

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 815**

51 Int. Cl.:

F24F 13/22 (2006.01)

F24F 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2012 E 12758795 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2015 EP 2751494**

54 Título: **Método de funcionamiento de un dispositivo intercambiador de calor líquido-aire**

30 Prioridad:

31.08.2011 CH 14232011

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

07.04.2016

73 Titular/es:

**MENTUS HOLDING AG (100.0%)
Gewerbstrasse 11
6330 Cham, CH**

72 Inventor/es:

SOLOGUBENKO, ALEXANDR

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

ES 2 565 815 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de funcionamiento de un dispositivo intercambiador de calor líquido-aire.

CAMPO TÉCNICO

La invención se refiere a un método de funcionamiento de un dispositivo intercambiador de calor líquido-aire.

5 TÉCNICA ANTECEDENTE

El método permite utilizar un dispositivo intercambiador de calor líquido-aire con una etapa pasiva de intercambio de calor, en la que el aire circula través de un primer conducto vertical y el líquido a través de un segundo conducto, permaneciendo ambos conductos separados por un panel térmico pasivo en esta etapa. El término "térmico pasivo" significa que el intercambio de calor tiene lugar sin ejecutar ningún trabajo. Los conductos contienen un gran número de láminas que mantienen un acoplamiento térmico adecuado con el panel térmico pasivo. La distancia de separación entre las láminas del conducto de aire es escasa con relación al tamaño de su superficie a fin de lograr un intercambio de calor eficiente.

15 Cuando el aire presenta una humedad relativamente alta, puede suceder, especialmente en días calurosos de verano, que la temperatura del punto de rocío del aire sea superior a la temperatura del líquido. Como consecuencia de ello, la humedad presente en el aire se condensa en las láminas. Dado que, en general, el tamaño de los dispositivos intercambiadores de calor es bastante limitado, resulta difícil disponer las láminas de modo que permitan escurrir y eliminar por completo el agua condensada, especialmente en flujos de aire verticales. Así, el agua obstruye cada vez más los huecos entre las láminas y la consecuente resistencia del aire imposibilita una refrigeración eficaz.

20 De GB 2461365 se conoce un sistema de calefacción central con al menos un radiador, que también puede utilizarse para refrigerar. En modo de refrigeración, se extrae calor al líquido que circula por el radiador mediante un intercambiador de calor. El calor extraído se introduce en un acumulador de calor mediante un segundo intercambiador de calor. Ambos intercambiadores de calor forman parte de una bomba de calor con compresor. Para evitar la condensación de humedad en el radiador, se calcula el punto de rocío del aire midiendo la temperatura y la humedad en el entorno del radiador de modo que, cuando la temperatura del punto de rocío se aproxima a la temperatura del radiador, se reduce la potencia de refrigeración.

30 De EP 508766 se conoce un método para el control del aire acondicionado consistente en calcular, en modo de refrigeración, la temperatura a la cual se condensa el agua en un elemento de prueba y mediante el cual se evita que la temperatura del líquido refrigerante sea superior a la temperatura de condensación. Esto se consigue, por ejemplo, suspendiendo la refrigeración.

Las soluciones conocidas de este nivel técnico persiguen evitar la condensación mediante la reducción de la potencia de refrigeración o la suspensión de la refrigeración.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objetivo de la invención consiste en evitar el problema descrito.

35 Dicho objetivo se alcanza, de acuerdo con la invención, mediante las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes ofrecen versiones ventajosas.

40 La invención se refiere al uso de un dispositivo intercambiador de calor líquido-aire que dispone de un primer conducto de aire y un segundo conducto de líquido. El dispositivo cuenta con una etapa pasiva de intercambio de calor, en la que el primer y el segundo conducto se encuentran separados mediante un panel térmico pasivo y, opcionalmente, con una segunda etapa activa de intercambio de calor, en la que el aire se enfría o se calienta activamente, es decir, bombeando calor de una parte a la otra. El panel térmico pasivo está fabricado con un material que transmite muy bien calor. La segunda etapa de intercambio de calor cuenta con un útil sistema de drenaje de la condensación. Tanto el primer conducto como el segundo pueden constituir así mismo un gran número de conductos paralelos. El/los conducto/s de aire contienen láminas.

45 La invención propone un método para resolver el problema descrito. El método consta de dos fases. La primera fase permite averiguar si la temperatura del punto de rocío del aire es superior a la temperatura del líquido. Esto se lleva a cabo mediante los siguientes pasos:

50 Determinando la temperatura del punto de rocío del aire circundante, es decir, la temperatura del punto de rocío del aire antes de entrar en la primera etapa de intercambio de calor,
Comparando la temperatura del punto de rocío del aire obtenida con la temperatura del líquido medida u obtenida mediante un dispositivo de control de nivel superior.

La temperatura del punto de rocío del aire se puede obtener, por ejemplo, del siguiente modo:

5 Midiendo la temperatura del aire y de la humedad del aire antes de la entrada del aire en la primera etapa de intercambio de calor y, a continuación,
 Determinando la temperatura del punto de rocío del aire a partir de la temperatura y la humedad del aire obtenidas.

Es posible determinar la temperatura del punto de rocío del aire mediante, por ejemplo, un diagrama de Mollier a partir de la temperatura T y de la humedad del aire obtenidas.

La temperatura del punto de rocío, representada por T_{p1} , se puede obtener alternativamente mediante el cálculo de la siguiente ecuación

$$T_{p1} = \frac{241.2 * \ln\left(\frac{\phi}{100}\right) + \frac{4222.03716 * T}{241.2 + T}}{17.5043 - \ln\left(\frac{\phi}{100}\right) - \frac{17.5043 * T}{241.2 + T}}$$

10 donde la unidad de medida de las temperaturas T y T_{p1} son grados Celsius, y la humedad phi se introduce como humedad relativa del aire expresada en porcentaje.

15 También es posible medir otras dos magnitudes del diagrama h-x del aire (donde h representa la entalpía y x la humedad absoluta), por ejemplo, dos de entre temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, entalpía específica y densidad del aire, para así calcular la temperatura del punto de rocío del aire.

Siempre y cuando la temperatura del punto de rocío del aire sea superior a la temperatura del líquido, se pondrá en marcha la segunda etapa del método, que consiste en accionar el dispositivo de intercambio de calor en un modo denominado modo pulsátil. El modo pulsátil comprende los siguientes pasos, que se repiten cíclicamente en el mismo orden:

- 20 dejar circular el líquido durante un periodo de tiempo predeterminado a través de la primera etapa de intercambio de calor,
- Evitar que el líquido circule por la primera etapa de intercambio de calor y medir y controlar la temperatura del aire tras abandonar la primera etapa de intercambio de calor, momento en que la temperatura del aire obtenida muestra un primer incremento, permaneciendo a continuación durante cierto tiempo a un nivel aproximadamente constante, equivalente a la temperatura de bulbo húmedo del aire entrante, y mostrando después un segundo incremento de temperatura,
- 25 Detectar el segundo incremento de temperatura y permitir que el líquido circule de nuevo por la primera etapa de intercambio de calor tras constatar el segundo incremento de temperatura y
- 30 Repetir estos pasos siempre que la temperatura del punto de rocío del aire sea superior a la temperatura del líquido.

En modo pulsátil, la condición de que la temperatura del punto de rocío del aire sea superior a la temperatura del líquido se comprueba periódica o aperiódicamente, implementando la primera parte del método.

35 En modo pulsátil, tras una fase de condensación, se inicia una fase de eliminación de la condensación mediante evaporación, mientras continúa enfriándose el aire de forma ininterrumpida. Si bien el modo pulsátil permite temporalmente la acumulación de agua entre las láminas, evita no obstante su obstrucción por condensación, que conllevaría el bloqueo del flujo de aire, y reduce al mínimo el tiempo de desconexión del caudal de agua, incrementando así la eficiencia del dispositivo intercambiador de calor.

A fin de poder implementar el método de acuerdo con la invención, el dispositivo intercambiador de calor está dotado de los sensores necesarios de temperatura y humedad.

40 Cuando el dispositivo intercambiador de calor incluye una segunda fase activa en la que se bombea calor entre el líquido y el aire mediante el suministro de energía, el paso de evitar que el líquido circule a través de la primera etapa de intercambio de calor, según una primera variante, también impide que el líquido fluya a través de la segunda etapa de intercambio de calor y que esta segunda etapa se desactive, o bien, según una segunda variante, el paso de evitar que el líquido circule a través de la primera etapa de intercambio de calor permite que el líquido circunvale la primera etapa de intercambio de calor (*bypass*), pudiendo circular sin embargo por la segunda etapa de intercambio de calor.

A continuación, la invención se ilustra en mayor detalle mediante ejemplos de ejecución y con los diseños adjuntos. Las ilustraciones no se han dibujado a escala.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

5 Las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente las vistas de perfil o planta de las piezas necesarias para comprender la invención de un dispositivo intercambiador de calor líquido-aire construido para su utilización según el método de acuerdo con la invención.

La figura 3 muestra tres diagramas que ilustran el método de acuerdo con la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

10 Las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente las vistas de perfil o planta de las piezas necesarias para comprender la invención de un dispositivo intercambiador de calor líquido-aire 1 con una primera etapa pasiva de intercambio de calor 2 y, opcionalmente, una etapa posterior activa de intercambio de calor 3. La primera etapa de intercambio de calor 2 incluye al menos un conducto para el aire 4, preferiblemente más, y al menos un conducto para el líquido 5, preferiblemente más. Los conductos de aire 4 y los conductos de líquido 5 están dispuestos alternativamente y separados por paneles térmicos pasivos que transmiten bien el calor. Los conductos de aire 4 contienen gran número de láminas 6 que mantienen un acoplamiento térmico adecuado con los paneles térmicos pasivos. La distancia de separación entre las láminas 6 es escasa a fin de lograr un intercambio de calor eficiente entre el aire y el líquido. Los conductos de aire 4 transcurren en este ejemplo en sentido vertical.

15 La segunda etapa opcional activa de intercambio de calor 3 puede construirse de distintos modos. Por ejemplo, puede incluir un circuito de refrigeración con compresor por el que circule líquido refrigerante, permitiendo que el aire intercambie calor con el circuito de refrigeración.

20 En el ejemplo mostrado en las figuras 1 y 2, la segunda etapa de intercambio de calor 3 está diseñada de forma que permite el intercambio de calor entre el líquido y el aire mediante el suministro de energía eléctrica, concretamente, mediante al menos un elemento Peltier 10. La segunda etapa de intercambio de calor 3 incluye al menos un conducto de aire 7, al menos un conducto de líquido 8 y al menos un elemento Peltier 10 interpuesto entre ellos, que bombea el calor del líquido al aire cuando debe calentarse el aire y que bombea el calor del aire al líquido cuando debe enfriarse el aire. Según este ejemplo, el líquido no experimenta modificación alguna de su estado físico. En el ejemplo mencionado, el aire circula entre láminas 9 dispuestas paralelamente, que mantienen un acoplamiento térmico adecuado con el elemento Peltier 10 mínimo.

25 El dispositivo de intercambio de calor 1 incluye además una válvula 11 y opcionalmente un conducto bypass 12, cuya función se describe más abajo.

30 Los expertos utilizan con frecuencia el término "elemento Peltier" como sinónimo de los términos "elemento termoelectrico" o "bomba de calor Peltier". Los elementos termoelectricos se basan fundamentalmente en el efecto Peltier, sin embargo, también pueden basarse en otro efecto termoelectrico como, por ejemplo, el efecto conocido como termo túnel (del inglés, "thermo tunneling").

35 El dispositivo intercambiador de calor 1 cuenta con una entrada 13 y una salida 14, que pueden conectarse a un circuito de fluido externo. El líquido circulante en el circuito de fluido se calienta o enfría a una temperatura predeterminada mediante un dispositivo central externo. El líquido utilizado suele ser agua o un líquido al agua, aunque también puede utilizarse cualquier otro líquido adecuado. Los conductos de aire 4 transcurren en sentido vertical. Los conductos de líquido están dispuestos a modo de sistema de tuberías, conectando la entrada 13 con la salida 14. El dispositivo intercambiador de calor 1 cuenta también con un ventilador y con las placas deflectoras y los elementos de conducción necesarios para la conducción forzada del aire a través de la primera etapa de intercambio de calor 2 y, si está disponible, a través de la segunda etapa de intercambio de calor 3. El dispositivo intercambiador cuenta asimismo con un conducto de drenaje 15 para la condensación que se produce en la segunda etapa de intercambio de calor 3. Las flechas 16 muestran el sentido de circulación del líquido y las flechas 17, el sentido de circulación del aire.

40 El dispositivo intercambiador de calor 1 dispone igualmente de los sensores necesarios para su utilización de acuerdo con la invención, concretamente, al menos un sensor de temperatura 18 para medir la temperatura y un sensor de humedad 19 para medir la humedad del aire dispuestos antes de la primera etapa de intercambio de calor 2, un sensor de temperatura 20 para medir la temperatura del aire dispuesto tras la primera etapa de intercambio de calor 2 y un dispositivo de control 21. La temperatura del líquido puede medirse mediante, por ejemplo, un sensor de temperatura 22 dispuesto en la entrada, o bien transmitirse al dispositivo de control 21 desde el dispositivo central externo. El dispositivo de control 21 valora los datos transmitidos por los sensores y controla tanto el caudal de líquido a través de la primera etapa de intercambio de calor 2 como el elemento Peltier 10 mínimo.

La figura 3 muestra tres diagramas dispuestos uno sobre otro que, en función del tiempo t , ilustran con ayuda de un ejemplo las siguientes características del método de acuerdo con la invención.

5 El diagrama central muestra el paso del caudal de líquido a través de la primera etapa de intercambio de calor 2. Durante un periodo de tiempo predeterminado T_1 , se permite el paso del caudal de líquido a través de la primera etapa de intercambio de calor 2 y luego se interrumpe, bien cerrando la válvula 11 bien, en caso de existir un conducto bypass 12, conmutando la válvula 11, de modo que el líquido circule por el conducto bypass 12, evitando así la primera etapa de intercambio de calor 2.

10 El diagrama inferior muestra la corriente circulante a través del elemento Peltier 10 mínimo en el caso de que la interrupción del caudal de líquido a través de la primera etapa de intercambio de calor 2 también conlleve la interrupción del caudal de líquido a través de la segunda etapa de intercambio de calor 3. La corriente circulante a través del elemento Peltier 10 mínimo se desactiva, bien simultáneamente o con cierto desfase de tiempo, cuando se interrumpe el paso del caudal de líquido a través de la primera etapa de intercambio de calor 2 para evitar el sobrecalentamiento del elemento Peltier 10 mínimo. En el caso alternativo de que no se interrumpa el paso del caudal de líquido a través de la segunda etapa de intercambio de calor 3, no se desconectará el elemento Peltier 10 mínimo.

20 El diagrama superior muestra la progresión de la temperatura del aire tras la salida de la primera etapa de intercambio de calor 2, es decir, la progresión de la temperatura registrada por el sensor de temperatura 20. La ilustración muestra claramente un primer incremento de la temperatura 23 (en el ejemplo, de 18° C a aprox. 22° C), un nivel aproximadamente constante 24 y un segundo incremento de la temperatura 25 (en el ejemplo, de 22° C a aprox. 27° C).

La progresión de la temperatura que aparece en el diagrama superior consta de las siguientes fases cíclicas A-D:

Fase A: No se interrumpe el paso del caudal de líquido a través de la primera etapa de intercambio de calor 2:

El aire se enfría, en el ejemplo hasta aprox. 18° C. El agua se va condensando gradualmente entre las láminas 6, lo cual incrementa progresivamente la resistencia al flujo del aire.

25 Fases B a D: Se interrumpe el paso del caudal de líquido a través de la primera etapa de intercambio de calor 2.

Fase B: La temperatura del aire aumenta hasta el nivel aproximadamente constante 24.

Fase C: La temperatura del aire se mantiene al nivel 24 mientras el agua condensada entre las láminas 6 se evapora, enfriando el aire adiabáticamente.

Fase D: Cuando se evapora el agua condensada entre las láminas 6, la temperatura del aire vuelve a ascender.

30 En la figura 3, se aprecia claramente el modo pulsátil. Dado que la duración de cada ciclo (un ciclo abarca una secuencia de las fases A a D) típicamente se encuentra en el intervalo de unos minutos o unos 10 minutos y la temperatura del punto de rocío del aire por regla general cambia lentamente, en modo pulsátil solo es necesario medir la temperatura del punto de rocío de vez en cuando, por ejemplo, cada media hora o cada hora o en otros intervalos de tiempo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de funcionamiento de un dispositivo intercambiador de calor líquido-aire en el que, al menos en una primera etapa pasiva de intercambio de calor (2), el aire circula a través de al menos un primer conducto (4), que dispone de láminas (6), y un líquido circula a través de al menos un segundo conducto (5), separado del primer conducto mínimo mediante un panel térmico pasivo. El método consta de los siguientes pasos:
- 10 determinar la temperatura del punto de rocío del aire circundante,
determinar si la temperatura del punto de rocío del aire circundante es superior a la temperatura del líquido y, cuando este sea el caso, poner en marcha el intercambiador de calor en un modo de funcionamiento denominado modo pulsátil según los siguientes pasos:
- 15 dejar circular el líquido durante un periodo de tiempo predeterminado por la primera etapa de intercambio de calor (2),
evitar que el líquido circule a través de la primera etapa de intercambio de calor (2) y medir y controlar la temperatura del aire tras abandonar la primera etapa de intercambio de calor, momento en que la temperatura del aire obtenida muestra un primer incremento, permaneciendo a continuación durante cierto tiempo a un nivel aproximadamente constante y mostrando después un segundo incremento de temperatura,
- 20 detectar el segundo incremento de temperatura y permitir de nuevo que el líquido circule por la primera etapa de intercambio de calor (2) tras constatar el segundo incremento de temperatura y
repetir estos pasos siempre que la temperatura del punto de rocío del aire circundante sea superior a la temperatura del líquido.
- 25 2. Método según reivindicación 1, **caracterizado por** que la temperatura del punto de rocío del aire circundante se calcula midiendo la temperatura del aire y la humedad del aire antes de la entrada del aire en la primera etapa de intercambio de calor (2) y determinando la temperatura del punto de rocío del aire a partir de la temperatura y la humedad del aire obtenidas.
- 30 3. Método según reivindicación 1 o 2, por el cual una segunda fase activa de intercambio de calor (3), en la que se bombea calor entre el líquido y el aire mediante el suministro de energía, **se caracteriza por** que el paso de evitar que el líquido circule por la primera etapa de intercambio de calor (2) también impide que el líquido circule por la segunda etapa de intercambio de calor (3), desactivándose dicha segunda etapa de intercambio de calor (3).
- 35 4. Método según reivindicación 1 o 2, por el cual una segunda fase activa de intercambio de calor (3), en la que se bombea calor entre el líquido y el aire mediante el suministro de energía, **se caracteriza por** que el paso de evitar que el líquido circule por la primera etapa de intercambio de calor (2) permite que el líquido circunvale la primera etapa de intercambio de calor (2), pudiendo circular sin embargo por la segunda etapa de intercambio de calor (3).
- 40

Fig. 1

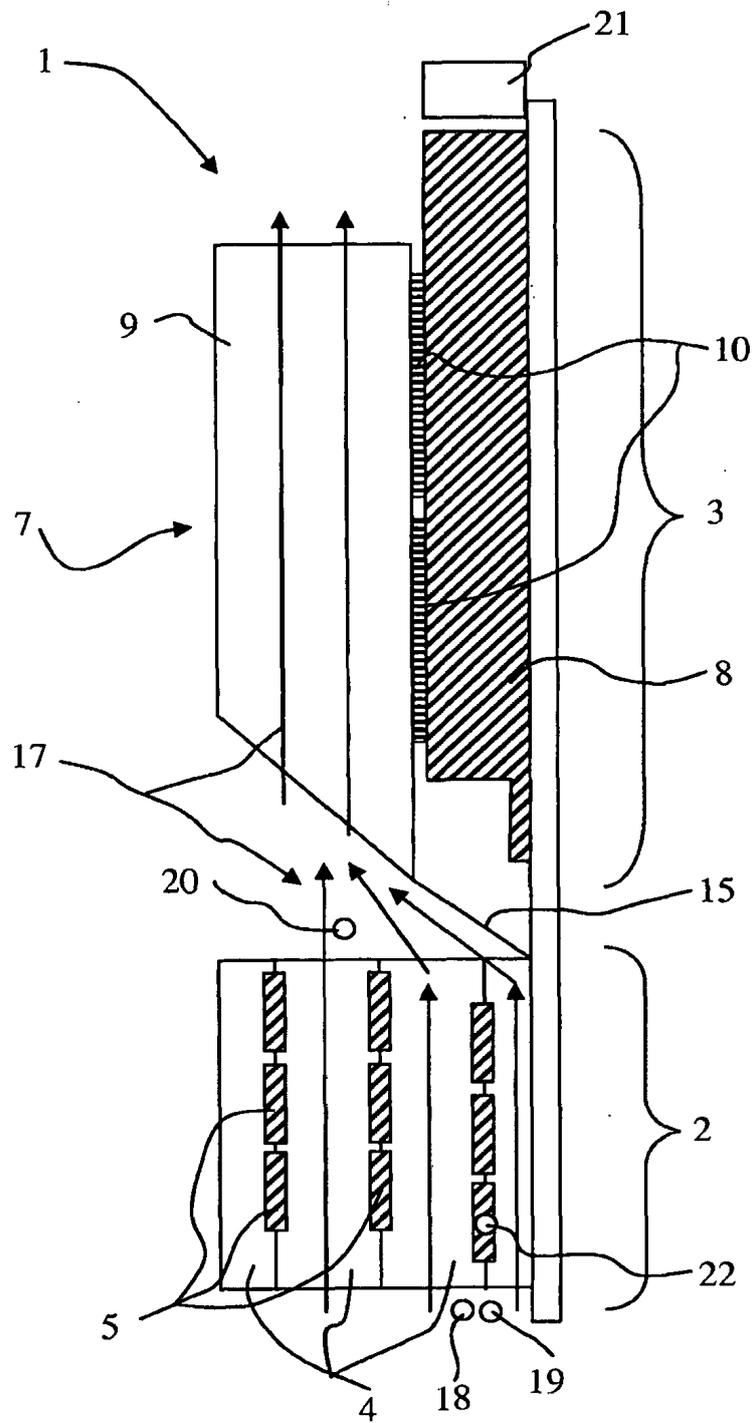


Fig. 2

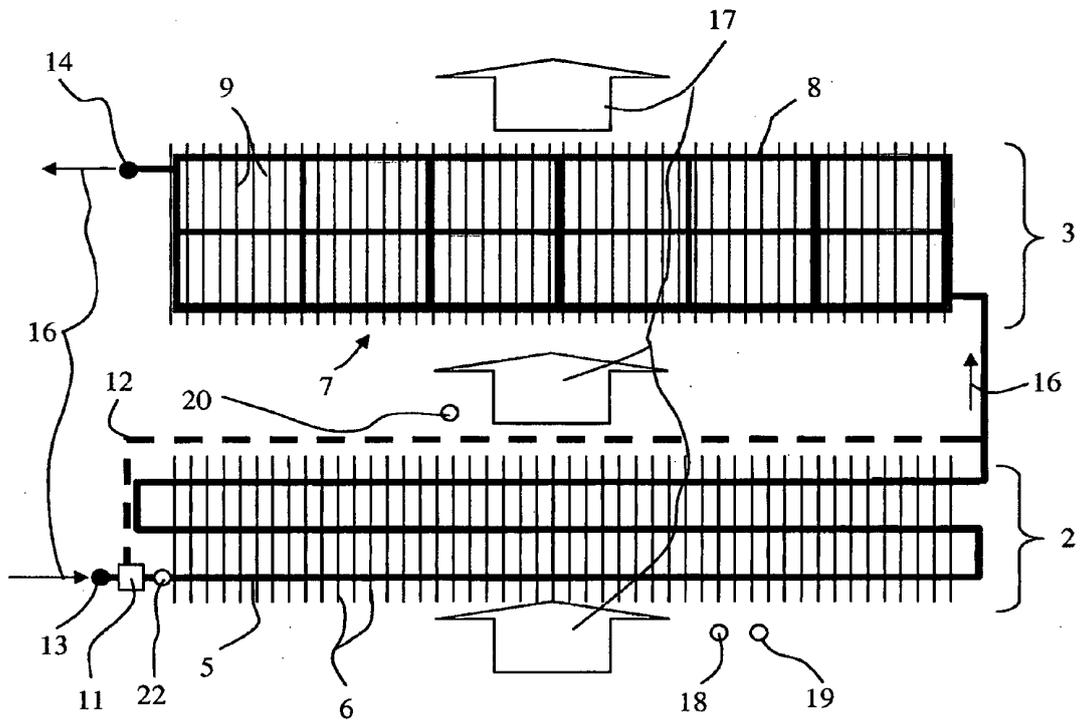


Fig. 3

