La onda acústica enfocada por cada tobera se encuentra concentrada en el chorro. La fuerte intensidad acústica arranca entonces microgotitas de la pared de este chorro. La circulación del aire es tal que arrastra en su trayectoria a las finas gotitas de agua mientras que las gotas gruesas son evacuadas por una salida 18.

Según una característica esencial del invento, el dispositivo piezoeléctrico 16 genera una alta frecuencia acústica de al menos 1 MHz, y de preferencia de 2 MHz, que presenta la ventaja de pulverizar el agua en gotitas muy finas cuyo diámetro está generalmente comprendido entre 2,5 y 5 micras, es decir aproximadamente 6 millones de gotitas por 1 g de agua y una superficie de intercambio entre los gotitas de agua y el aire del orden de 2 m² cuadrados por 1 g de agua.

Las finas gotitas arrastradas por el aire entran en la unidad de vaporización 20 por una entrada 22. El tamaño de las gotitas permite una relación de superficie y volumen suficiente para efectuar una vaporización a temperatura ambiente. La gran superficie de intercambio entre el aire y las gotitas de líquido pulverizado permite a las gotitas vaporizarse rápidamente. El tiempo de vaporización depende del índice de humedad relativa del aire pues cuanto más próximo está el aire de la saturación más larga es esta vaporización. Es por ello por lo que es necesario que el flujo de aire que arrastra las gotitas esté seco. Sin embargo, para tener en cuenta esta variabilidad de humedad del aire, el trayecto de las gotitas debe ser suficientemente largo para que la mezcla aire/gotitas sea transformada en una mezcla de aire húmedo y cristales de sal llegando a la salida de la unidad de vaporización 20. Esto es obtenido por una estructura laberíntica 24 como se ha representado esquemáticamente en la figura.

Después de vaporización, el flujo saliente de la unidad de vaporización 20 entra en la unidad de separación 30 por una entrada 32. Contiene entonces una mezcla gaseosa de aire/líquido vaporizado y partículas sólidas de sal. En la unidad de separación 30, la separación de los cristales sólidos de sal puede ser efectuada por diferentes medios tales como filtración, centrifugación, captación electrostática.

La filtración puede ser hecha a través de una pared permeable cuyos poros tienen un diámetro inferior al tamaño de los cristales. Los cristales son detenidos por el filtro mientras el gas pasa a través del filtro.

La separación centrífuga es obtenida poniendo en rotación la mezcla fluida. La fuerza centrífuga proyecta las partículas sólidas más densas que el gas al exterior de la circulación. Las partículas sólidas son recuperadas sobre la pared externa del centrifugador.

La separación electrostática, que es el modo realización preferente, es efectuada por medio de un filtro electrostático 34 y consiste en hacer pasar la mezcla por un campo eléctrico muy intenso. Las partículas cargadas son a continuación atraídas por placas metálicas que tienen una polarización opuesta a la carga de las partículas, estando las placas juiciosamente situadas para detener todas las partículas. Este dispositivo es tanto más eficaz cuanto menor sea el tamaño de las partículas y su ventaja reside presentar una pérdida de carga muy pequeña frente al flujo del aire que

circula.

Cualquiera que sea el modo realización utilizado para la separación, las partículas sólidas de sal recuperadas son evacuadas de la unidad de separación por la salida 36.

5 El aire húmedo que sale de la unidad de separación 30 entra a continuación en la unidad de condensación 40 por la entrada 42. Se libera de su agua en un condensador 44 mantenido una temperatura inferior a la del aire entrante en la unidad de condensación 40. Aunque podría utilizarse un condensador específico, una característica del invento consiste en hacer entrar en el condensador 44 el agua de mar que se desea desalinizar por la entrada 46. De manera general la temperatura del agua de mar está comprendida entre 10° C y 15° C mientras que el aire que circula en el dispositivo está a la temperatura ambiente, es decir, comprendida entre 20° C y 25° C.

10 El agua dulce que ha sido condensada gracias al condensador 44 es recuperada en la salida 48. Las calorías liberadas por el aire húmedo al condensarse en el condensador 44 son utilizadas para elevar la temperatura del agua de mar a la salida del condensador.

15 Según el modo de realización preferente representado en la fig. 1, el agua de mar que sale de la unidad de condensación 40 por la salida 50 está a temperatura ambiente. Si la temperatura del agua de mar es demasiado baja, es posible prever un medio de calentamiento (no mostrado) en la salida 50. El agua de mar es entonces enviada a la bomba de circulación de agua de mar 52. Una entrada 54 permite, si fuera necesario, hacer entrar en el circuito agua de mar además de la que es introducida en la entrada 46. El agua de mar puesta en circulación por la bomba 52 es introducida en la unidad de pulverización por la entrada 12 como se ha descrito anteriormente.

20 Según una característica del invento, el aire seco que sale de la unidad de condensación 40 por la salida 56 es utilizada para el arrastre del agua a través del dispositivo. Para hacer esto, el aire recuperado a la salida 56 es enviado a una bomba de circulación de aire 58 que proporciona el aire a la entrada 14 como se ha descrito anteriormente. Una entrada 60 permite, si fuera necesario, hacer entrar en el circuito aire seco además del aire que es recuperado en la salida 56, por ejemplo cuando el aire en circulación en el dispositivo está demasiado húmedo. Hay que observar que si la temperatura del aire seco en la salida 56 es demasiado baja, por ejemplo inferior a 20° C, es posible prever un medio de calentamiento (no mostrado) en la salida 56.

Según otro modo de realización del invento, una pluralidad de dispositivos de desalinización como el que acaba de ser descrito pueden estar conectados en serie para formar un sistema de desalinización del agua de mar. Un sistema que comprende 4 dispositivos de desalinización 62, 64, 66 y 68 está ilustrado en la figura. A resaltar que tal sistema podría incluir un número cualquiera de dispositivos de desalinización como el ilustrado en la fig. 1.

30 La circulación del aire en el sistema se hace gracias a una bomba de circulación de aire 70 que recibe el aire saliente del primer dispositivo 68 por la salida 69 así como por una entrada de aire 72 si es necesario hacer entrar en el circuito aire seco además del aire que es recuperado en la salida 69, por ejemplo cuando el aire circulante en el sistema es demasiado húmedo.

35 El agua de mar es proporcionada por una entrada 74 del primer dispositivo 62. El caudal de esta entrada, que debe ser suficiente para proporcionar agua de mar a todos los dispositivos, es establecido en función del número de dispositivos de desalinización del sistema. A la salida de la unidad de condensación de cada uno de los dispositivos 62, 64 y 66, unas válvulas de 3 vías permiten tomar una parte del agua de mar y enviarla a la unidad de pulverización del dispositivo. Así, la válvula 76 permite enviar agua de mar necesaria a la unidad de pulverización del dispositivo 62, La válvula 78 a la unidad de pulverización del dispositivo 64 y la válvula 80 a la unidad de pulverización del dispositivo 66. El agua de mar que proviene del condensador del dispositivo 68 es enviada en su totalidad a la entrada de la unidad de pulverización del dispositivo 68.

Finalmente, cada dispositivo incluye una salida de agua dulce, la salida 82 para el dispositivo de desalinización 62, la salida 84 para el dispositivo de desalinización 64, la salida 86 para el dispositivo de desalinización 66 y la salida 88 para el dispositivo de desalinización 68.

45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo de desalinización de agua de mar que comprende una unidad de pulverización (10) del agua de mar en gotitas, una unidad de vaporización (20) de dichas gotitas en vapor de agua, una unidad de separación (30) del vapor de agua y de las partículas de sal, y una unidad de condensación (40) del vapor de agua en agua dulce; estando caracterizado dicho dispositivo porque dicha unidad de pulverización comprende una entrada de agua de mar (12), una entrada de aire seco (14) a temperatura ambiente y un dispositivo de generación de ondas acústicas de frecuencia superior a 1 MHz enfocadas por medio de toberas (17) que reciben el agua de mar que proviene de dicha entrada de agua de mar de manera que se obtengan microgotitas de un diámetro comprendido entre aproximadamente 2,5 micras y aproximadamente 5 micras.
- 10 2. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de generación de ondas acústicas (16) es un dispositivo piezoeléctrico que genera ondas acústicas que se propagan en el agua de mar llevada a baja presión en cada una de dichas toberas (17) y forma un chorro a la salida de éstas.
3. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que las ondas acústicas generadas por dicho dispositivo de generación de ondas acústicas (16) tienen una frecuencia de 2 MHz.
- 15 4. Un dispositivo según la reivindicación 1, 2 o 3, en el que dicha unidad de vaporización (20) incluye una estructura laberíntica (24) que obliga a dichas gotitas a recorrer un trayecto suficientemente largo para ser transformadas en una mezcla de aire húmedo y cristales de sal al llegar a la salida de dicha unidad de vaporización.
- 20 5. Un dispositivo según la reivindicación 4, en el que dicha unidad de separación (30) comprende un filtro electrostático (34) y en el que las partículas sólidas de sal son, en primer lugar, polarizadas haciendo pasar la mezcla por un campo eléctrico muy intenso y, luego, atraídas por placas metálicas que tienen una polarización opuesta a la carga de las partículas.
6. Un dispositivo según la reivindicación 5, en el que dicha unidad de condensación (40) comprende un condensador (44) destinado a condensar vapor de agua contenido proporcionado por dicha unidad de separación (30), recibiendo dicho condensador el agua de mar a desalinizar a una temperatura comprendida entre 10° C y 15° C .
- 25 7. Un dispositivo según la reivindicación 6, que comprende además una bomba de circulación de agua de mar (52) que recibe el agua de mar que proviene de dicho condensador (44) de manera que lo envíe a la entrada (12) de dicha unidad de pulverización (10).
8. Un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además una bomba de circulación de aire (58) que proporciona el aire seco que proviene de dicha unidad de condensación (40) a la entrada de aire seco de dicha unidad de pulverización (10).
- 30 9. Un sistema de desalinización de agua de mar constituido por una pluralidad de dispositivos de desalinización según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende una bomba de circulación de aire (70) que recibe el aire que sale de la unidad de condensación del último dispositivo de desalinización (68) por la salida (69) así como por una entrada de aire (72), si es necesario hacer entrar en el circuito aire seco además del aire que es recuperado en dicha salida (69).
- 35 10. Un sistema según la reivindicación 9, que comprende una entrada de agua de mar (74) que proporciona el agua de mar necesaria para el funcionamiento de todos los dispositivos de desalinización, incluyendo cada uno de dichos dispositivos salvo el último en la salida de su unidad de condensación una válvula de 3 vías destinada a tomar la cantidad de agua de mar necesaria y enviarla a la unidad de pulverización de dicho dispositivo.

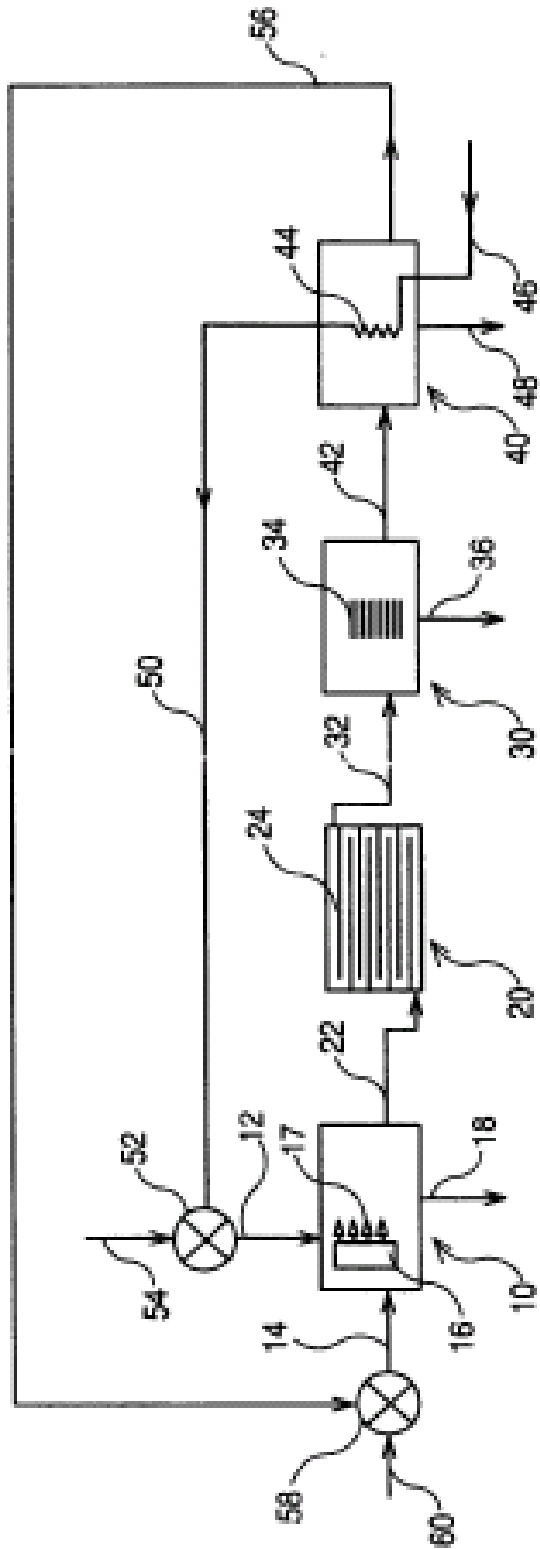


FIG. 1

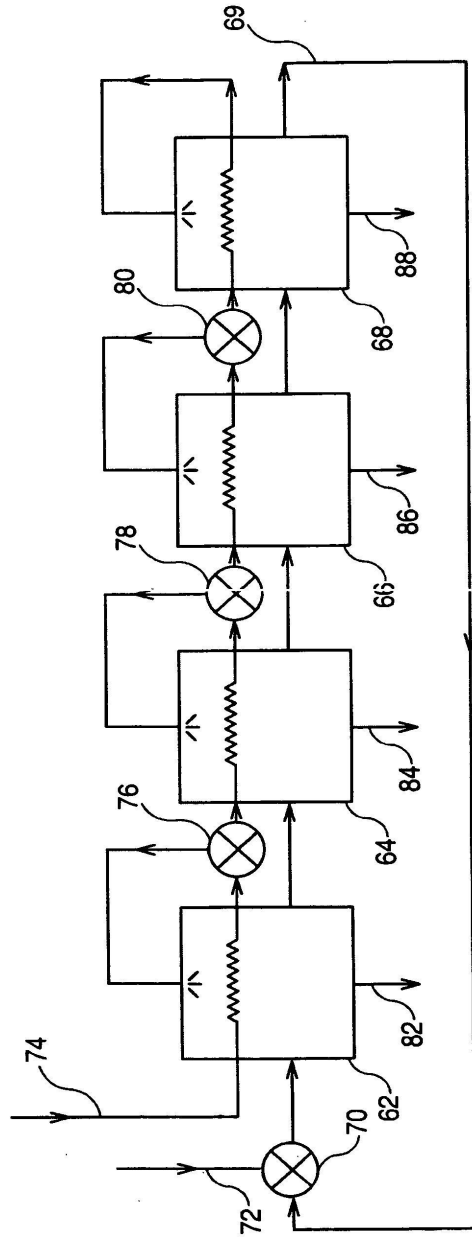


FIG. 2