



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 950**

51 Int. Cl.:  
**F24F 5/00** (2006.01)  
**F28D 5/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06824282 .5**  
96 Fecha de presentación : **28.11.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1969292**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.09.2008**

54 Título: **Dispositivo de refrigeración de punto de rocío.**

30 Prioridad: **28.11.2005 NL 1030538**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.08.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.08.2011**

73 Titular/es: **OPTIMAIR HOLDING B.V.**  
**Tukseweg 1**  
**8334 RW Tuk, NL**

72 Inventor/es: **Meijer, Willem**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 363 950 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 refrigeración de punto de rocío.

La invención se refiere a un dispositivo para refrigerar un flujo de aire, que comprende al menos un canal de refrigeración con una abertura de entrada para el flujo de aire a refrigerar y una abertura de salida para el flujo de aire refrigerado, al menos un canal de evaporación separado del canal de refrigeración por una pared de transferencia y dotado de una abertura de entrada, que está conectada a la abertura de salida del canal de refrigeración, y una abertura de salida, y unos medios para humedecer el lado de la pared de transferencia dirigido hacia el canal de evaporación. Un dispositivo de esta clase, con el cual se puede refrigerar indirectamente un flujo de aire por medio de evaporación y que también se denomina "refrigerador de punto de rocío", es conocido por la patente americana 4.002.040.

El dispositivo de refrigeración conocido adopta la forma de un intercambiador de calor de corriente cruzada con una serie de grupos de canales de refrigeración paralelos entre sí y una serie de grupos de canales de evaporación que igualmente son paralelos entre sí y que discurren perpendicularmente a los canales de refrigeración. Un grupo de canales de refrigeración se une aquí en cada caso a dos grupos de canales de evaporación ambos lados, y viceversa, con lo que se obtiene algo así como una estructura estratificada del intercambiador de calor.

Las paredes que forman la división entre los canales de refrigeración y los canales de evaporación, y que, de este modo, sirven para la transferencia de calor (o frío) entre ellos, se fabrican de un material que conduce muy bien el calor, tal como, por ejemplo, aluminio. Las paredes de los canales de evaporación, incluyendo también las paredes que forman la división entre los canales de evaporación y los canales de refrigeración, están todas ellas cubiertas por un material que puede retener humedad. Dispuestos por encima de los canales de evaporación están unos medios de humedecimiento con la forma de pulverizadores que funcionan periódicamente, los cuales pulverizan una cantidad de agua sobre las paredes con el material de retención de humedad.

En el dispositivo de refrigeración conocido se aspira aire a refrigerar, por ejemplo aire ambiente, mediante un ventilador y se le fuerza a través de los canales de refrigeración. Desde los canales de refrigeración el aire refrigerado fluye, por ejemplo, hacia un espacio para ventilación. Sin embargo, cuando abandona los canales de refrigeración, parte del aire, por ejemplo un tercio del flujo en volumen, es separado del flujo principal y guiado hacia los canales de evaporación. Allí, el aire refrigerado fluye a lo largo de las paredes húmedas, con lo que la humedad se evapora y es arrastrada con el flujo de aire. La evaporación de la humedad da como resultado una reducción de la temperatura de las paredes. Debido a la buena conducción térmica de las paredes de transferencia, esto también da como resultado una disminución de la temperatura en los canales de refrigeración, por lo que el flujo de aire es así refrigerado.

Comparado, por ejemplo, con una instalación de aire acondicionado, este dispositivo de refrigeración conocido basado en la evaporación indirecta tiene la ventaja de que la refrigeración del aire requiere únicamente poca potencia. Además, este dispositivo de refrigeración tiene unas pocas partes móviles, de modo que puede fabricarse e instalarse de una manera sencilla y a bajo coste. Además de ello, no son necesarios agentes generadores de frío.

Comparado con refrigeradores de evaporación directa, el dispositivo de refrigeración de funcionamiento indirecto tiene la ventaja de que la refrigeración del aire no implica un aumento de la humedad del aire. El suministro de aire refrigerado seco da como resultado un clima agradable en el espacio por él refrigerado. Con semejante dispositivo de refrigeración de funcionamiento indirecto, el aire puede refrigerarse además a una temperatura inferior a la que sería posible con un refrigerador de evaporación directa. Mientras que el refrigerador de evaporación directa no puede refrigerar el aire más allá de la denominada temperatura de "bulbo húmedo", el refrigerador de evaporación de funcionamiento indirecto puede refrigerar el aire hasta el denominado "punto de rocío", que es la razón de que el dispositivo de refrigeración conocido también se denomina refrigerador de punto de rocío.

La invención tiene ahora por objeto mejorar un dispositivo de refrigeración del tipo descrito anteriormente de tal manera que el flujo de aire suministro pueda refrigerarse aún más con el mismo, y pueda obtenerse un clima interior incluso más agradable. Según la invención esto se logra en un dispositivo de refrigeración de esta clase con ayuda de medio para deshumidificar el flujo de aire en el canal de refrigeración. Al extraer la humedad del aire a refrigerar, este aire puede absorber más humedad en el canal de evaporación, con lo que se extrae una gran cantidad de calor de evaporación de la pared y su temperatura disminuye así adicionalmente.

Un dispositivo de refrigeración según el preámbulo de la reivindicación 1 es conocido por el documento GB-A-2351345.

El dispositivo de refrigeración según la invención se caracteriza porque los medios deshumidificadores comprenden un polímero con la temperatura de solución crítica inferior (polímero LCST). Tal polímero es soluble en agua hasta una temperatura crítica y de esta manera retiene humedad. La estabilidad del polímero en estado disuelto se garantiza aquí mediante unos medios de reticulación adecuadamente seleccionados.

- Una realización sencilla del dispositivo de refrigeración según la invención se obtiene cuando el lado de la pared de división dirigido hacia el canal de refrigeración está cubierto al menos parcialmente por un polímero LCST, o está fabricado a partir del mismo. El lado de entrada del o de cada canal de refrigeración podría, por ejemplo, estar cubierto así con una tira de polímero LCST. Por supuesto, también es posible prever que todas las paredes del o de cada canal de refrigeración estén totalmente cubiertas por este material.
- El polímero LCST puede seleccionarse ventajosamente del grupo que consta de polioxazolina, poli(dimetilaminoetilmetacrilato) (p(DMAEMA)) y poli(N-isopropilacrilamida) (pNiPAAm). Todos estos son polímeros que pueden extraer del aire y retener una cantidad relativamente grande de humedad.
- El dispositivo de refrigeración según la invención está provisto además preferiblemente de unos medios para regenerar los medios deshumidificadores. La eficacia de estos medios deshumidificadores disminuirá después de todo a medida que extraigan más humedad del aire entrante y así se vayan saturando. Esta humedad puede liberarse desde los medios deshumidificadores activando entonces los medios regeneradores, con lo que se restaura la eficacia original.
- En una realización estructural y operativamente sencilla del dispositivo de refrigeración, los medios de regeneración están adaptados para calentar periódicamente el polímero LCST por encima de la temperatura de solución crítica. Dado que tal polímero está caracterizado por su baja temperatura de solución crítica, usualmente del orden de 60° a 70°C, pueden ser suficientes unos elementos de calentamiento sencillos.
- Con el fin de impedir que la regeneración dé como resultado la humidificación del flujo de aire a refrigerar, los medios de regeneración están adaptados preferiblemente para recoger y descargar del canal de refrigeración la humedad liberada por el polímero LCST durante la regeneración.
- Se obtiene un dispositivo de refrigeración particularmente eficiente cuando los medios de regeneración están adaptados para guiar la humedad recogida hacia los medios de humedecimiento. Por tanto, sólo es necesario suministrar un poco de agua con el fin de humedecer los canales de evaporación.
- La invención se dilucidará sobre la base de dos realizaciones, en las que se hace referencia al dibujo anexo, en el que:
- La figura 1 muestra una vista esquemática del flujo de aire a través de un dispositivo de refrigeración según la invención que funciona con corriente cruzada,
- La figura 2 es una vista de detalle en perspectiva de una parte de los canales de refrigeración y de los canales de evaporación del dispositivo de refrigeración de la figura 1,
- La figura 3 es una vista desde arriba en sección de una realización alternativa del dispositivo de refrigeración, y
- La figura 4 es una sección transversal a lo largo de la línea IV-IV de la figura 3.
- Un dispositivo 1 (figura 1) para refrigerar un flujo de aire comprende una serie de grupos de canales de refrigeración 2 paralelos entre sí separados por unas paredes de división 7 (figura 2), con una abertura de entrada para el flujo de aire  $A_1$  y una abertura de salida para el flujo de aire refrigerado  $A_2$ . Las aberturas de entrada están conectadas, por ejemplo, al ambiente exterior S, mientras que las aberturas de salida desembocan en un espacio a refrigerar R. El flujo de aire que atraviesa el dispositivo de refrigeración 1 es proporcionado por un ventilador 5.
- El dispositivo de refrigeración 1 comprende además una serie de grupos de canales de evaporación 3 separados de los canales de refrigeración 2 por unas paredes de transferencia 4. Los canales de evaporación 3 están separados entre sí por unas paredes de división 8. Las aberturas de entre de los canales de evaporación 3 están conectadas a las aberturas de salida de los canales de refrigeración 2, mientras que las aberturas de salida de los canales de refrigeración 3 desembocan en el ambiente exterior S.
- Debido a la conexión entre los canales de refrigeración 2 y los canales de evaporación 3, un flujo parcial  $A_3$  es separado del flujo de aire refrigerado  $A_2$  y guiado a través de los canales de evaporación 3. Después de atravesar los canales de evaporación, el flujo de aire  $A_5$  entonces húmedo es soplado hacia el ambiente exterior S. La relación entre el flujo principal  $A_4$ , que es guiado finalmente hacia el espacio a refrigerar R, y el flujo parcial separado  $A_3$  se determina por, entre otros factores, las dimensiones de los canales de refrigeración y de los canales de evaporación y puede equivaler, por ejemplo, a 2:1.
- El dispositivo de refrigeración 1 está provisto además de unos medios 6 para humedecer los canales de evaporación 3 y, en particular, las paredes de transferencia 4. Estos medios de humedecimiento 6 comprenden aquí una tubería 9 de pulverización con una serie de aberturas 10 y un conducto de alimentación 11 a través del cual se lleva agua desde una vasija de recogida 12 por debajo de los canales de evaporación 3 hasta la tubería 9 de pulverización usando una bomba (no mostrada aquí). Con el fin de impedir que los medios de humedecimiento 6 tengan que operar continuamente, las paredes 4, 8 de los canales de evaporación 3 están cubiertos por un material 13 que

retiene la humedad, por ejemplo una tela absorbente o un revestimiento de metal cerámico.

Hasta aquí el dispositivo de refrigeración 1 tiene aún, en gran medida, una estructura convencional. Con el fin de aumentar la eficiencia del dispositivo de refrigeración y lograr así una refrigeración del flujo  $A_1$  entrante mayor que la que es posible con dispositivos de refrigeración convencionales, la invención propone deshumidificar este flujo de aire entrante  $A_1$ . Aumenta de esta manera la capacidad del flujo de aire separado  $A_3$  para absorber humedad, de modo que pueda evaporarse más humedad en los canales de evaporación 3 y una mayor cantidad de calor de evaporación pueda extraerse así de las paredes de transferencia 4. De esta manera, las paredes de transferencia 4 se enfrían más que en los dispositivos de refrigeración convencionales, de modo que se logra una capacidad de refrigeración mayor.

En la realización mostrada, los medios 14 para deshumidificar el flujo de aire  $A_1$  que se ha de refrigerar adoptan la forma de un material polímero con una temperatura de solución crítica inferior (polímero LCST), que se dispone como una capa de cobertura 15 sobre las paredes 4, 7 de los canales de refrigeración 2. Como polímero LCST resulta posible aquí prever un material tal como polioxazolina, poli(dimetilaminoetilmetacrilato) (p(DMAEMA)) y poli(N-isopropilacrilamida) (pNiPAAm). Aunque todas las paredes 4, 7 de los canales de refrigeración 2 están aquí totalmente cubiertas por el polímero LCST, también es posible prever que baste con cubrir sólo una parte de las paredes, por ejemplo las paredes de transferencia verticales 4. Asimismo, es posible prever que el polímero LCST esté dispuesto sobre sólo una parte de la longitud de los canales de refrigeración 2, por ejemplo en el lado de entrada de los mismos (figura 3), o incluso en una parte de entrada del dispositivo de refrigeración 1 situada aguas arriba de los canales de refrigeración reales 2.

La capa de polímero LCST 15 de las paredes 4, 7 absorbe humedad del aire que fluye por ella y entra en solución en la misma. La capa de polímero disuelta 15 retiene su estabilidad debido a la presencia de reticuladores adecuadamente seleccionados. Como se indicó, la capacidad de absorción de humedad del flujo de aire  $A_3$  en los canales de evaporación 3 – y con ello la capacidad de refrigeración – aumenta debido a la deshumidificación del aire. Además, esto da como resultado un mayor grado de bienestar dado que el flujo de aire refrigerado  $A_2$  suministrado al espacio R está más seco.

A medida que se absorbe más humedad en la capa de polímero LCST 15 y esta capa se satura así más aún, la eficacia de los medios deshumidificadores 14 disminuye. En la realización mostrada, el dispositivo de refrigeración 1 también está provisto, por tanto, de medios 16 para regenerar la capa de polímero 15. Estos medios de regeneración 16 están destinados a calentar periódicamente el polímero LCST por encima de su temperatura de solución crítica. Debido a que esta temperatura crítica es relativamente baja, y, por ejemplo, asciende de manera relativamente sencilla hasta un valor del orden de 60 a 70°C, es posible que sea suficiente con unos elementos de calentamiento de baja potencia 17. LA construcción y operación de tales elementos de calentamiento se describe y se muestra en la solicitud de patente holandesa no publicada previamente 1030149 del solicitante.

Cuando el polímero LCST 15 se calienta por encima de su temperatura de solución crítica, éste sale de la solución y se libera así la humedad L una vez más. Esta humedad L fluye luego a lo largo de las paredes 4, 7. Con el fin de impedir como resultado humedecimiento no deseado del aire entrante  $A_1$ , los medios de regeneración 16 se adaptan adicionalmente para recoger y descargar de los canales de refrigeración 2 esta humedad L liberada durante la regeneración. Para este fin, los canales de refrigeración 2 pueden, por ejemplo, inclinarse hacia abajo hasta cierto grado de modo que la humedad L fluya hasta el punto más bajo de los canales de refrigeración 2. Situado allí en la realización mostrada está un recipiente de recogida 12 de los medios de humectación 6. El consumo de agua del dispositivo de refrigeración 1 se reduce al guiar así hacia los medios de humectación la humedad L extraída del aire entrante.

En vez de cruzarse entre sí, los canales de refrigeración 2 y los canales de evaporación 3 también puede ocurrir paralelos, pero yendo en direcciones opuestas (figuras 3 y 4). Esto es entonces un refrigerador a contraflujo. Esta disposición tiene la ventaja de que es posible un contacto de intercambio de calor más prolongado y, por tanto más intenso, entre el flujo de aire  $A_1$  que se ha refrigerar y el flujo de evaporación  $A_3$ .

Aunque la invención se elucida anteriormente sobre la base de una serie de realizaciones, será evidente que esta puede variarse de muchas maneras. Por tanto, el alcance de la invención se define únicamente por las siguientes reivindicaciones.

50

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo para refrigerar un flujo de aire, que comprende:  
al menos un canal de refrigeración con una abertura de entrada para el flujo de aire a refrigerar y una abertura de salida para el flujo de aire refrigerado,
- 5 al menos un canal de evaporación separado del canal de refrigeración por una pared de transferencia y que tiene una abertura de entrada, que está conectada a la abertura de salida del canal de refrigeración, y una abertura de salida,  
medios para humidificar el lado de la pared de transferencia dirigido hacia el canal de evaporación y  
medios para deshumedecer el flujo de aire en el canal de refrigeración, **caracterizado** porque los medios deshumidificadores comprenden un polímero con una temperatura de solución crítica más baja (polímero LCST).
- 10 2. Dispositivo de refrigeración según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el lado de la pared de transferencia dirigido hacia el canal de refrigeración está, al menos parcialmente, cubierto por un polímero LCST, o se ha fabricado a partir del mismo.
- 15 3. Dispositivo de refrigeración según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el polímero LCST se elige del grupo que comprende polioxazolona, poli(dimetilaminoetilmetacrilato) (p(DMAEMA) y poli(N-isopropilacrilamida) (pNiPAAM).
4. Dispositivo de refrigeración según la reivindicación 3, **caracterizado** por medios para regenerar los medios deshumidificadores.
5. Dispositivo de refrigeración según la reivindicación 4, **caracterizado** porque los medios de regeneración están adaptados para calentar periódicamente el polímero LCST por encima de la temperatura de solución crítica.
- 20 6. Dispositivo de refrigeración según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado** porque los medios de regeneración están adaptados para recoger y descargar del canal de refrigeración la humedad liberada por el polímero LCST durante la regeneración.
7. Dispositivos de refrigeración según la reivindicación 6, **caracterizado** porque los medios de regeneración están adaptados para guiar la humedad recogida hacia los medios de humedecedores.

25



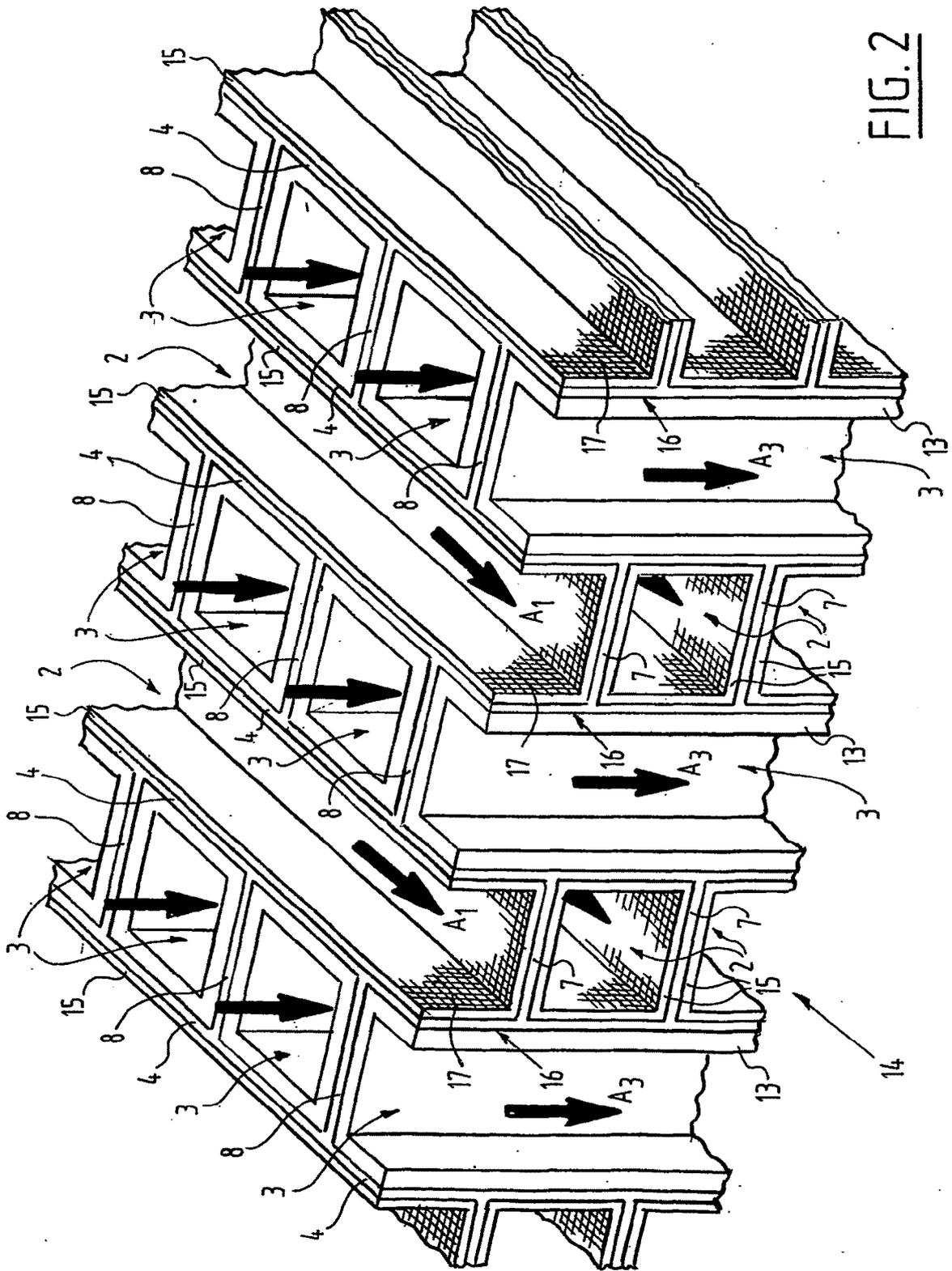


FIG. 2

