



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 324 395**

51 Int. Cl.:
F28D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01975566 .9**

96 Fecha de presentación : **27.09.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1334325**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.08.2003**

54 Título: **Método y aparato con placa para enfriador evaporativo de punto de rocío.**

30 Prioridad: **27.09.2000 US 236047 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.08.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.08.2009

73 Titular/es: **Idalex Technologies, Inc.**
4430 Glencoe Street
Denver, Colorado 80216, US

72 Inventor/es: **Maisotsenko, Valeriy;**
Gillan, Leland, E.;
Heaton, Timothy, L. y
Gillan, Alan, D.

74 Agente: **Izquierdo Faces, José**

ES 2 324 395 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 y aparato con placa para enfriador evaporativo de punto de rocío.

5 **Contexto de la invención**1. **Campo de la invención**

10 La invención se refiere al campo de acondicionamiento de fluido evaporativo. Más en concreto, la invención se refiere al campo de enfriamiento perceptible de fluidos (gas, líquido o mezclas con o sin cambios de fase) sustancialmente hasta el punto de rocío para gas por medio de enfriamiento evaporativo indirecto en un intercambiador de calor que tiene gas canalizado y flujo fluyendo y un gradiente de temperatura lateral a través de las placas de intercambio de calor.

15 **2. Consulta del contexto**

El enfriamiento evaporativo indirecto es un método de enfriamiento de una corriente de gas, normalmente aire, evaporando un líquido en enfriamiento, normalmente agua, en una segunda corriente de aire mientras que transfiere el calor desde la primera corriente de aire a la segunda. El método tiene ciertas ventajas inherentes en comparación con el acondicionamiento convencional de aire: bajos requisitos eléctricos, fiabilidad relativamente elevada, y la habilidad de eliminar la necesidad de refrigerantes tales como R-134 y los inconvenientes que conllevan. Sin embargo, el enfriamiento evaporativo indirecto aún solamente se emplea en aplicaciones comerciales especialmente construidas, y aún no se encuentra disponible en el mercado tanto por sí solo como tras un producto del mercado. Esto se debe a ciertos inconvenientes de los enfriadores y métodos de enfriamiento indirecto: costo excesivo, ciclo termodinámico inefectivo que no produce suficiente enfriamiento de aire para los gastos que supone, sistemas inefectivos de suministro de agua, acumulación a escala, intercambiador de calor insuficiente o caro, excesiva reducción de presión, dificultad para alcanzar el punto de rocío de la corriente de aire (el límite teórico de enfriamiento), puntos de rocío relativamente altos en atmósferas húmedas, grandes aparatos para intercambio de calor, y en algunos diseños, dependencia de una gran cantidad de equipo auxiliar.

30 La Patente U.S. N° 4,002,040 presentada por Munters *et al* el 11 de enero de 1977, describe un intercambiador de calor en el que no existe mezcla entre las corrientes de aire canalizadas, y en el cual la corriente de aire que pasa a través del dispositivo se coloca a través de una curva de 270 grados en el dispositivo, dando como resultado una gran caída de presión generada por la trayectoria de flujo. Además, Munters no tiene en cuenta fluidos de enfriamiento diferentes a los del aire externo y no pueden emplearse en aplicaciones donde se desea la recirculación.

40 La Patente U.S. N° 5,187,946 presentada por Rotenberg *et al* el 23 de febrero de 1993, describe un intercambiador de calor que tiene perforaciones a través de las placas para intercambio de calor y canales alternativos secos y húmedos. La solicitud que aquí disputa la validez de la patente de Estados Unidos ya que se basó en la patente rusa y se expuso más de un año antes de que se presentara la patente de Estados Unidos, al igual que la patente de Rotenberg, es inválida ya que copió la patente rusa, aún no incluye la patente anterior o la invención verdadera, V. Maisotsenko. La presente invención es diferente en modos sustanciales con respecto a la exposición 5,187,946 (Patente Rusa de Maisotsenko 2046257) en el sentido de que no emplea un tratamiento separado de fluidos en productos (fluidos enfriados, ya sea gas, como se limita la exposición de 5,187,946, y otros fluidos), las placas de plástico fino que funcionan como transferencias eficientes de calor desde canales secos a canales húmedos aún no transfieren calor lateralmente a lo largo de la superficie o las placas, o una curva no profunda hasta las placas de intercambio de calor para permitir una acción absorbente, pero en su lugar describe un ángulo relativamente alto. Tampoco revela el uso de una absorción del alimentador, en lugar de emplear cabezas complejas y costosas localizadas en cada uno de los canales húmedos. Finalmente, 5,187,946 alega contra el uso de guías de canal, alentando que el flujo turbulento proporciona una mejor eficacia. Sin embargo, esto no permite que 5,187,946 controle el perfil de temperatura lateral de las placas individuales para intercambio de calor. Además, separando la corriente de aire activa del producto, el aire activo disminuye en el flujo cuando pasa a través de las perforaciones del canal, reduciendo su caída de presión y al mismo tiempo permitiendo un mejor control de los canales de escape. Esta patente, similar a la de Munters arriba citada, se limita al aire frío exterior.

55 La Patente U.S. N° 5,170,633 presentada por Kaplan el 5 de diciembre de 1992, muestra la cantidad de equipo auxiliar que puede proliferar en sistemas evaporativos indirectos. Las patentes de Estados Unidos Números 5,727,394, 5,758,508, 5,860,284, 5,890,372, 6,003,327, 6,018,953, 6,050,100, prestadas por Belding *et al* y Goland *et al*, muestran el mismo síndrome de excesivo equipo en el tratamiento de aire. Al examinar los sistemas como los aquí referidos, debe tenerse en mente que un único intercambiador adicional de calor añade más de un tercio al coste total del sistema. Estos sistemas, además de tener diferentes métodos, de nuevo únicamente se aplican a enfriamiento de aire.

65 La Patente U.S. N° 5,453,223, con fecha del 25 de septiembre de 1995, y presentada de manera nominal por el presente solicitante, describe un aparato en el cual la alternancia de conjuntos de placas húmedas y secas proporciona dos corrientes de aire: una seca, enfriada por él con las placas anexas, y otra húmeda, enfriada por la evaporación directa. Sin embargo, la unidad requiere dos flujos de gas en el interior y dos flujos de gas en el exterior. Además, el diseño en cuestión no proporciona únicamente enfriamiento indirecto, sin enfriamiento adicional evaporativo directo.

ES 2 324 395 T3

Mientras que dicha segunda fase de enfriamiento evaporativo directo, aumentando la humedad del aire del producto, a menudo es deseable, también es a menudo no deseable.

5 Dos solicitudes pendientes por el presente inventor también se dirigen a la tecnología de enfriamiento evaporativo indirecto. Solicitud PCT PCT/US01/04082, presentada el 7 de febrero del 2001, expone un método de eliminación de una segunda fase de enfriamiento evaporativo indirecto. La solicitud PCT PCT/US01 /04081, presentada el 7 de febrero del 2001, describe métodos mejorados de diseño de núcleos de intercambio de calor de enfriadores evaporativos indirectos, permitiendo una mejor humidificación y caídas reducidas de presión.

10 Se desea un método y un aparato evaporativo indirecto que proporcionen más flujo eficiente de aire y transferencia de calor.

Resumen de la invención

15 La presente invención proporciona un tonelero evaporativo indirecto de fluidos de todos los tipos que tiene canales transversales de flujo húmedo y seco en costados opuestos de una placa para intercambio de calor que permite la transferencia de calor a través de la placa, debido a que la construcción con plástico fino y otros materiales adecuados previene o minimiza la transferencia de calor lateralmente a lo largo de la placa. Para fines de la solicitud, deseamos definir ciertos términos:

20 1. La superficie de transferencia de calor o superficie de intercambio de calor presenta muchas configuraciones. Todas ellas se incluyen en el objeto de esta invención descrita con el ajuste apropiado para la humidificación y los flujos tan bien como se conoce en la industria. Para ejemplos de la ilustración hacemos uso de una configuración de placa.

25 2. El costado o porción húmeda de la superficie de intercambio de calor significa que la porción tiene líquido evaporativo sobre o en su superficie, permitiendo de este modo un enfriamiento evaporativo de la superficie y la absorción del calor latente desde la superficie.

30 3. El costado o porción seca del intercambiador de calor significa aquella porción de la superficie del intercambiador de calor donde no existe evaporación en el gas o fluido adyacente.

35 4. Corriente activa o corriente de gas activa en el flujo de gas que fluye a lo largo de la superficie de intercambio de calor sobre el costado seco a través de los canales activos secos, pasa a través de pasos en la superficie hasta el lado húmedo a través de canales activos húmedos y recoge el vapor y mediante evaporación toma el calor latente desde la superficie de intercambio de calor y lo transporta hasta fuera en el tubo de escape. En algunas realizaciones, la corriente activa puede deshacerse de desechos y en otras puede emplearse para fines concretos, como para añadir humedad o para buscar calor.

40 5. La corriente del producto o la corriente fluida del producto es el flujo de fluido (gas, líquido o mezcla) que pasa a lo largo de la superficie de intercambio de calor sobre el costado seco a través de los canales de producto seco y se enfría por medio de la absorción de calor por acción de la corriente de gas activa sobre el costado húmedo que absorbe el calor latente por la evaporación en el área húmeda.

45 La placa también tiene pasos o medios de perforaciones o transferencia entre el costado seco de la placa y el costado húmedo en áreas definidas proporcionando flujo desde los canales activos secos a los canales activos húmedos en los cuales tiene lugar el enfriamiento evaporativo directo. Por medio de las perforaciones las corrientes activas de gas tienen una caída de presión a través del sistema que se reduce.

50 El método de la invención hace uso de la separación de un flujo de gas activo (que se emplea para evaporar líquido en los canales húmedos y por lo tanto para enfriar la superficie húmeda de la placa para intercambio de calor) desde el flujo de fluido del producto, fluyendo tanto por canales de producto seco como por canales activos secos en el mismo costado de la placa para intercambio de calor y dejan el calor a la placa de intercambio de calor que en su anverso está siendo enfriado por evaporación en los canales húmedos activos.

55 El primer flujo de gas activo entra en el canal activo seco y a continuación a través de las perforaciones, poros u otros medios adecuados de transferencia por la barrera de la placa al costado húmedo y de este modo a los canales húmedos activos donde la evaporación de líquido sobre la superficie de canal húmeda enfría esta placa.

60 Los canales de producto seco se encuentran sobre el costado seco de esta placa. La placa es de un material fino para permitir una sencilla transferencia de calor a través de esta placa y permitir de este modo una transferencia sencilla de calor desde el canal de producto seco al canal húmedo activo. Éste es una unidad o elemento básico de la invención que ilustra el método de la separación de flujos de gas activos para enfriar directamente el producto fluido separado mediante enfriamiento evaporativo.

65 Es por lo tanto un objeto de la invención proporcionar un enfriador evaporativo indirecto que tenga perforaciones que permitan el flujo desde canales secos activos a canales húmedos activos sobre el costado opuesto de la placa de intercambio de calor.

ES 2 324 395 T3

Es otro objeto de la invención proporcionar un enfriador evaporativo indirecto que tenga placas de intercambio de calor, que no permitan una sustancial transferencia lateral de calor pero que permita un intercambio de calor a través de la placa. Esto produce una temperatura de transferencia a través de la placa que no es calculada por la transferencia lateral de calor bajo la placa. Calcular el promedio de temperatura bajo la placa reduce de manera efectiva la diferencia de temperatura a través de la placa y da como resultado velocidades más bajas de transferencia de calor a través de la placa. Por consiguiente, es parte de esta invención obtener una transferencia sencilla de calor a través de la placa desde el costado seco al costado húmedo pero no una transferencia sencilla a lo largo de la superficie de la placa.

Es otro objeto de la invención proporcionar un enfriador evaporativo indirecto que tenga un gradiente de temperatura a través de dos superficies dimensionales de la placa, y proporcionando de este modo canales con flujo de gas activo que tienen un rango de temperaturas.

Es otro objeto de la invención proporcionar un enfriador evaporativo indirecto que permita la selección de flujos de producto de fluido para uso en enfriamiento, en particular, pueden seleccionarse corrientes de fluido que salgan de los canales de producto más frío para uso en el enfriamiento. De manera inversa, la selección puede ser de una parte de las corrientes de gas activo para dar humedad añadida al ambiente.

Es otro objeto de la invención proporcionar un enfriador evaporativo indirecto que presente una eficiente acción absorbente que permita una humidificación sencilla de sustancialmente toda el área de superficie de los canales húmedos sin exceso de agua que enfríe el agua en lugar del aire.

Es otro objeto de la invención proporcionar un enfriador evaporativo indirecto que tenga una pieza absorbente de alimentación que proporcione agua de manera uniforme a todos los canales húmedos del dispositivo.

Es incluso otro objeto de la invención proporcionar un enfriador evaporativo indirecto que tenga medios de selección de ciclo, de modo que durante los meses de verano pueda emplearse para proporcionar aire enfriado y no humidificado y durante los meses de invierno puede emplearse para rescatar el calor de gases que salen al espacio mientras que de manera simultánea humidifica el espacio.

Es incluso otro objeto de la presente invención proporcionar un enfriador evaporativo indirecto efectivo, permitiendo el enfriamiento de una corriente de un producto hasta alcanzar sustancialmente la temperatura del punto de rocío del gas activo.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un enfriador evaporativo indirecto eficiente que tenga una caída de presión relativamente pequeña para las corrientes de gas activo.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1(a) es una representación esquemática y en perspectiva dimensional de una primera realización del método de la invención, que muestra el paso de flujo de gas del gas activo para enfriar el gas en su paso a través de una perforación o pasaje desde un costado seco de una placa a un costado húmedo de la placa. El costado seco de la placa tiene separadores para mantener el paso de gas activo separado del paso de fluido de producto.

La Figura 1(b) es una representación esquemática y en perspectiva del anverso de la Figura 1(a) que muestra el costado húmedo con canales e ilustra el flujo de gas activo después de pasar a través de los pasajes y a continuación a lo largo de la superficie húmeda de los canales donde tiene lugar la evaporación.

La Figura 1(c) es una representación esquemática y en perspectiva de dos palcas, como en la Figura 1(a) y 1(b) que muestra los canales del costado húmedo formados por los costados húmedos de una primera y una segunda placa opuestas entre sí, con sus pasajes orientados en la misma área general y que ilustran el gas activo entrado sobre el costado seco, pasando a través de los pasajes y en los canales del costado húmedo. El fluido del producto se separa del gas activo cuando pasa a lo largo del costado seco de la primera y segunda placa. Las placas adicionales tendrían placas adyacentes con sus lados secos opuestos a los lados secos de la primera y segunda palca. Por lo tanto, la pila de placas tendría cada placa impar orientada con su lado seco de cara a la misma dirección y en oposición a todas las placas pares.

La Figura 1(d) es una representación esquemática y en perspectiva dimensional de una segunda realización de este aspecto de la invención, que muestra un paso de flujo de gas activo desde el paso seco activo segregado que entra al costado húmedo por medio de perforaciones o pasajes y que sale a un lado de la palca después de pasar a través de la superficie húmeda del canal activo húmedo.

La Figura 2 es una representación en perspectiva dimensional y esquemática de una tercera realización de este aspecto de la invención, mostrando el paso de flujo de gas cuando la invención se emplea para calentar y humidificar una corriente de aire.

La Figura 3 es una representación parcialmente en perspectiva tridimensional y esquemática del paso de flujo de una cuarta realización de este aspecto de la invención que muestra el flujo de gas activo cuando la invención se emplea en el enfriamiento de un fluido deshumidificado, y además muestra el flujo del fluido en el contexto de uso.

ES 2 324 395 T3

La Figura 4 es una representación parcialmente en vista tridimensional y esquemática del paso de flujo de una quinta realización de este aspecto de la invención que muestra el flujo activo y del gas cuando la invención se emplea con flujo de gas recirculante, y además muestra el flujo de gas en el contexto de uso.

5 La Figura 5 es representación en perspectiva tridimensional y esquemática de un montaje expandido de múltiples canales, mostrando el flujo lateral seco, perforaciones adicionales, y guías adicionales de canal con las perforaciones predominantemente en la mitad de la membrana. El gas activo seco entra y pasa a través de los pasos al costado húmedo (no mostrado).

10 La Figura 6 es una representación en perspectiva tridimensional y esquemática del mismo montaje expandido de la Figura 5, que muestra el flujo de gas lateral húmedo después de que el gas activo seco haya pasado a través de los pasos. La superficie de la palca tiene material absorbente para transportar líquido desde método con piezas absorbentes de alimentación hasta los bordes de la placa y para suministrar el líquido para el enfriamiento por evaporación.

15 La Figura 7 es una vista transversal del montaje de la Figura 5 con placas adicionales, que muestra el flujo de gas con las aletas laterales formando un ángulo hacia arriba desde el punto central. La placa en la parte superior tiene su superficie seca. La parte inferior de esta placa está húmeda y el canal guía de manera ortogonal a los canales laterales secos. La segunda placa tiene su superficie húmeda mirando hacia las superficies húmedas de la primera palca haciendo que los canales entre la primera y la segunda placa estén húmedos. La segunda placa tiene su superficie seca en la parte inferior. Continúan placas sucesivas para igualar la superficie seca con la seca y la superficie húmeda con la húmeda.

La Figura 8 es una vista en perspectiva de un núcleo de dos lados con una placa con pieza absorbente de alimentación entre los dos lados y las alas con ángulo hacia arriba y con orientación de las capas del núcleo desde el centro.

25 La Figura 9 es una vista en perspectiva parcialmente aumentada de un montaje de la invención, incluyendo representaciones esquemáticas de flujo de gas y flujo de fluido con alas de un núcleo con ángulo hacia arriba.

30 La Figura 10 es una vista en perspectiva parcialmente aumentada de una realización de la invención usando una placa como en la Figura 1(d) con una reserva que suministra el líquido al material de absorbencia sobre las placas. Habría sucesivas placas con superficies seca-seca y húmeda-húmeda.

La Figura 11 es una vista en perspectiva de un núcleo de dos partes con una placa absorbente de alimentación entre las dos altas con las alas situadas en ángulo inferior desde el centro y perforaciones en el área de cada capa más cercana a la pieza absorbente del centro.

35 La Figura 12 es una realización de la placa absorbente de alimentación empleada en la Figura 8 con ranuras que se sitúan sobre una parte o todo el recorrido desde el punto más alto al punto más bajo para acelerar la transferencia de líquido a la parte inferior del absorbente y para permitir que se escurra o vacíe el líquido en exceso.

La Figura 13 es una segunda realización de la placa absorbente de alimentación con un orificio a través de la parte interna de la placa absorbente de alimentación.

45 La Figura 14 es una tercera realización de una placa absorbente de alimentación que está formada por un sándwich para ayudar en la rápida distribución de líquido a los perímetros externos de la placa absorbente de alimentación y para ayudar en el drenaje. El sándwich está formado por materiales con dos porosidades diferentes y la capa media tiene mayor porosidad que la capa externa.

50 La Figura 15 es una vista en perspectiva de dos núcleos similares a los de la Figura 8 mostrando los pasos de aire e ilustrando un hueco de separación entre los dos núcleos para ayudar en los ritmos de transferencia de calor dividiendo los pasos en segmentos y dividiendo de este modo grandes pasos que crean capas que sirven de límites que a su vez inhiben la transferencia de calor.

55 La Figura 16 es un montaje de una reserva de tubos y válvulas en conjunción con una placa absorbente de alimentación útil en el montaje como en la figura 8, 15 y otras realizaciones. La reserva superior alimenta a la placa absorbente de alimentación. La reserva inferior, por medio de una válvula flotante determina si la pieza absorbente tiene poco líquido y por lo tanto tiene un nivel de reserva más bajo en la reserva inferior, que a continuación regresa a la válvula de alimentación para suministrar más líquido a la reserva superior.

60 La Figura 17 muestra el sistema de reserva de la Figura 16 incorporada con el montaje de núcleo de la Figura 8.

Descripción detallada de la invención

65 La Figura 1a es una representación en perspectiva tridimensional y esquemática de un elemento primario de la invención que demuestra el método por el cual se da el enfriamiento indirecto. El elemento se forma como una placa plana (y por lo tanto también es referida aquí como placa 6), incluye perforaciones 11 que conectan el costado seco 9 con el costado húmedo 10. El costado seco 9 se subdivide además y segregado en canales de producto 3 y canal

ES 2 324 395 T3

seco de gas activo 4: las perforaciones 11 se encuentran en el interior del canal de gas activo 4. El costado húmedo 10, ver figura 1b, se humedece con un líquido evaporativo para dar enfriamiento. El costado húmedo 10 también tiene un canal húmedo 5. Los canales secos 3 y 4, figura 1a, son segregados de modo que se mantiene el gas seco activo separado del fluido seco. Las guías del canal 8 definen los canales secos 3 y 4 evitando la mezcla del gas entre los canales 3 y 4 y transfieren de manera relativamente libre a través de la placa 6 desde las corrientes perpendiculares de gas sobre el otro lado. Como la placa 6 es muy fina, el calor puede pasar fácilmente y en dirección perpendicular a través de la placa desde el costado seco al costado húmedo. El material de la placa se selecciona para minimizar la transferencia de calor a lo largo de la placa. Un material preferente es el plástico. Los materiales de las guías del canal además de proporcionar barreras para definir canales pueden también aislar de manera ventajosa las corrientes lo máximo posible desde las corrientes paralelas adyacentes en ambos lados, ofreciendo de este modo un bajo índice de “transferencia de calor paralelo”.

En la práctica, una corriente de fluido 1 y una corriente activa de gas 2 pueden respectivamente transcurrir por los canales secos 3 y 4, atravesando el costado seco de la placa 6 en un flujo laminar. La corriente de gas activo 2 fluye a continuación a través de las perforaciones 11 hasta el costado húmedo 10 y los canales 5. Los canales húmedos 5 sobre el costado húmedo dirigen la corriente 2 hacia una dirección sustancialmente perpendicular a los fluidos que fluyen sobre el costado seco y a través del costado húmedo 10 de la placa 6, donde recibe calor de maneras diferentes; en primer lugar, en forma de evaporación de líquido desde el costado húmedo 10 y en segundo lugar, como calor rechazado por la conducción y radiación de la placa 6. Por lo tanto, la placa 6 actúa como un intercambiador de calor y como un enfriador evaporativo indirecto. El flujo de gas 2 emerge desde la placa enfriadora de vapor indirecto 6 como corrientes de gas 2, tal y como se indica en la Figura 1(a) y Figura 1(b).

El flujo transversal no necesita ser exactamente perpendicular, pero es necesario que el flujo sea “sustancialmente perpendicular”. A 180 grados, el flujo se convierte en un contra-flujo, y a 0 grados, las corrientes sobre ambos lados de la placa 6 pueden ser paralelas. Un flujo sustancialmente perpendicular puede darse en un ángulo entre estos dos ejemplos, siempre y cuando el ángulo permita las corrientes sobre lados opuestos de la placa para que se crucen entre sí. La importancia de tener dos corrientes en lados opuestos de la placa 6 es que esto proporciona un gradiente de temperatura y un diferencial de temperatura que se tratarán a continuación.

En esta realización toda la corriente de gas activo 2 pasa por el centro de la placa 6 en el canal seco 4. En el anverso de la placa 6, bajo el canal seco 4, la corriente de gas 2 está en contacto con el costado húmedo y se enfría por evaporación. A la salida, la corriente 2 (en el costado seco en el canal 4) está enfriándose por evaporación en el anverso de la placa 6. Esto actúa como pre-enfriamiento de la corriente 2. Por lo tanto, cuando la corriente 2 avanza en dirección descendente por el canal 4 sobre el costado seco antes de entrar en las perforaciones, se enfría de modo seco hasta alcanzar la temperatura ideal de la cubeta húmeda. Este pre-enfriamiento en el costado seco permite a la corriente entrar al costado húmedo con una temperatura más fría que su temperatura original y por lo tanto con una temperatura de cubeta húmeda más baja.

La canalización de las corrientes de gas 1 y 2 incrementa además la eficacia del dispositivo permitiendo el control del flujo en su interior y el control de la temperatura. El diferencial de temperatura a través de y a lo largo de la placa 6 se genera por el flujo de la corriente de gas 2 a través de los canales húmedos 5; al inicio del flujo de corriente de gas 2 a través de los canales húmedos 5, es muy seco y puede absorber la máxima cantidad de vapor del fluido evaporativo. Esto, a su vez, absorbe la máxima cantidad de calor latente (transición de líquido a vapor), que a su vez permite el mayor diferencial de temperatura a través de la placa 6. Por consiguiente, el canal 3 más cercano al canal 4 será el que más se enfríe.

En la práctica, el fluido puede ser cualquier fluido (aire, líquido gas o mezcla) para el que se desea un enfriamiento seco, es decir, enfriamiento sin la adición de un componente de gas con presión parcial derivado de evaporación del enfriamiento del líquido. Por ejemplo, en uso comercial y residencial, el fluido puede ser aire y el líquido enfriador agua: las corrientes de aire que emergen de la invención con canales laterales secos lo hacen sin tener ninguna humedad añadida. Pueden ser refrigerantes, bien durante cambios en la fase o no, para permitir el enfriamiento hasta conseguir temperaturas más bajas antes de su uso y por lo tanto conseguir mejor eficacia en el ciclo de refrigerantes a bajo coste.

En la realización ilustrada, en la figura 1, la segregación del gas seco activo 2 desde el fluido 1 puede ser por medio de guías de canal 8 que actúan como paredes entre placas adyacentes. En el extremo del canal seco 4, una barrera o pared 12 evita que el gas activo seco salga y se mezcle con el fluido. Si la placa 6 es ondulada, las guías del canal se dan parcialmente por las ondulaciones en la propia placa. Las guías del canal estarían presentes en uno o en ambos lados de la placa 6 y entre el fluido y el gas activo para evitar el paso de fluidos entre las ondulaciones de la placa opuesta. En cualquier caso, funcionan para canalizar las corrientes de gas o fluido, y también pueden mantener de manera ventajosa la separación de la placa 6 con otras placas, en aquellas realizaciones que tienen más de una placa para transferencia de calor. Además, las guías de canal onduladas pueden emplearse entre placas planas 6, en cuyo caso no es necesaria una separación adicional.

El lado húmedo 10 de la placa 6 puede incluir de manera ventajosa una capa de material absorbente capaz de transpirar el líquido enfriador a través del lado húmedo 10. Preferiblemente, la capa absorbente puede cubrir sustancialmente la superficie completa del lado húmedo 10. La capa absorbente puede estar formada por un número de materiales bien conocidos: celulosa, fibras orgánicas, fibras con base orgánica, plásticos porosos, fibras con base de carbono, poliésteres, polipropileno, fibra de vidrio, fibras con base de silicona y combinaciones de estas sustancias.

ES 2 324 395 T3

El material de la capa absorbente puede tener un número de formas: capas, tramas, trenzas, capas de partículas como gotas y combinaciones de las mismas.

5 De manera ventajosa, el material de la capa absorbente puede ser el material de la placa 6. Por ejemplo, la placa 6 puede ser un material de capa absorbente tratado sobre un lado para hacerlo impermeable, y a continuación usares el lado impermeable como el lado seco de la placa 6. El tratamiento puede consistir en cambiar la naturaleza del propio material de la capa absorbente, o cubrirlo con otra sustancia como una capa plástica o equivalentes. El material de la capa absorbente puede tratarse para que tenga una baja permeabilidad en lugar de ser completamente impermeable. En esta solicitud, “baja permeabilidad” significa que la cantidad de agua permitida a través de la placa 6 hasta el costado seco 9 es lo suficientemente pequeña como para que las corrientes de gas que cruzan el costado seco 9 no se humidifiquen de manera sustancial y no se enfríen de manera sustancial por evaporación. Sin embargo, la sustitución de un costado seco de baja permeabilidad por un costado seco impermeable permite la práctica de la invención tal y como aquí se reivindica.

15 De modo alternativo, el material de la placa 6 puede ser impermeable y tratarse para que sea permeable o para absorber el costado húmedo 10. En cualquiera de los casos, el material de la placa 6 debería tener una resistencia relativamente elevada para transferir calor. Mientras que esto apenas tiene efecto en la transferencia de calor a través de la placa 6, debido a que es fina, el calor no puede transferirse lateralmente a través de la placa, tal y como se ha establecido anteriormente.

20 La placa 6 puede también recibir su líquido enfriado de una pieza absorbente de alimentación, tal y como se describirá a continuación en referencia a otras realizaciones.

25 Las perforaciones 11 pueden ser ventajosamente redondas o de otras formas sin esquinas, o formas tales como formas poligonales con esquinas redondeadas no solamente para aumentar la durabilidad de las placas sino también con el fin de ayudar a evitar turbulencias en la corriente de gas 2 cuando pasa a través de las mismas. Al prevenir la turbulencia, la caída de presión a través del enriador evaporativo indirecto puede minimizarse, con los correspondientes aumentos en la eficacia de operación y reducción en sus costos de construcción. Las perforaciones pueden ser pasos, como microporos, en lugar de una perforación.

30 La placa 6 puede ventajosamente ascender para evitar la acumulación de exceso de agua, y/o para permitir que un borde inferior de la placa 6 entre en contacto con un suministro del líquido enfriador, como una reserva de agua, de modo que el material absorbente puede actuar para mantener al costado húmedo 10 con líquido enfriador. Manteniendo la pendiente bastante baja, desde aproximadamente -10 grados hasta aproximadamente +10 grados, la transpiración del líquido a través del costado húmedo 10 es mucho más eficiente. En ángulos más grandes de pendiente, la altura máxima de absorción del material absorbente limita demasiado la anchura de las placas. En casos extremos, la transpiración puede resultar ineficiente o imposible, reduciendo de este modo la cantidad de enfriamiento evaporativo debido a un suministro inadecuado de líquido enfriador que evaporar. Dependiendo de la naturaleza del material de la capa absorbente, la pieza absorbente puede no transportar líquido a todo el costado húmedo 10, dejando algunas zonas secas, o puede dejar secas algunas secciones de la superficie pero sin suficiente líquido para evaporación eficiente para crear altos niveles de humedad relativa en la corriente de gas activo. Por consiguiente, un ángulo bajo permite una absorción considerablemente más eficiente, y para una altura máxima dada de absorción, permite una mayor anchura.

45 La placa 6 puede también tener una sección transversal en forma de “V”, con doble pendiente, tal y como se muestra en las Figuras 6 y 7, es decir, la placa 6 puede parecerse a un valle profundo en sección transversal con una sección media más baja que los bordes o alas opuestos. Las dos pendientes pueden ser de diferentes longitudes o ángulos de pendiente, o pueden diferir en naturaleza de material de capa absorbente u otros factores.

50 La placa 6 también puede estar equipada con un “regulador de selección de corriente” (no mostrado), lo que permitiría la selección de solamente las corrientes de gas más frías del costado seco de la placa (es decir, aquellas también pueden incluir un regulador para seleccionar algo de gas activo húmedo para añadir humedad al ambiente en el centro de las placas), o todas las corrientes de gas, o una selección intermedia. Si se permite solamente el empleo de las corrientes más frías para enfriamiento, se proporciona un flujo de gas más pequeño pero más frío; el uso de una selección más grande de corrientes de gas proporciona un flujo de gas más grande. Así mismo, el regulador puede seleccionar gas activo húmedo para uso en la humidificación de un ambiente.

60 La Figura 1d es una perspectiva tridimensional y una representación esquemática de una segunda realización del elemento de la invención. En esta realización, la placa 6 tiene perforaciones 11 a lo largo de un costado en lugar de desde la mitad hacia abajo, como en la realización anterior. Las guías del canal 8 crean los canales secos 3 y 4. En esta realización, los guías del canal son estrías pero pueden ser otros tipos de guías, tal y como se ha establecido anteriormente. El guía del canal 8 también sirve para evitar que el flujo de gases se salga de un borde de la placa 6. La corriente de gas activo 2 fluye en el canal 4, la corriente 1 fluye en el canal 3. La corriente de gas 2, el gas activo, fluye a través de las perforaciones 11 hasta el canal 5 (no visible) y a continuación fluye a través del anverso de la placa 6 para salir de la placa 6 como la corriente de gas 2.

65 La Figura 2 es una representación en perspectiva tridimensional y esquemática de una tercera realización de la invención, que muestra el paso de flujo de gas cuando la invención se emplea para calentar y humidificar una corrien-

ES 2 324 395 T3

te de aire con agua. Por lo tanto, en esta realización y en las siguientes, las corrientes de gas pueden ser referidas como corrientes de aire, y el líquido enfriador será asumido como agua. En los meses de invierno, resulta ventajoso intercambiar calor entre aire de gases que abandona un espacio calentado y aire fresco frío que procede de la atmósfera, es decir, el aire externo u otra fuente de aire ambiental. Esto reduce el calor requerido para calentar el aire fresco. Así mismo, la presente invención también permite la adición de humedad al aire fresco, dirigiéndose de este modo a otro problema del invierno: el aire frío del exterior tiene vaho condensado y por lo tanto presenta una baja humedad absoluta o el aire extremadamente seco que da como resultado aire seco en el interior cuando el vaho en el interior se reduce con los cambios de aire fresco en el exterior. La “selección de ciclo” en el que la corriente de aire sale a la atmósfera, y que va al espacio para acondicionarse, es una característica de que tiene esta disposición.

En la Figura 2, la placa 6 tiene un costado seco 9, costado húmedo 10, guías del canal 8, y perforaciones 11. La corriente de aire 1 sale al espacio acondicionado al igual que las corrientes de aire. Mientras, el aire fresco 2 entre y fluye a través de la perforación 11. Al igual que han mostrado las dos realizaciones previas, la placa 6 actúa como un intercambiador de calor que retira el calor mediante conducción desde la corriente de aire 1, sobre el costado seco 9. Sobre el costado húmedo 10, la corriente de aire 2 fluye a través de canales sobre el costado húmedo (no visible) y otros canales paralelos, recibiendo tanto calor (por medio de conducción y radiación) como humedad (mediante evaporación) desde el costado húmedo 10. El costado húmedo 10 puede tener un material absorbente, tal y como se ha comentado anteriormente, y la construcción de la placa en lo relativo a permeabilidad, materiales, tratamientos, piezas absorbentes de alimentación, guías de canal, ondulaciones, perforaciones, reguladores de selección de corrientes, etc., pueden ser también tal y como se ha descrito anteriormente. De este modo, se conserva la energía ya usada para calentar la corriente de aire mientras que se añade humedad a la corriente de aire fresco 2.

Un “regulador de selección de ciclo” (no mostrado) facilita la habilidad para cambiar entre ciclo enfriador y ciclo de calor/humidificación. De manera sencilla, el regulador de selección de ciclo puede simplemente usarse para seleccionar qué corriente de aire pasa al para ser condicionada: el aire que pasa solamente a través del costado seco 9 o el aire que pasa a través del costado seco 9 y el costado húmedo 10. El regulador también puede proporcionar diferentes fuentes para las corrientes de aire 1 y 2, tal y como resultará obvio para aquellos expertos en la técnica.

La Figura 3 es una representación en perspectiva tridimensional y esquemática del paso de flujo de una realización de la invención en un montaje que muestra el flujo de gas cuando la invención se emplea para enfriar, y además muestra la corriente de gas en el contexto de uso. En esta realización, una corriente de gas es aire procedente de un espacio acondicionado. Debido a que ese aire emerge del espacio acondicionado más frío o más seco que el aire del exterior o más frío que el aire seco, puede usarse de modo ventajoso como corriente activa en el enfriador evaporativo de la invención.

La placa enfriadora evaporativa indirecta 6 comprende guías de canal, un conjunto de perforaciones (numeradas colectivamente 11 por comodidad). La corriente de aire seca 1 se proporciona por rueda de desecación 25 y entran en los canales 3 sobre el costado seco. Fluyendo a través de la placa 6 sobre el costado seco, transfiere calor a la placa 6, apareciendo más fría pero sin humedad añadida. El aire sale del espacio acondicionado 24 como corriente de aire activo 2, que fluye en una placa enfriadora evaporativa indirecta 6 en el canal 4, donde de nuevo transfiere algo de calor a la placa 6 por conducción antes de pasar a través de perforaciones 11 en el canal sobre el costado húmedo. En el costado húmedo de la placa, la corriente de aire 2 se enfría por evaporación y simultáneamente enfría la placa 6 empleando la misma acción, antes de ser expulsada como corriente de aire 2.

La rueda de desecación 2 puede contener un líquido o un sólido desecante del tipo conocido. El desecante en la rueda de desecación 25 debe recargarse, es decir, debe tener el agua que ha absorbido de la corriente de aire 1 retirada. Esto se lleva a cabo mediante aire de reactivación, 27, que fluye a través del calentador de aire 26 antes de entrar en la rueda de desecación 25. La elevada temperatura del aire de reactivación 27 se elimina de la humedad desecante absorbida de la corriente de aire 1. Puede emplearse un intercambiador adicional de calor para transferir calor de la corriente de aire 1, después de haberse calentado y secado fluyendo a través de la rueda desecante 25, al aire de reactivación 27, antes de que el calentador de aire 26 lo caliente, siendo este método conocido en la técnica. Sin embargo, se apreciará que ni la presente realización ni las realizaciones preferentes en el presente descritas con anterioridad emplean tal intercambiador de calor adicional, ya que la presente invención proporciona enfriamiento suficientemente elevado hasta acercarse a temperaturas del punto del rocío, mientras que el intercambiador de calor adicional añade más del 45 por ciento de los costes al sistema general.

La Figura 4 es una representación en perspectiva tridimensional y esquemática del paso de flujo de una quinta realización de la invención que muestra el flujo de gas cuando la invención se emplea con la recirculación de corrientes de gas, y además muestra el flujo de gas en el contexto de uso. En esta realización de la invención, el aire procedente de un espacio acondicionado se vuelve a enfriar y vuelve como fluido. Esto da como resultado un ahorro de energía y un enfriamiento adicional de la corriente de aire.

La placa 6 tiene guías de canal, canales, y un conjunto de perforaciones colectivamente numeradas 11. La corriente de aire 1 sale de la rueda desecante 25 antes de pasar sobre el costado seco de la placa 6 en los canales, donde transfiere calor a la placa 6 por conducción. La corriente de aire 6 pasa a continuación al espacio acondicionado 24 y finalmente es recirculada a la rueda desecante 25.

ES 2 324 395 T3

Las guías del canal segregan corriente de aire activo 2 de la corriente de aire 1 después de la rueda desecante 25. Pasa a través del canal, donde rechaza el calor a la placa 6 y fluye a través de las perforaciones 11 hasta el costado húmedo de la placa. Como en realizaciones previas, el canal húmedo no es visible, pero las flechas que indican las corrientes de aire activo muestran que puede haber un conjunto de canales laterales húmedos. En este momento, las corrientes de aire activo 2 absorben el calor de la placa 6 por evaporación, radiación y conducción, enfriando la placa 6.

Las Figuras 5 y 6 son representaciones en perspectiva tridimensional y esquemáticas de una placa grande que contiene los elementos de la invención, mostrando el flujo de gas en el costado seco, el flujo de gas en el costado húmedo, a través de canales no mostrados pero presentes en el anverso, perforaciones adicionales, y guías de canal adicionales, mientras que la figura 7 es una vista en sección transversal de la figura 5, mostrando el flujo de gas sobre el costado húmedo.

El enfriador evaporativo tiene corrientes de gas, corrientes de gas activo, canales del producto, costado seco, costado húmedo, perforaciones, bloqueo, y orificios absorbentes de alimentación.

En la práctica, el gas activo o corrientes de fluido respectivamente fluyen en los canales secos 3 y 4, transfiriendo calor al intercambiador de calor sin aumentar la humedad. La corriente de gas activo fluye a través de las perforaciones en los canales del costado húmedo 5. Las Figuras 6 y 7 muestran que el enfriador evaporativo consiste en un conjunto de placas (los tres diagramas muestran respectivamente una, dos y tres placas, pero el número de placas no se limita a este rango). Las placas pueden ser "idénticas" en el sentido de que tienen canales en ambos lados cooperando con perforaciones 11 para permitir que las corrientes de gas fluyan a través de las placas, estando compuestas por materiales que tienen un índice bajo de transferencia lateral de calor y que son impermeables en un lado, con los costados secos opuestos entre sí a través del espacio de la placa y con los costados húmedos opuestos. Las placas de la invención pueden dimensionarse y configurarse para incorporar la invención sin ser idénticas. Las placas se alinean en paralelo y tienen costados similares opuestos entre sí. En esta solicitud, "costados similares opuestos" hace referencia al hecho de que los costados húmedos miran hacia los costados húmedos de otras placas mientras que los costados secos miran hacia otras placas. No se refiere a la colocación de las perforaciones 11, que se comentará más tarde.

En los canales del costado húmedo, la corriente de aire recibe calor de las placas del enfriador evaporativo 14 a través de los mecanismos previamente descritos. También, tal y como se ha apuntado antes, la corriente de gas activo 2 es por sí misma preenfriada por su paso a través del costado seco de las placas del enfriador evaporativo 14 en el canal 4, dando como resultado una acción enfriadora por el dispositivo de la invención. Además, y como se ha mencionado previamente, las corrientes de aire pueden seleccionarse en base al rechazo de calor (frescor) para servir bien como producto o bien como aire activo con o sin humedad. Por lo tanto, la barrera 12 (ver figura 8) sella el extremo de los canales 4, requiriendo que toda la corriente de aire 2 fluya a través de las perforaciones 11 hasta los canales del costado húmedo. Bajo diferentes condiciones, puede permitirse que alguna corriente de aire 2 deje el extremo del canal 4 retirando la barrera 12, dando como resultado un volumen más grande de aire ligeramente menos frío, o en alternativa, puede desviarse o bloquearse una parte de la corriente de aire 1 (la parte de corriente de aire 1 que está más lejos desde el centro de la placa enfriadora evaporativa 6 y que por lo tanto recibe el menor frío), produciendo de este modo una cantidad más pequeña de aire ligeramente menos frío. Otras alternativas para la construcción de la invención también se han descrito previamente.

Por consiguiente, las corrientes de aire en este montaje permiten el flujo entre dos placas en lugar de a través de una placa. Si dichas placas se encuentran alineadas con los costados secos enfrentados, entonces las corrientes de aire fluyen entre las dos placas sobre los costados secos, y si los costados húmedos se enfrentan, las corrientes de aire fluyen entre las placas sobre los costados húmedos. En realizaciones que tienen más de dos placas, las corrientes de aire fluirán en primer lugar entre los costados secos de las dos placas, y a continuación fluirán a través de una o ambas placas para entrar en los canales húmedos, en los cuales fluirán a través de una de las dos placas previas (en el anverso) y el costado húmedo de una tercer placa.

Los absorbentes de alimentación 13 pueden pasar a través de los orificios para las piezas absorbentes de alimentación con el fin de suministrar agua al material absorbente 7, y se comentará con referencia a las figuras 8 y 9.

La Figura 9 es una vista en perspectiva parcialmente ampliada de una séptima y preferente realización de la invención, que incluye representaciones esquemáticas del flujo de gas, vista desde dos diferentes ángulos.

El enfriador evaporativo indirecto 14 se construye con una forma aproximadamente de una caja, a pesar de que esta forma puede optimizarse para adecuarse a las condiciones, tal y como se conoce bien en la técnica. Un conjunto de placas 6 forma la pila. Cada una de las placas 6 tiene un costado húmedo 10 y un costado seco 9, a pesar de que estas piezas son referidas únicamente como placa más inferior 6. Las placas 6 se alinean en paralelo y se orientan con sus lados opuestos, de modo que los costados húmedos 10 miran hacia los costados húmedos 10 y los costados secos 9 miran hacia los otros costados secos 9.

Es ventajoso facilitar placas 6 en las que las perforaciones 11 no forman una fila directamente frente a las perforaciones en las placas adyacentes. En su lugar, en las realizaciones preferentes de la invención, las perforaciones 11 no están en el mismo nivel que las perforaciones 11 en la siguiente placa 6. Esto ayuda a reducir la caída de presión a

ES 2 324 395 T3

través del enfriador evaporativo 14, por lo que se reduce la energía requerida por el dispositivo y aumenta la eficiencia. Además, esto crea una mejor distribución de aire en el canal evaporativo húmedo 5.

5 El enfriador 14 también tiene una reserva de agua 17, una bomba 15, y piezas absorbentes de alimentación 13. Se retira el agua de la reserva de agua 17 por medio de una bomba 15 y se eleva hasta las piezas absorbentes de alimentación 13. Una línea para relleno de reserva por medio de la bomba 15 permite que la reserva de agua 17 se rellene de manera continua o se rellene tal y como se desee.

10 A pesar de que el espacio de las placas (los canales húmedos y secos) puede tener cualquier medida para algunos gases o fluidos, el espacio de las placas 6 es importante para el uso eficiente de la invención. Si el espacio se selecciona de manera adecuada, la caída de presión de las corrientes de gas que pasan a través de la invención se reduce en gran medida, proporcionando bien un mayor flujo o la habilidad para emplear menos ventiladores o calefactores o de menor tamaño. Los experimentos han demostrado que un espacio entre placas de 1.5 a 3.5 milímetros es preferible, y el espacio en los sub-rangos de 1.50 a 1.85 milímetros, 2.00 a 2.35 milímetros, 2.10 a 2.90 milímetros y 3.10 a 3.50 milímetros es preferible. Sin basarse en ninguna teoría, se cree que en estos espacios, se establecen ondas permanentes que reducen la carga o resistencia durante los procesos de flujo. También es posible que en estos espacios, se frene un flujo turbulento y no laminar, que también puede servir para reducir la resistencia y caída de presión en este proceso particular. El espacio adecuado puede mantenerse por elementos estructurales separados (no mostrados) o pueden proporcionarse de manera ventajosa por los guías del canal 8, que pueden facilitarse por estrías u ondulaciones de la placa 6, o por otros medios.

25 Las piezas absorbentes de alimentación 13 están formadas por tubos que tiene un material absorbente que cubre al menos una parte del exterior del tubo. Los orificios a través del tubo permiten que el agua en el interior del tubo alcance y moje el material externo de absorbencia, que está en contacto con el material absorbente 7 sobre los costados húmedos 10. El agua fluye hacia fuera a través de los orificios hasta el material externo de absorbencia. Desde ahí puede transpirar desde el material absorbente de la pieza absorbente de alimentación 7 al material absorbente de los costados húmedos 10 y de este modo a través de la parte del costado húmedo 10 que se cubre por el material absorbente 7.

30 La corriente de fluido 1 entra a los canales secos 3, mientras que la corriente de aire activo 2 entra a los canales secos 4, ambas sobre los costados secos 10 de las placas 6. La corriente de aire activo pasa a través de las perforaciones 11 en los canales del costado húmedo 5, funcionando tal y como se ha descrito anteriormente enfriando las placas 6. Anotamos que por motivos de claridad únicamente se muestran cuatro corrientes de aire que salen del enfriador 14 y solamente una entrando, pero puede haber otro número de corrientes, y pueden salir (y en esta realización preferente lo hacen) desde ambos costados del enfriador 14.

35 Las guías del canal tienen varias funciones. Además de separar las corrientes de aire 1 y 2, actúan para subdividir las corrientes de aire 1 y 2, creando de este modo una mejor distribución de la temperatura en la invención, creando canales que tienen aire más frío 1 cerca del centro de las placas 6, lo que ayuda a asegurar un flujo permanente de onda o un flujo laminar, reduciendo por consiguiente la caída de presión a través del dispositivo, y ayuda a aislar las subdivisiones paralelas de corrientes de aire 1 y 2, evitando así la transferencia paralela de calor. Finalmente, las guías del canal 8 también sirven como miembros estructurales que soportan la pila o conjunto de placas separadas 6 con la distancia adecuada.

45 La barrera 12 (visible en las Figuras 8 y 9) evita que la corriente de aire 2 salga del dispositivo a través de los canales secos 4, forzándola así a fluir a través de los canales húmedos 5. Con diferente planteamiento, la salida de los canales húmedos 5 siempre será en dirección descendente de las perforaciones. Tal y como se ha expuesto anteriormente, en realizaciones alternativa, algunos aires del producto pueden bloquearse/dividirse o puede dejarse una parte del aire activo como aire del producto de acuerdo con los requisitos y las condiciones.

50 Tal y como se ha expuesto anteriormente, la cantidad de precalentamiento que la corriente de aire activo 2 sufre, en parte es determinada por la selección adecuada de perforaciones y por el tamaño del canal. También, al igual que se ha expuesto anteriormente, el material de la placa 6 proporciona poca transferencia de calor lateral, lo que a su vez proporciona un diferencial de temperatura o gradiente lateralmente a través de la placa 6. Los reguladores de selección de canal (no mostrados) pueden emplearse de manera ventajosa para seleccionar qué subdivisiones de las corrientes 1 y/o 2 se emplean para acondicionar, permitiendo de este modo un mayor grado de enfriamiento y también proporciona un control flexible de la salida de temperatura de gas, humedad y cantidad.

60 Los ventiladores o dispositivos calefactores equivalentes se representan de modo esquemático como 19 y 20 (ver Figura 9), pero la invención es sujeto de realizaciones alternativas de la colocación del ventilador. Por ejemplo, puede emplearse un ventilador a modo de corriente forzada para proporcionar corrientes activas y de aire 1 y 2. Además, un ventilador con corriente forzada presenta ventajas frente a una corriente inducida. Debido al proceso evaporativo usando por el dispositivo, el calor parasitario añadido por el motor del ventilador a las corrientes de aire 1 y 2 se emplea de manera eficiente para evaporar agua y por lo tanto el calor ayuda en su propia eliminación, dando como resultado una pequeña diferencia en la temperatura de la corriente de aire final 1. Un ventilador con corriente forzada proporciona aire tanto a los canales de aire activo como de aire del producto de acuerdo con la caída de presión a través de cada uno de los reguladores externos que pueden emplearse. Finalmente, debido a que el aire activo y el del producto salen por diferentes salidas, son necesarios dos ventiladores para producir dos corrientes, mientras que únicamente se necesita un ventilador para forzar ambas corrientes de aire.

ES 2 324 395 T3

El enfriador 14 puede incluirse en una caja (no mostrada), y la caja puede además dirigir y controlar el flujo de aire, así como mejorarla estética del dispositivo. La caja puede estar formada por entradas y salidas para las corrientes del aire del producto y del activo, y un regulador para permitir que se controle la dirección del flujo de aire. Por ejemplo, cuando el regulador se encuentra en una primera posición, puede provocar que el enfriador funcione de manera normal, mientras que cuando el regulador se encuentra en una segunda posición, puede provocar que la corriente activa de aire caliente y humidificada se convierta en el aire del producto. Esto puede usarse junto con el aire recirculante, tal y como se ha descrito anteriormente, para proporcionar humidificación y pre-calentamiento del aire invernal.

Como en realizaciones previas, el enfriador evaporativo indirecto 14 puede emplearse junto con corrientes de aire recirculante, ruedas desecantes, placas con ondulaciones, y tratamiento del material de las placas, perforaciones y otros detalles.

Hay que mencionar que el enfriador evaporativo indirecto de la invención puede también estar formado por enfriamiento evaporativo directo e indirecto de la corriente de aire del producto 1. Una parte de los costados secos 9 puede mojarse, de modo similar a los materiales de absorberencia empleados sobre los costados húmedos 10 o de manera diferente, para causar un enfriamiento adicional de la corriente de aire del producto. La parte húmeda de los costados secos puede colocarse de manera ventajosa en dirección descendente de la parte seca de los costados secos, de modo que antes de de humidificarse en el proceso de enfriamiento por evaporación directa, la temperatura sensible de la corriente de aire del producto 1 se reduce lo máximo posible. Una ventaja particular de este orden es que por debajo de aproximadamente 65 grados F, incrementos modestos en la humedad provocan una reducción desproporcionada en temperaturas del aire, de acuerdo con las tablas psicométricas estándar. En otra realización preferente de la invención, esta parte humedecida o mojada de los costados secos constituye el 1 a 25 porcentaje final del área superficial de los canales secos 3.

La Figura 10 es una representación en perspectiva tridimensional y esquemática de una octava realización de la invención, que muestra el flujo de gas y una reserva de agua.

La placa enfriadora evaporativa 6 tiene costados secos 9, costados húmedos 10, corriente de aire de producto 1 y corriente de aire activo 2, así como una reserva de agua. En esta realización, no se necesita una bomba de agua o piezas absorbentes de alimentación porque el material de absorberencia de los costados húmedos 10 está directamente colocado en la reserva de agua 17. Sin embargo, la anchura de la placa 6 se limita a la altura máxima de absorberencia del material absorbente a menos que las placas estén inclinadas, tal y como se ha descrito anteriormente, ya que la pendiente también permite más absorberencia eficiente. Esta realización es también un ejemplo de un enfriador evaporativo indirecto de la invención, que usa gases del tubo de escape de solamente un costado de las placas.

En la Figura 8, las dos alas de los centros se extienden hacia fuera y hacia arriba desde el centro. En el centro, tal y como se muestra en una placa con absorberencia alimentadora que comunica el líquido empleado para el enfriamiento evaporativo en los canales húmedos con las capas de material absorbente del centro.

En la Figura 8, el ángulo de las alas se encuentra en dirección ascendente, entre aproximadamente 0 grados y +10 grados. Se ilustra una alternativa en la Figura 12, donde las alas tienen un ángulo en dirección descendente desde el centro, también dentro del rango aproximado de pendiente de 0 grados a -10 grados.

La selección de alas en pendiente ascendente y descendente también incluirá una selección de material absorbente en las superficies húmedas de las capas, de modo que el líquido se mueve sobre toda la superficie del material absorbente de cada placa.

La ventaja de la pendiente descendente es que el líquido alcanzará más fácilmente los bordes debido al ímpetu añadido de gravedad. Esto ayudará a la reducción en la construcción a escala de los bordes que pueden darse con líquidos que tienen contenido mineral.

La ayuda añadida de gravedad (o alas con pendiente descendente) consiste en que permite una mayor longitud de las alas que van a humedecerse desde el material absorbente central y se realizará de manera más rápida.

El potencial de agua en exceso que se recoge en los bordes externos de las alas en un núcleo con pendiente descendente, consisten en las pequeñas gotas que se formarán. Así mismo, cuando el líquido en exceso se está enfriando, el enfriamiento innecesario del líquido disminuye la eficiencia del enfriador evaporativo. Para minimizar el exceso de agua, el material absorbente sobre las capas será menos poroso que el absorbente de alimentación.

Las alas con ángulo ascendente, Figura 8, no tendrán el exceso de agua que se recoge en los bordes de las capas. Lo más probable es que no llegue la suficiente agua a los bordes externos, dando como resultado una potencial pérdida de enfriamiento y la formación de minerales en los bordes secos.

Las realizaciones de las placas absorbentes de alimentación 13, mostradas en las Figuras 13, 14 y 15, son mejoras de una placa absorbente sólida de alimentación. El propósito de los canales o ranuras 50, en la Figura 13, los agujeros 51, en la Figura 14, o el sándwich 52, en la Figura 15, es permitir un movimiento más rápido del líquido desde la parte superior, donde se introduce el líquido a la placa absorbente de alimentación, a la parte inferior y por lo tanto humedece

ES 2 324 395 T3

más rápidamente el material absorbente del núcleo. Los métodos alternativos para llevar a cabo la distribución pueden incluir varillas 57 situadas a lo largo de los costados del absorbente de alimentación (Ver Figura 12).

5 Los canales, agujeros y los núcleos más porosos de estas realizaciones permitirán que el líquido se mueva a través de la placa absorbente de alimentación y, por lo tanto, ayudar a la distribución del líquido evaporativo.

10 Los canales, agujeros o núcleos no tienen por qué extenderse por todo el recorrido hasta el fondo de la placa absorbente de alimentación, ya que esto permitirá que el líquido pase fácilmente a través de estos pasos antes de mojar el absorbente de alimentación.

15 La Figura 16 ilustra un conjunto de secciones de núcleo con un hueco 55 entre las secciones adyacentes. Este hueco realiza una función de división de las corrientes de aire canalizado en discretos segmentos. Esto, a su vez, reduce la acumulación de capas divisorias en los canales, que evita la eficiente transferencia de calor. Donde los canales son pequeños o la velocidad es inferior, el fluido tiende a tener un flujo laminar. En la capa divisoria junto a la placa en los canales secos la velocidad de transferencia de calor es más baja. La capa divisoria es nula a la entrada de la placa y crece hasta una cantidad con estado estable en las primeras pulgadas. Por lo tanto, la velocidad de transferencia de calor es significativamente más alta en la entrada a cualquier canal y reduce exponencialmente la cantidad de estado estable.

20 Una realización del sistema de reserva es mostrada en la Figura 16 y en la Figura 17 junto con los núcleos y las placas absorbentes de alimentación.

25 La reserva superior 60 proporciona el líquido a la placa absorbente de alimentación. Una válvula alimenta la reserva superior transporta el líquido apropiado. Cuando la reserva alimenta a la pieza absorbente de alimentación, el exceso de líquido pasa a la reserva inferior 61.

Una válvula flotante 62 se sitúa sobre el nivel en la reserva inferior para activar la válvula suministradora 63 para la reserva superior.

30 Cuando la pieza absorbente lleva el líquido al material absorbente sobre las capas del núcleo, la reserva superior 60 es drenada. Si hay más líquido evaporado que exceso de líquido drenando a la reserva inferior 61, el flotante 62 será más bajo. Según se va reduciendo activa la válvula de suministro 63 para añadir más líquido a la reserva superior 60.

35 Como existe un exceso de líquido alimentado a la placa absorbente de alimentación 13, más líquido del que puede evaporarse, el exceso se recoge en la reserva inferior 61, que eleva el flotante y a su vez cierra la válvula de suministro a la reserva superior. Este sistema no requiere un suministro continuo de agua desde la reserva inferior de modo que puede detectar el agua que entra al sistema. Este drenaje también ayuda a prevenir la concentración mineral.

40 De este modo, la velocidad de evaporación determina la necesidad de añadir o disminuir líquido al núcleo absorbente de alimentación.

45 Las características añadidas incluirían un drenaje sobre el flujo 65, sistema de corte de frío y drenaje 65. Un termostato puede activar el suministro de líquido a la reserva en cualquier de los sistemas comúnmente fijados.

50 El uso de plástico, celulosa u otros materiales flexibles puede no ser adecuado para las membranas de transferencia de calor en algunas aplicaciones donde el aire refrigerado o vapor se condensa con presiones y enfriamiento indirecto. Los canales para el fluido de productos pueden necesitar un metal como aluminio u otras estructuras rígidas y con paredes, como tubos con las paredes con una superficie para intercambio de calor.

Pre-condensando y enfriando los refrigerados con enfriamiento indirecto como el descrito en la invención, se necesitan eficiencias de menor presión para comprimir los gases refrigerantes durante sus ciclos y así se ahorra acumulación de calor y uso de energía.

55 El uso de núcleos como los descritos es más eficiente y menos costoso que la torre de enfriamiento y como tal es capaz de incorporarlo en sistemas residenciales.

60 La invención y las realizaciones aquí descritas son susceptibles de equivalentes, alteraciones y adiciones sin partir del alcance de la invención. Esta descripción no limita ese alcance que está determinado por las siguientes reivindicaciones.

65

ES 2 324 395 T3

REIVINDICACIONES

1. Una placa (6) para intercambio de calor y enfriamiento evaporativo indirecto de al menos una corriente de fluido, consistiendo la placa en:

a) un costado seco (9) que tiene baja permeabilidad a un líquido evaporativo; y

b) un costado húmedo (10) diseñado para que tenga húmeda dicha superficie del costado húmedo por la acción de un líquido evaporativo;

donde el costado seco de la placa forma al menos un primer canal (4) para guiar la corriente de gas activo (2) y segundos canales (3), generalmente en paralelo con respecto al primer canal, para guiar una corriente fluida del producto (1); y **caracterizado** por el hecho de que la placa además forma al menos una perforación (11) a través de la placa en el primer canal para permitir que la corriente activa sea transferida al costado húmedo de la placa.

2. La placa de la reivindicación 1, que además comprende terceros canales (5) sobre el costado húmedo de la placa orientados en una dirección diferente a la dirección en paralelo al primer canal sobre el costado seco de la placa.

3. La placa de la reivindicación 2, donde los segundos canales se orientan en ángulo hacia los terceros canales, de tal modo que la dirección del flujo de fluidos a través del costado seco de la placa es sustancialmente perpendicular a la dirección de flujo de gases a través del costado húmedo de la placa.

4. La placa de la reivindicación 3, donde la placa está formada por un material que tiene un bajo índice de transferencia de calor, pero con una fina sección transversal que permite que el calor se transfiera fácilmente desde el costado seco al costado húmedo, incluso con el bajo índice de transferencia de calor del material.

5. La placa de la reivindicación 2, donde los canales ayudan en el flujo laminar a través de al menos un costado de la placa.

6. La placa de la reivindicación 2, donde los canales están formados por un conjunto de estrías extendidas en paralelo en dirección del flujo de la corriente de gas activo a través de la placa o por ondulaciones de la placa.

7. La placa de la reivindicación 1, donde la perforación es una de las formas pertenecientes al grupo consistente en formas redondas o poligonales que tiene esquinas redondeadas.

8. La placa de la reivindicación 1, donde la placa se encuentra orientada de modo inclinado en un ángulo de desde -10 a +10 grados desde el plano horizontal.

9. La placa de la reivindicación 8, que además está formada por una reserva (17) de agua, donde el borde más inferior de la placa está en contacto con el agua.

10. Un enfriador evaporativo indirecto (14) que está formado por:

a) una placa (6) que tiene costados secos (9) y húmedos (10), estando el costado húmedo diseñado para estar húmedo al menos parcialmente por un líquido evaporativo, formando además la placa al menos un primer canal (4) para guiar una corriente de gas activo (2) a través del costado seco de la placa, segundos canales para guiar una corriente fluida del producto (1) a través del costado seco de la placa, y terceros canales (5) para guiar la corriente de gas activo a través del costado húmedo de la placa; y **caracterizado** por

b) una perforación (11) a través de la placa en el área del primer canal sobre el costado seco, donde la corriente activa puede fluir a través de la perforación desde el costado seco hasta el costado húmedo y fluir a través del costado húmedo;

donde, en la práctica, la placa transfiere calor a la corriente de gas activo sobre el costado húmedo por enfriamiento evaporativo indirecto y enfría la placa y la corriente del producto y la corriente de gas activo fluyendo sobre el costado seco.

11. El enfriador evaporativo de la reivindicación 10, que además está formado por una segunda placa, incluyendo la segunda placa:

a) la segunda placa tiene costados secos y húmedos, el costado húmedo está diseñado para humedecerse al menos por un líquido evaporativo, la segunda placa forma además al menos un primer canal para guiar una corriente de gas activo a través del costado seco de la placa, segundos canales para guiar una corriente fluida de producto a través del costado seco de la placa, y terceros canales para guiar la corriente de gas activo a través del costado húmedo de la placa; y

ES 2 324 395 T3

b) una perforación a través de la placa en el área del primer canal sobre el costado seco, donde la corriente activa puede fluir a través de la perforación desde el costado seco hasta el costado húmedo y fluir a través del costado húmedo;

5 donde, en la práctica, la segunda placa transfiere calor a la corriente de gas activo sobre el costado húmedo por enfriamiento evaporativo directo y enfría la segunda placa y la corriente del producto y las corrientes de gas activo fluyen sobre el costado seco;

10 donde la segunda placa está alineada en paralelo con la primera placa, espaciadas entre sí, y orientado de tal modo que tiene los costados húmedos de la primera y segunda placa opuestos entre sí, y donde además, en la práctica, la corriente de gas activo procedente del costado seco de la primera y segunda placa fluye a través de las perforaciones al espacio que separa las placas sobre los costados húmedos; y

15 donde, en la práctica, el fluido del producto pasa a través y se enfría sobre los costados secos de la primera y segunda placa.

12. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, donde el espacio entre las placas se elige para minimizar la caída de presión de los gases que fluyen entre las placas.

20 13. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 12, donde el espacio entre las placas se elige además para que sea entre 1.4 y 3.5 milímetros.

25 14. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 13, donde el espacio entre las placas se elige además para que se sitúe en uno de los rangos en el grupo consistente en: 1.50 a 1.85 milímetros, 2.00 a 2.35 milímetros, 2.10 y 2.90 milímetros y 3.10 y 3.50 milímetros.

30 15. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, donde al menos una perforación a través de cada placa se encuentra compensado de una perforación a través de otra placa.

35 16. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, donde uno o más canales sobre el costado seco se encuentran orientados en un ángulo hacia uno o más canales sobre el costado húmedo de tal modo que la dirección del flujo de los fluidos a través de los costados secos de las placas es sustancialmente perpendicular a la dirección del flujo de gases a través del costado húmedo de las placas.

40 17. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, que además incluye un elemento para deshumidificar la corriente del producto y la corriente activa antes de fluir a través de los costados secos de las placas.

45 18. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, que además incluye un humidificador desecante (25) y medios para pasar al menos una de las corrientes, la corriente del producto o la corriente activa, a través del deshumidificador desecante antes de fluir a través de las placas.

50 19. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, donde la corriente del producto recircula desde el espacio que se pretende enfriar para reutilizarse como corriente activa y/o la corriente del producto.

55 20. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, que además comprende una barrera (12) dimensionada y configurada para evitar que la corriente activa salga del enfriador evaporativo indirecto antes de pasar a través de las perforaciones.

21. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, donde los canales están formados por:

60 un conjunto de estrías que se extienden en paralelo a la dirección del flujo de corriente activa a través de los costados de las placas y las superficies opuestas de placas adyacentes; o

ondulaciones de las placas.

65 22. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, útil en el enfriamiento de un espacio o en la ayuda al calentamiento o humidificación del espacio, que además comprende:

un regulador de control de ciclo que tiene una primera y una segunda posición de tal modo que cuando el regulador del control de ciclo está en la primera posición, la corriente de gas activo es expulsada a la atmósfera y la corriente del producto es dirigida a enfriar el espacio, y cuando el regulador del control de ciclo está en la segunda posición, la corriente del producto es expulsada a la atmósfera y la corriente activa se dirige a calentar y humidificar el espacio.

70 23. El enfriador evaporativo indirecto de la reivindicación 11, que además incluye un ventilador (20) colocado de tal modo que provoca el movimiento de la corriente del producto y de las corrientes de gas activo.

24. Un método de enfriamiento evaporativo indirecto que comprende los siguientes pasos:

a) proporcionar una superficie de transferencia de calor que tiene perforaciones;

ES 2 324 395 T3

b) humedecer o mojar una parte de la superficie de transferencia de calor con un líquido evaporativo, formando de este modo una porción húmeda y una parte seca;

c) tener un paso de gas a través de la superficie de transferencia de calor desde la parte seca a la parte húmeda;

d) pasar una corriente con fluido de producto a través de la parte seca de la superficie de transferencia de calor donde se encuentran las perforaciones;

e) pasar una corriente de fluido de producto a través de la parte seca de la superficie de transferencia de calor para enfriarse y usarse;

f) fluir la corriente activa a través de las perforaciones en la superficie de transferencia de calor hasta la parte húmeda de la superficie de transferencia de calor;

g) enfriar la superficie de transferencia de calor evaporando el líquido evaporativo en la corriente activa sobre la parte húmeda de la superficie de transferencia de calor; y

h) enfriar la corriente del producto y la corriente activa entrando en contacto con la superficie de transferencia de calor enfriada en la parte seca.

25. El método de la reivindicación 24 que además comprende los siguientes pasos:

a) utilizar una placa para la superficie de transferencia de calor, donde un costado de la placa forma la parte húmeda y el otro costado de la placa forma la parte seca;

b) proporcionar dos o más placas adyacentes, espaciadas, y generalmente en paralelo;

c) posicionar placas adyacentes siendo sus costados opuestos del mismo tipo, bien ambos costados húmedos o bien ambos costados secos;

d) proporcionar guías secas en el espacio entre las partes secas de las placas adyacentes y guiar el fluido de la corriente del producto y la corriente activa en el interior de las guías secas, manteniendo la corriente del producto separada de la corriente activa;

f) proporcionar guías húmedas en el espacio entre las partes húmedas de las placas adyacentes, no siendo paralelas las guías húmedas a las guías secas, y guiar la corriente activa en el interior de las guías húmedas tras haber pasado por las perforaciones.

26. El método de la reivindicación 25 que además incluye el paso de distribuir el líquido a las partes húmedas por medio de una capa absorbente sobre las partes húmedas de las placas.

27. El método de la reivindicación 26 que además incluye el paso de proporcionar una capa sobre la parte seca que es impermeable al líquido evaporativo.

28. El método de la reivindicación 26 que además incluye el paso de facilitar líquido evaporativo a la capa absorbente de las placas a través de una pieza absorbente de alimentación.

29. El método de la reivindicación 28 que además incluye los pasos de proporcionar una reserva y facilitar un líquido evaporativo a la pieza absorbente de alimentación de la reserva.

30. El método de la reivindicación 29 que además incluye el paso de localizar la reserva al menos:

en la parte superior de la pieza absorbente de alimentación; o

en la parte inferior de la pieza absorbente de alimentación.

31. El método de la reivindicación 28 que además incluye el paso de colocar el costado húmedo de las placas lo más cerca posible de las perforaciones en comunicación líquida con la pieza absorbente de alimentación.

32. El método de la reivindicación 28 donde la pieza absorbente de alimentación es una placa.

33. El método de la reivindicación 32 donde la placa absorbente de alimentación comprende un sándwich de dos materiales diferentes, teniendo el material externo menos porosidad que el material interno.

34. El método de la reivindicación 32 que además incluye el paso de proporcionar medios en la pieza absorbente de alimentación para descargar el líquido evaporativo de manera rápida a los bordes de la pieza absorbente de alimentación que se encuentran más alejados de la reserva.

ES 2 324 395 T3

35. El método de la reivindicación 25 donde las guías sobre la parte seca discurren en dirección paralela al borde de la placa más cercano a las perforaciones.

5 36. El método de la reivindicación 24 donde las guías sobre la parte húmeda discurren en una dirección que no es paralela a las guías sobre la parte seca.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

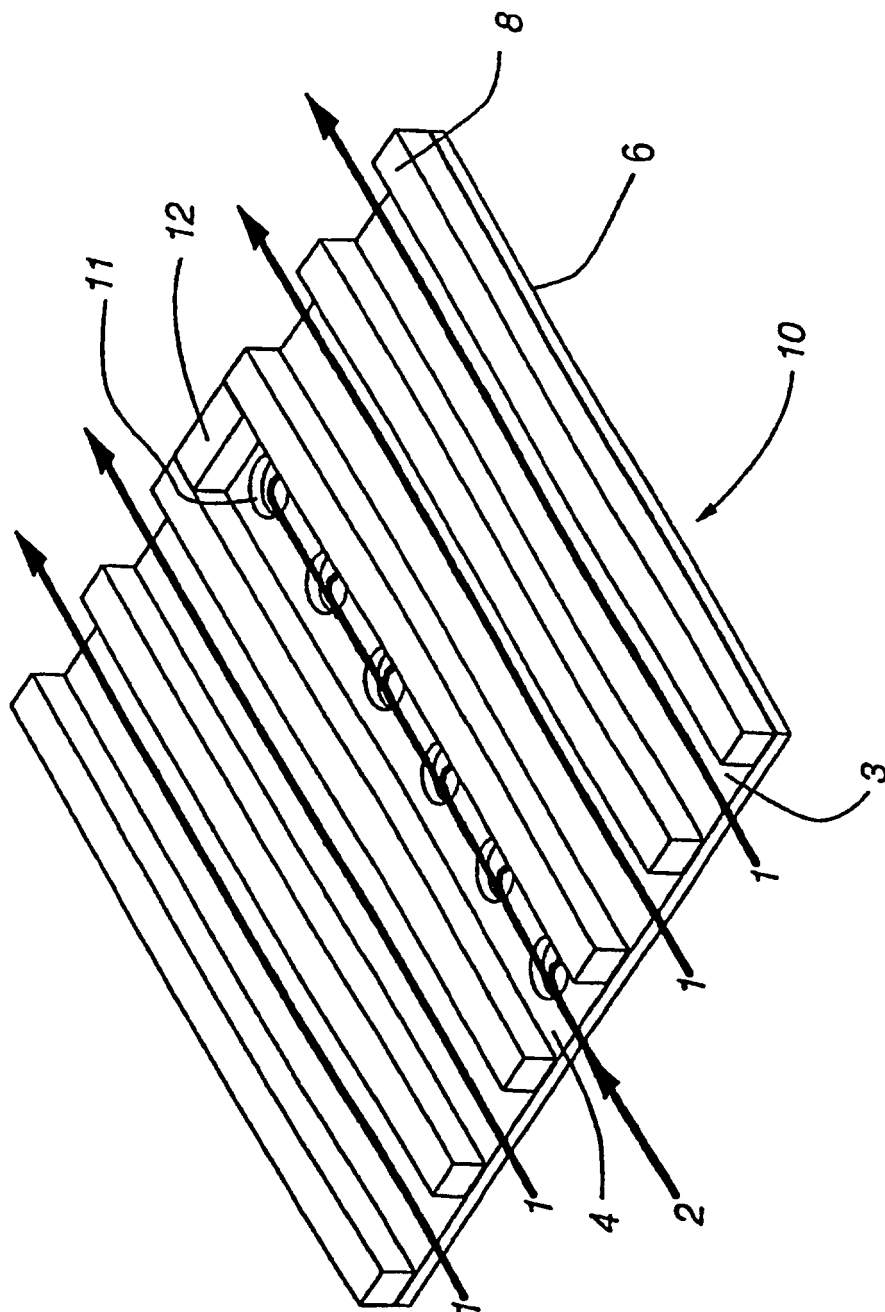


Fig. 1A

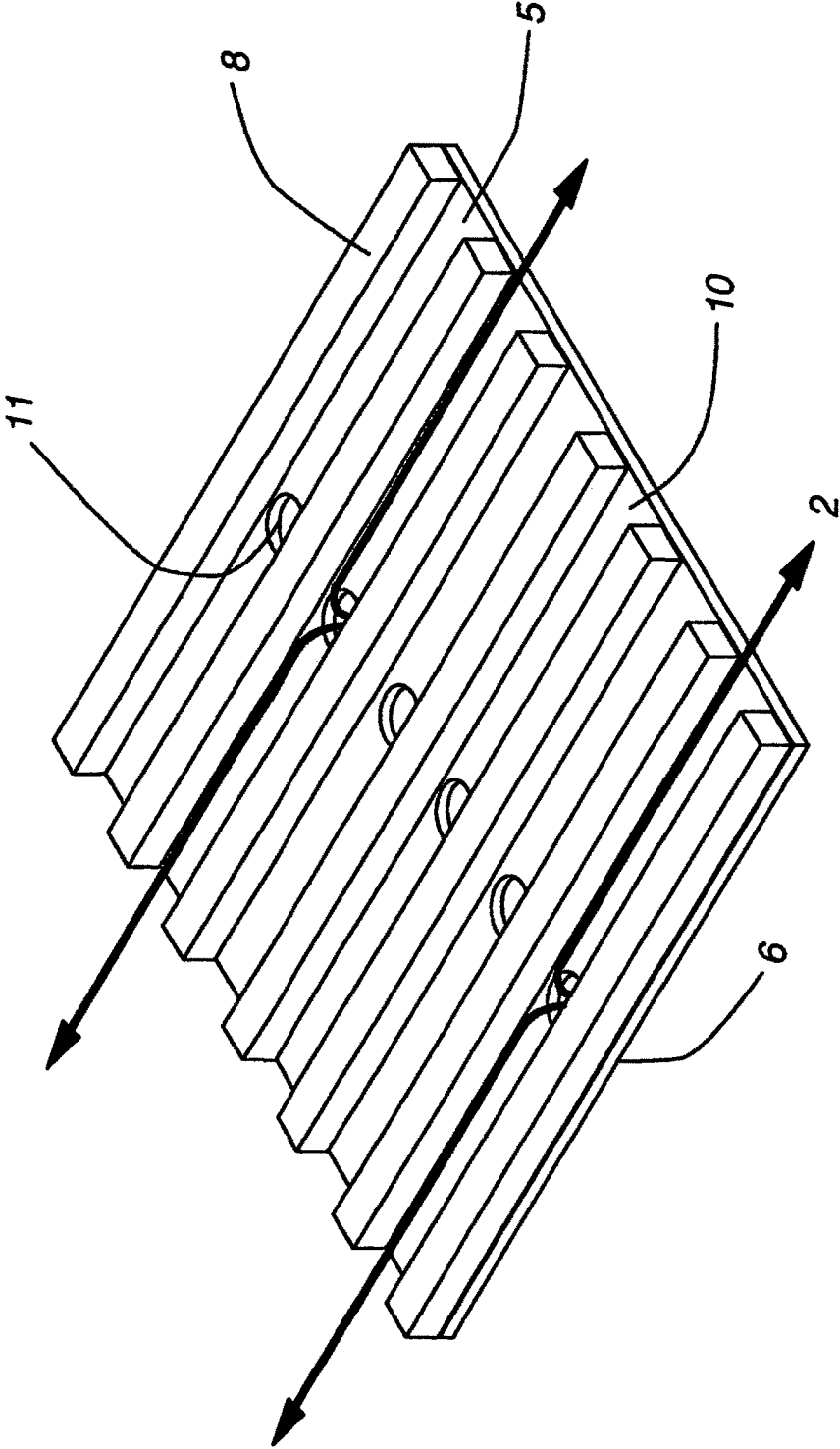


Fig. 1B

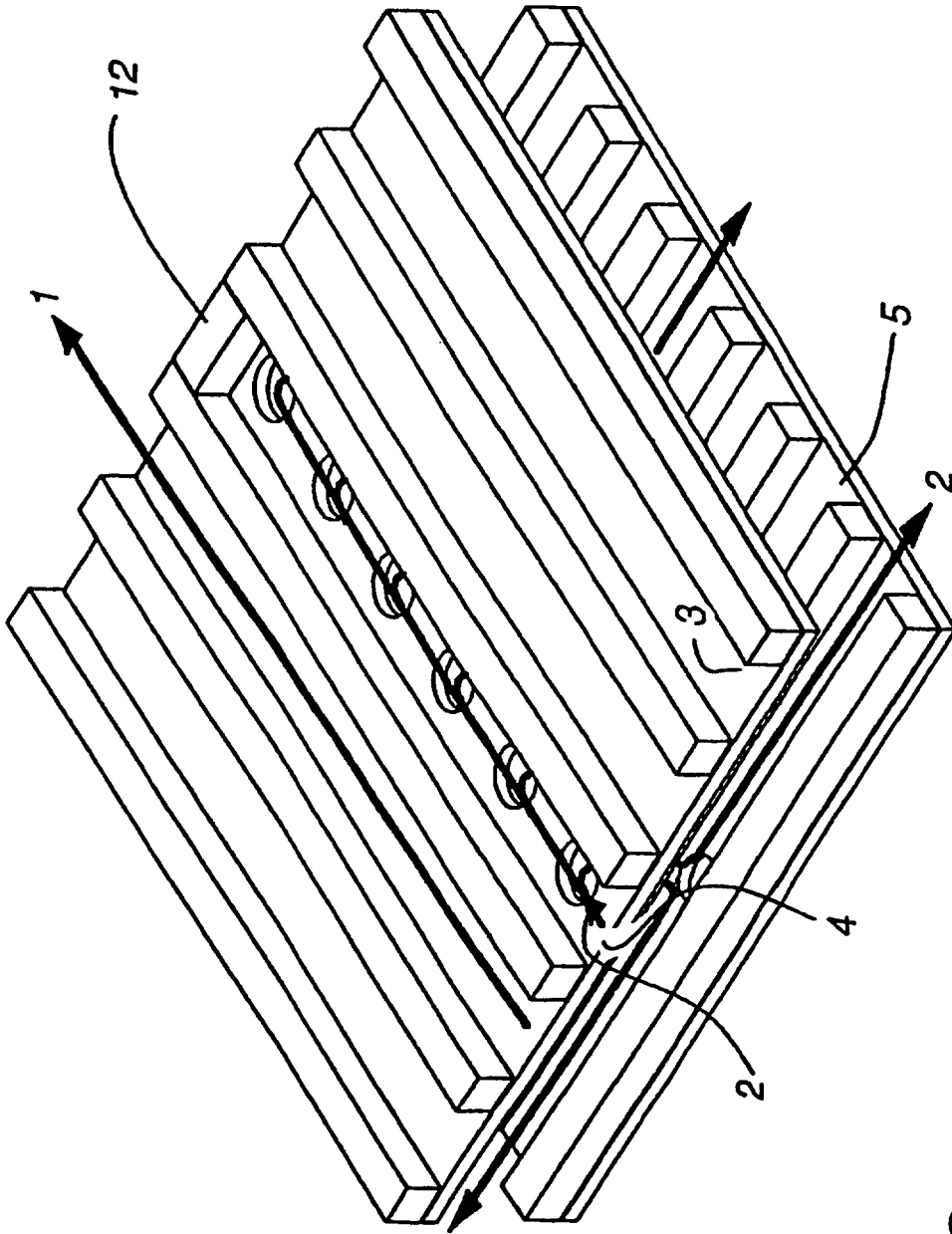


Fig. 1C

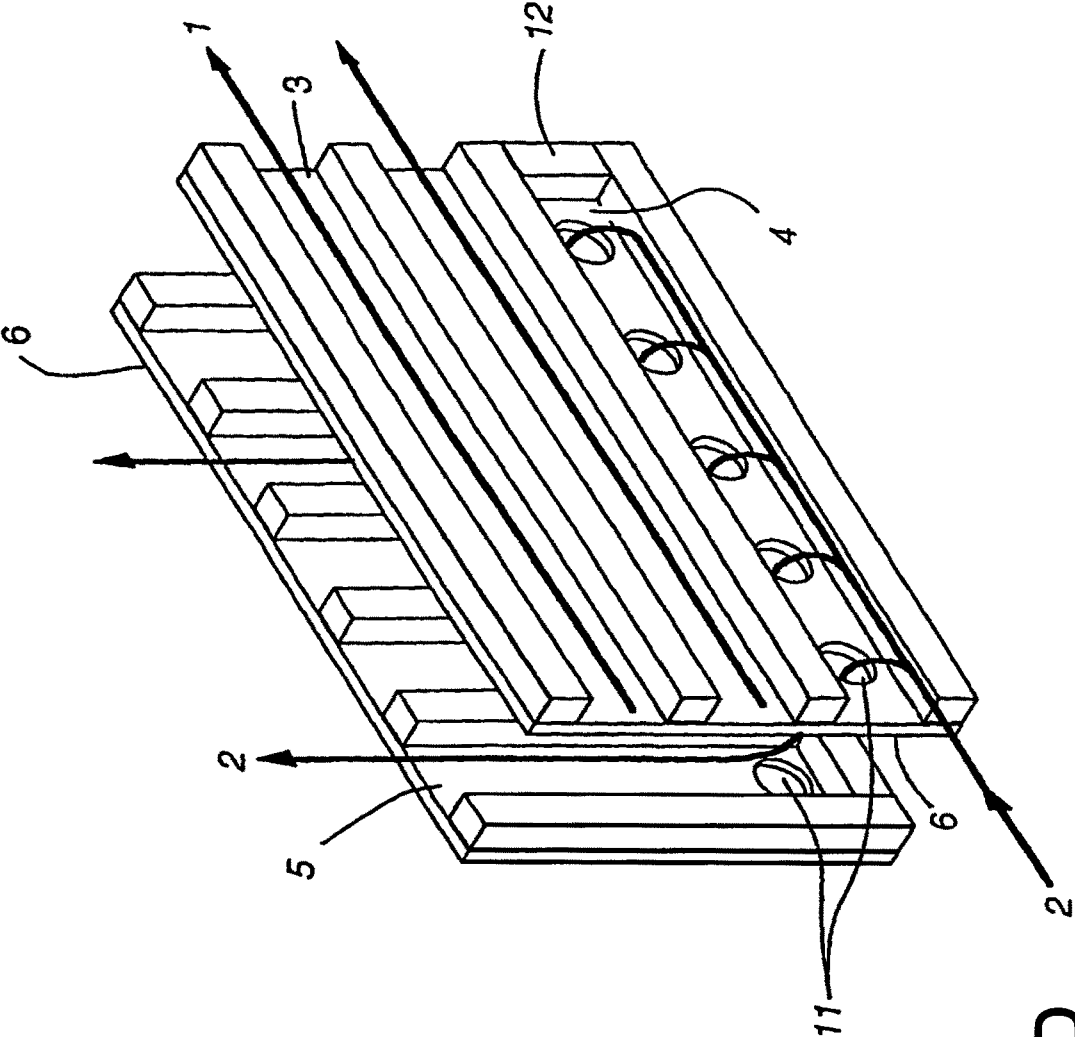


Fig. 1D

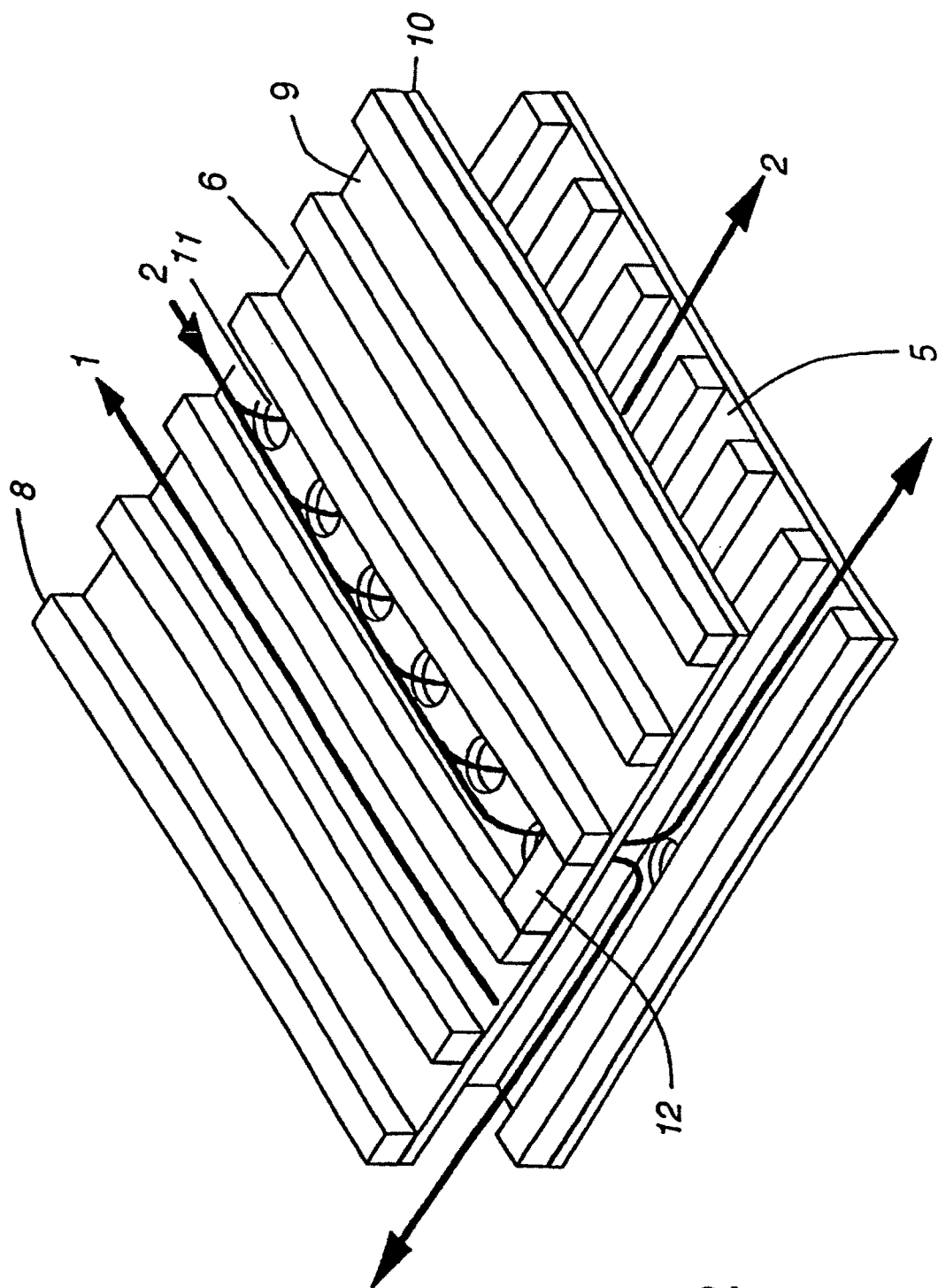


Fig. 2

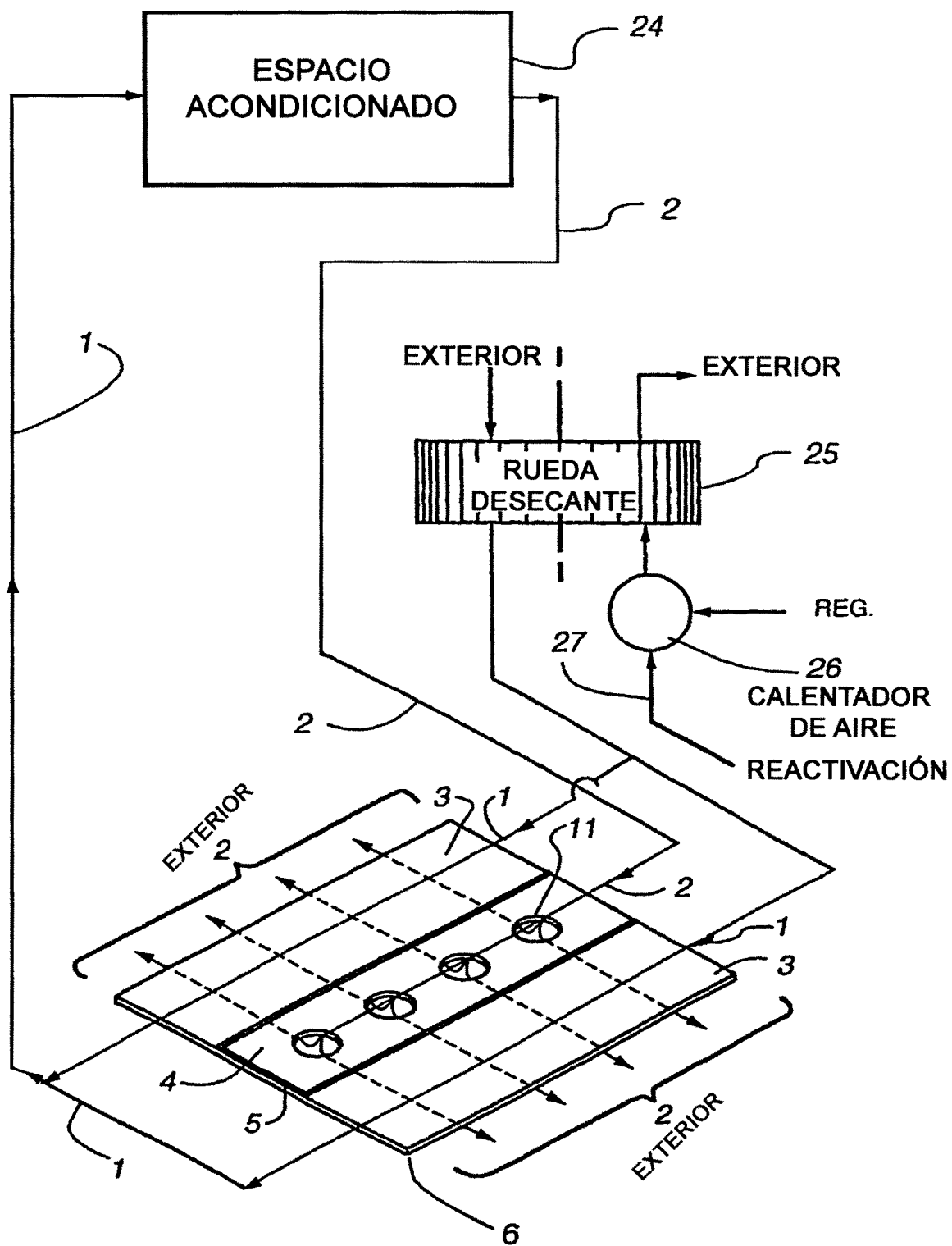


Fig. 3

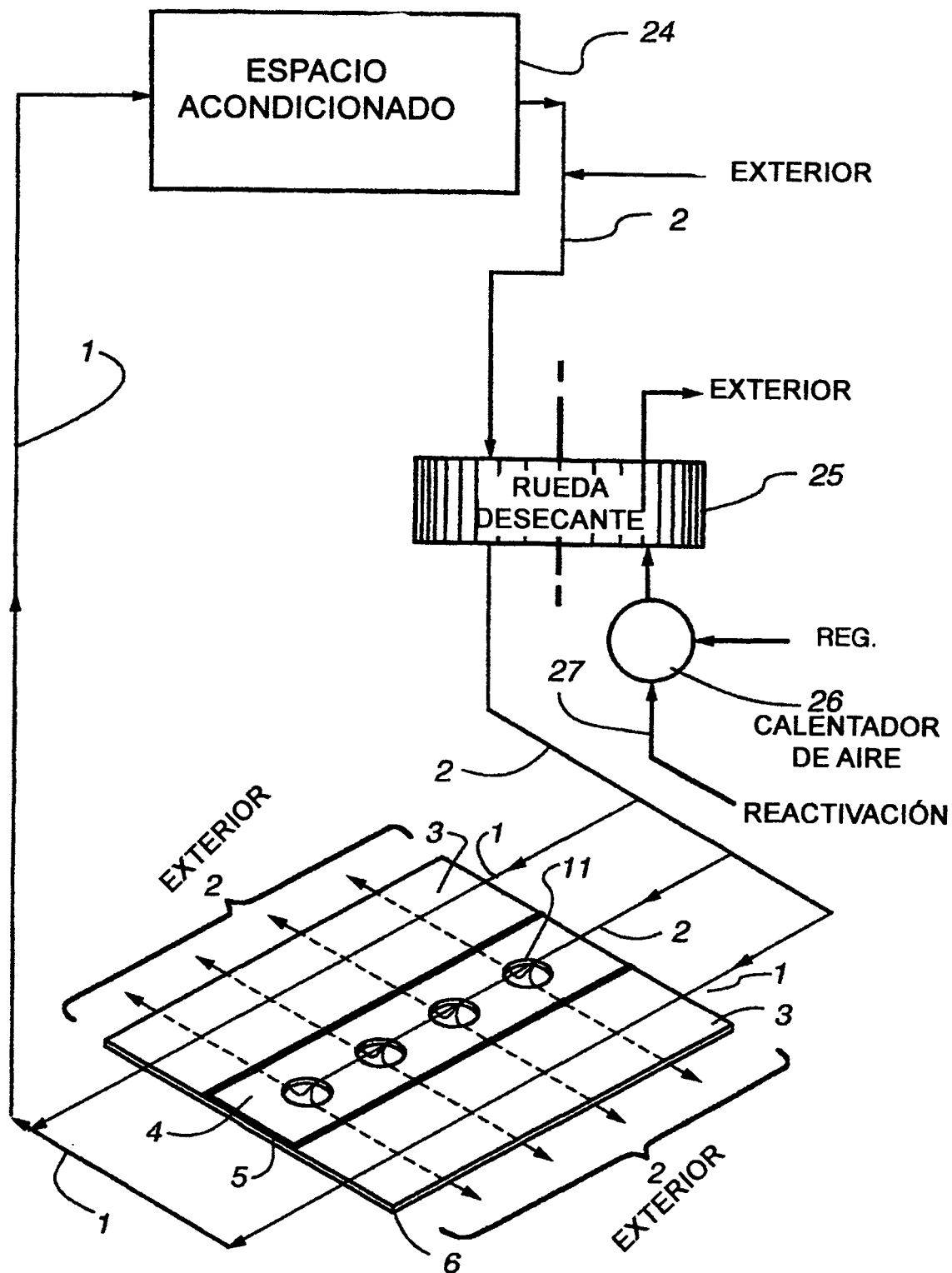


Fig.4

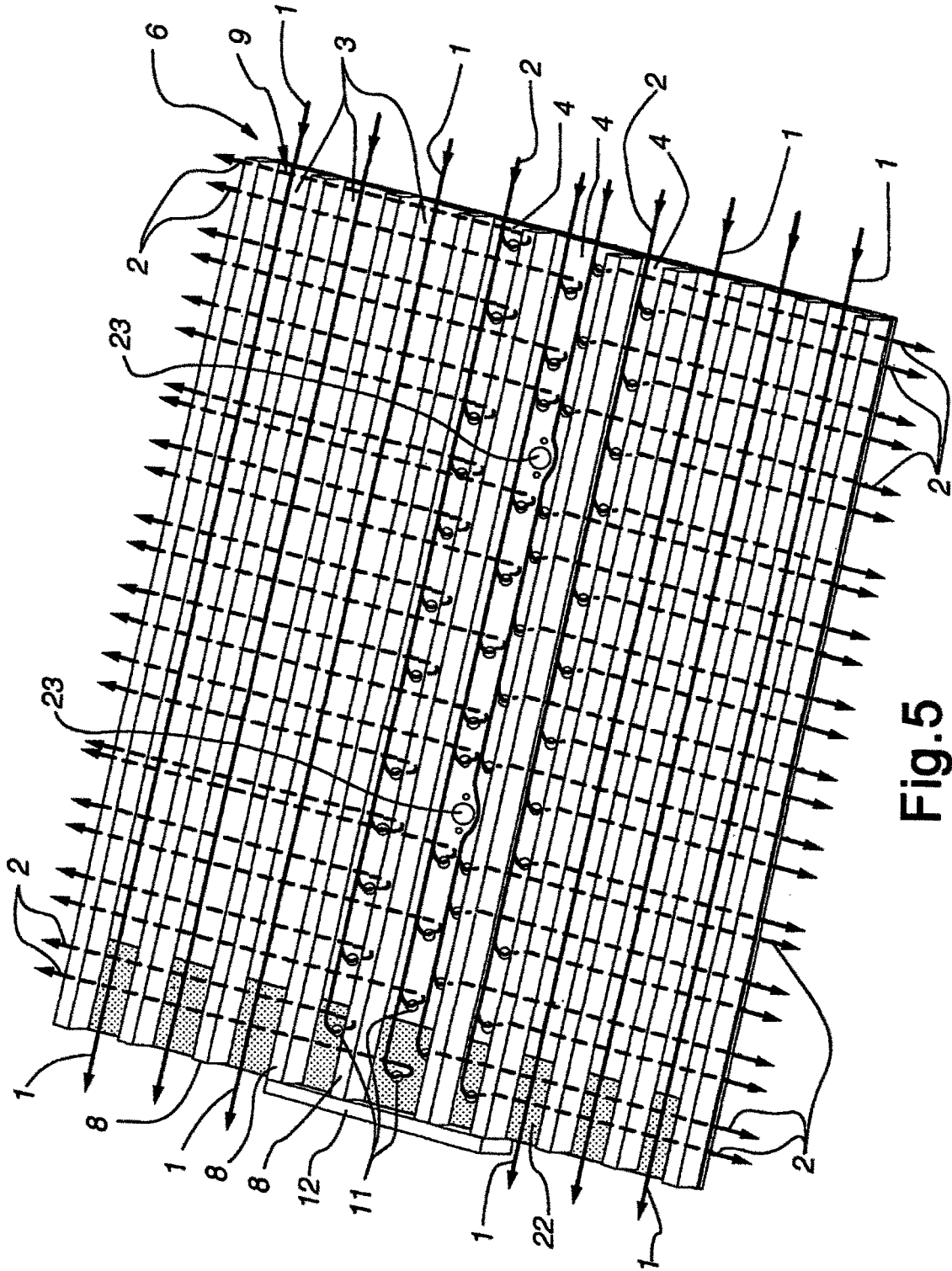


Fig.5

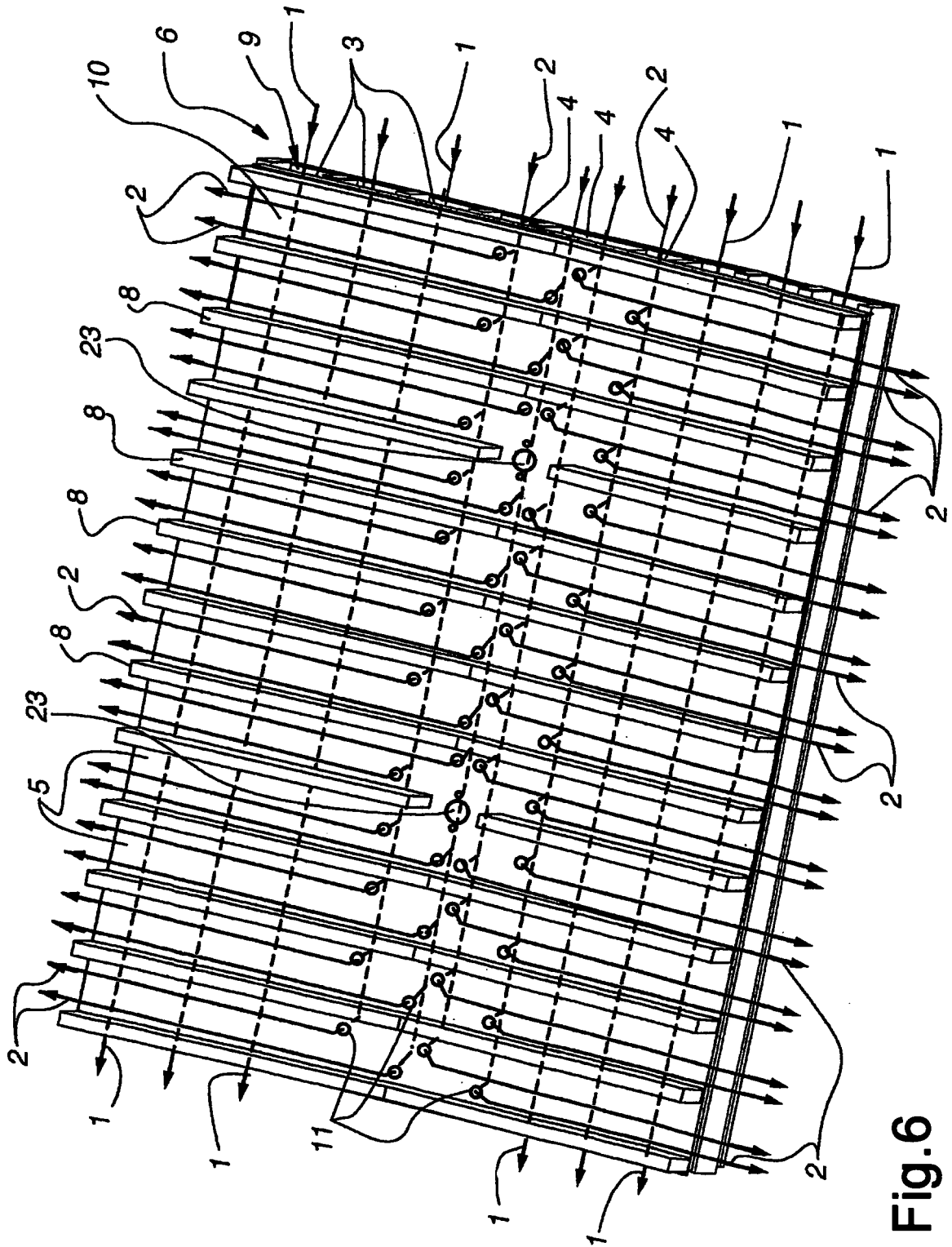


Fig.6

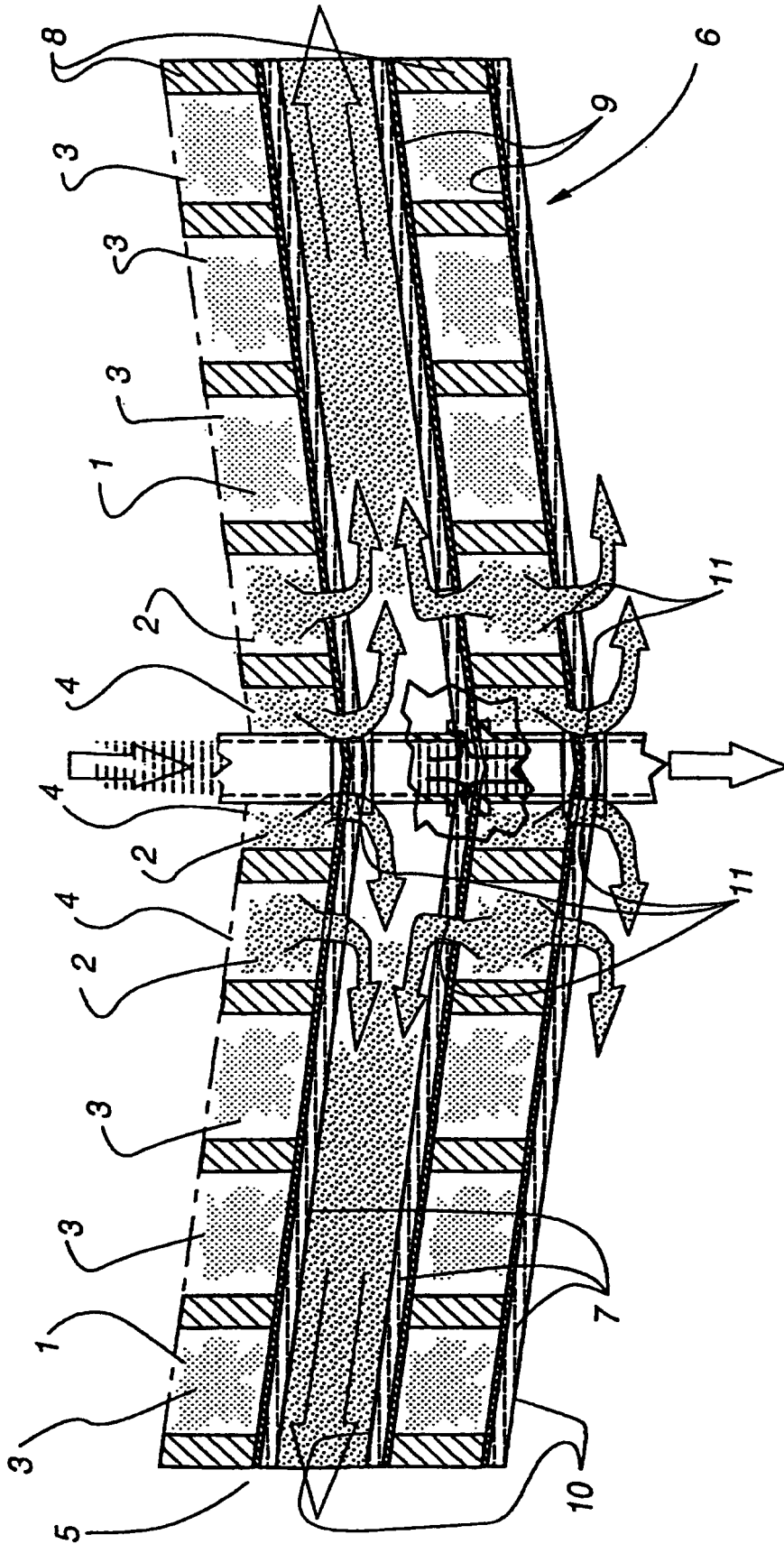


Fig.7

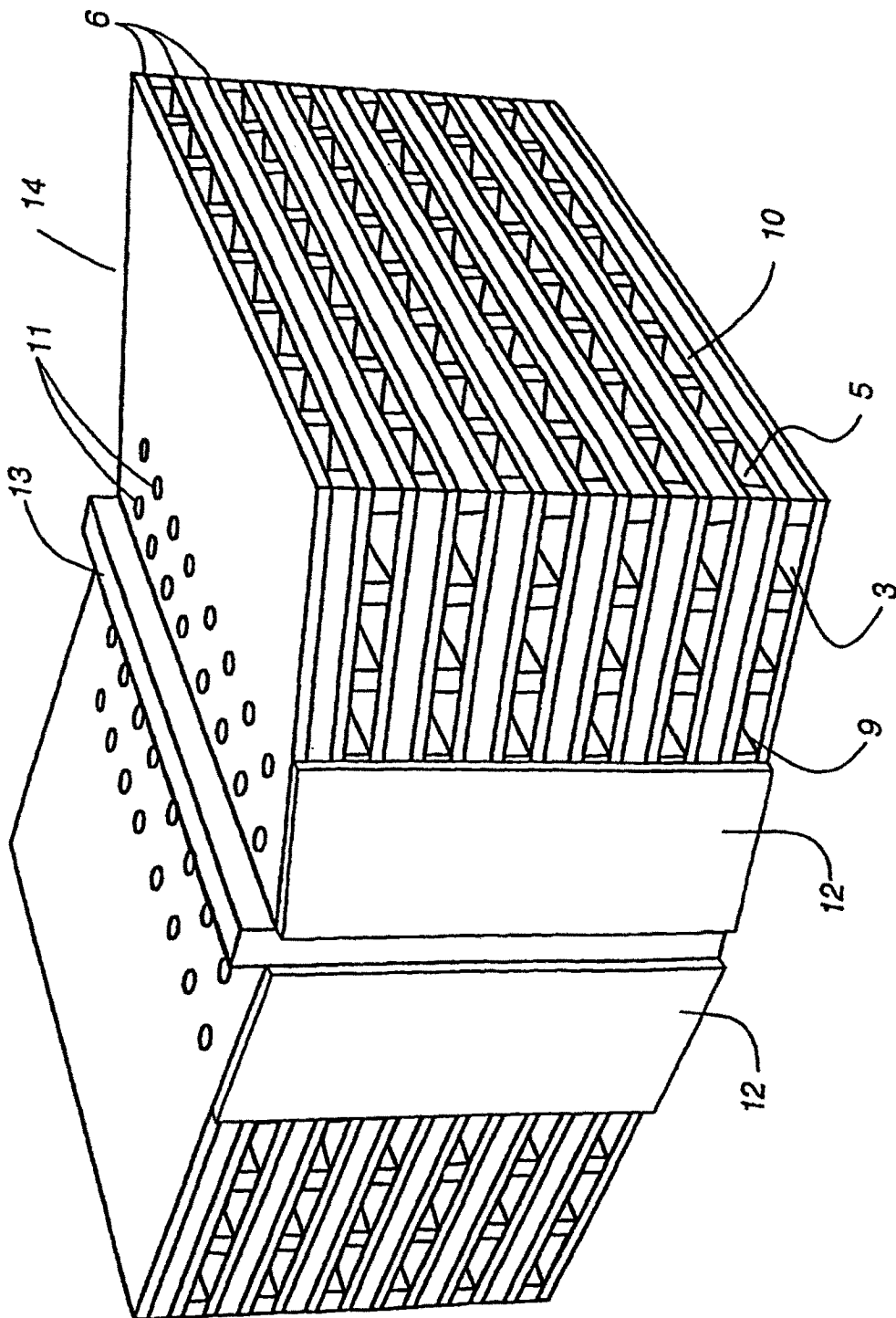


Fig.8

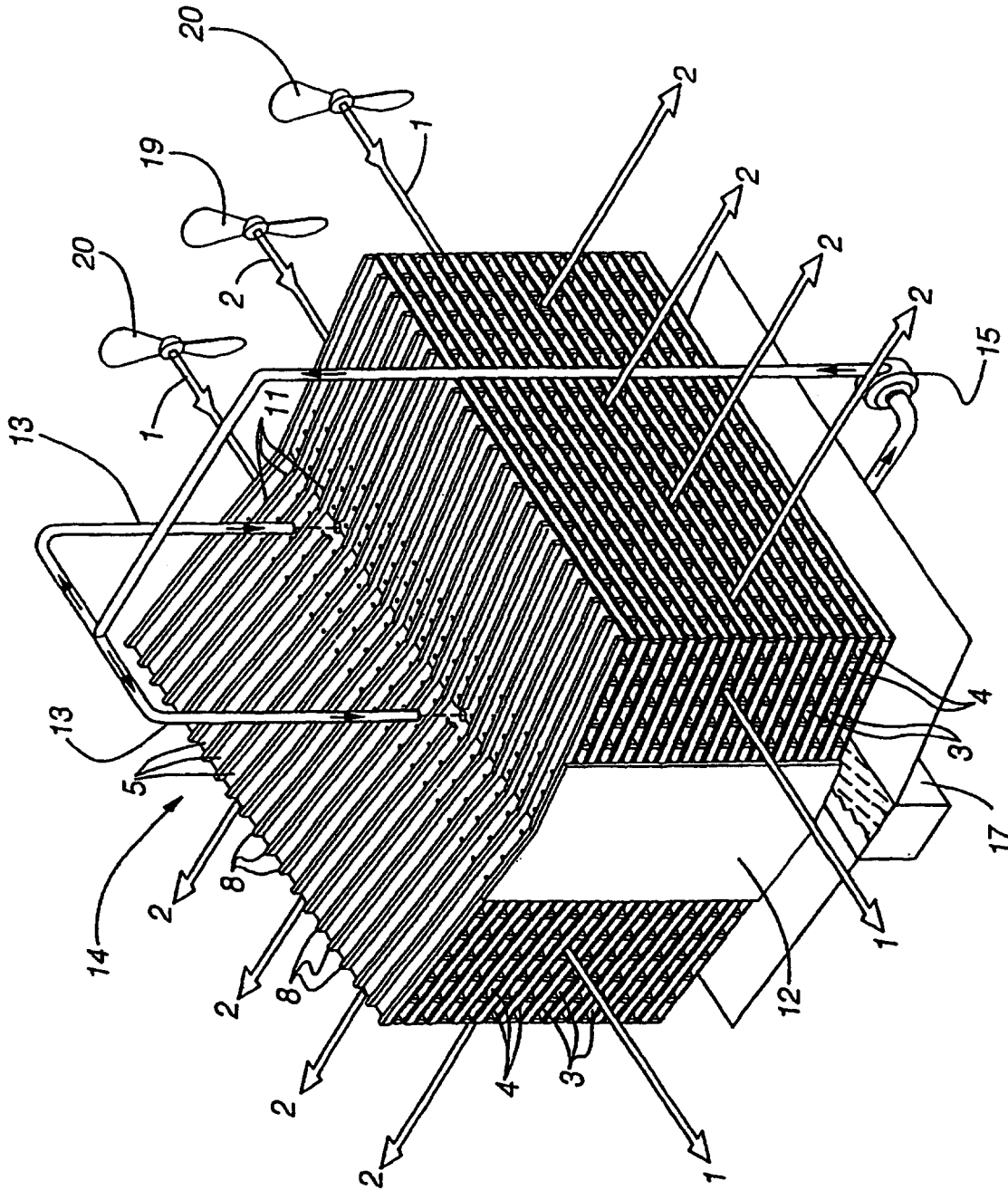


Fig.9

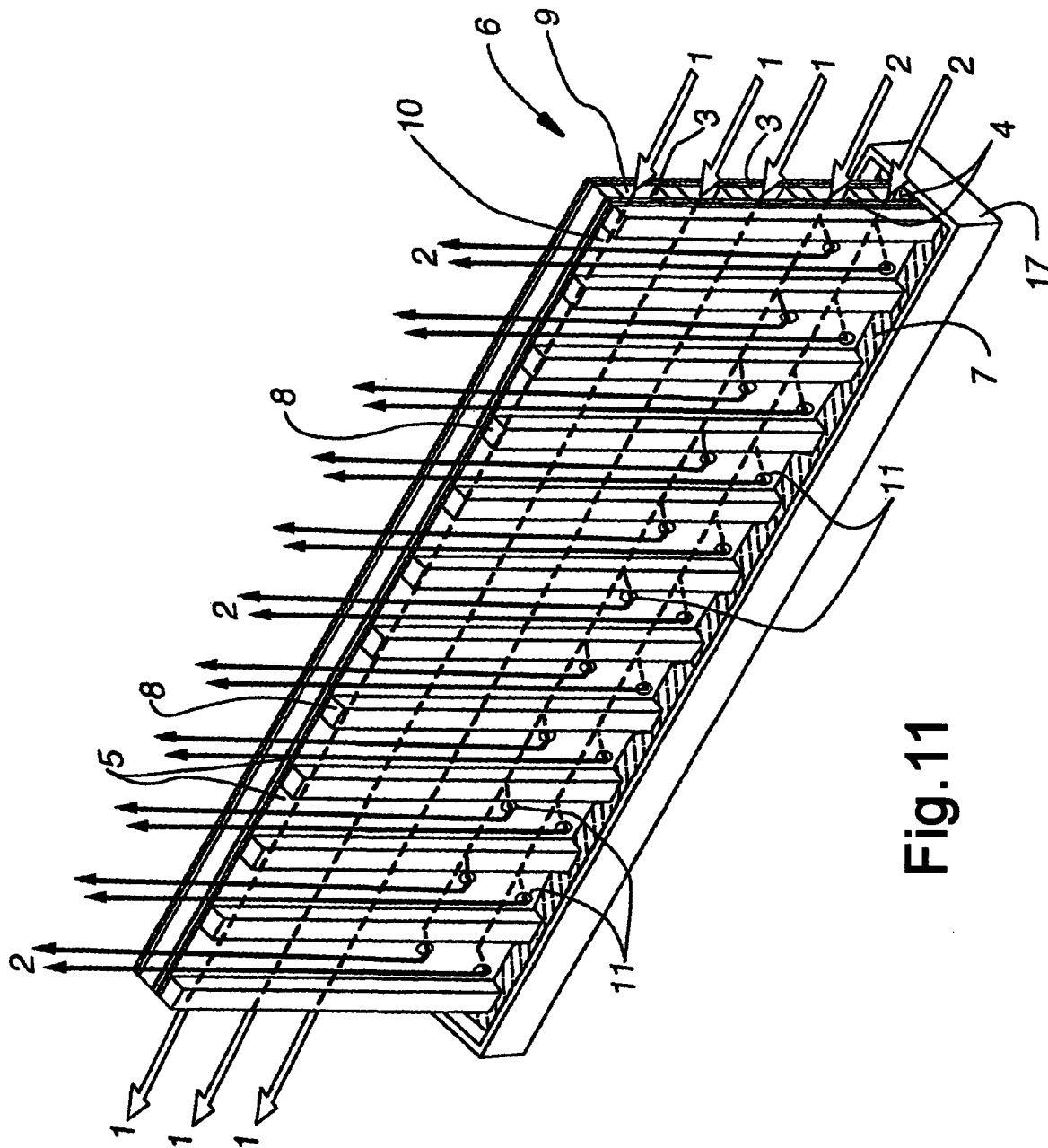


Fig.11

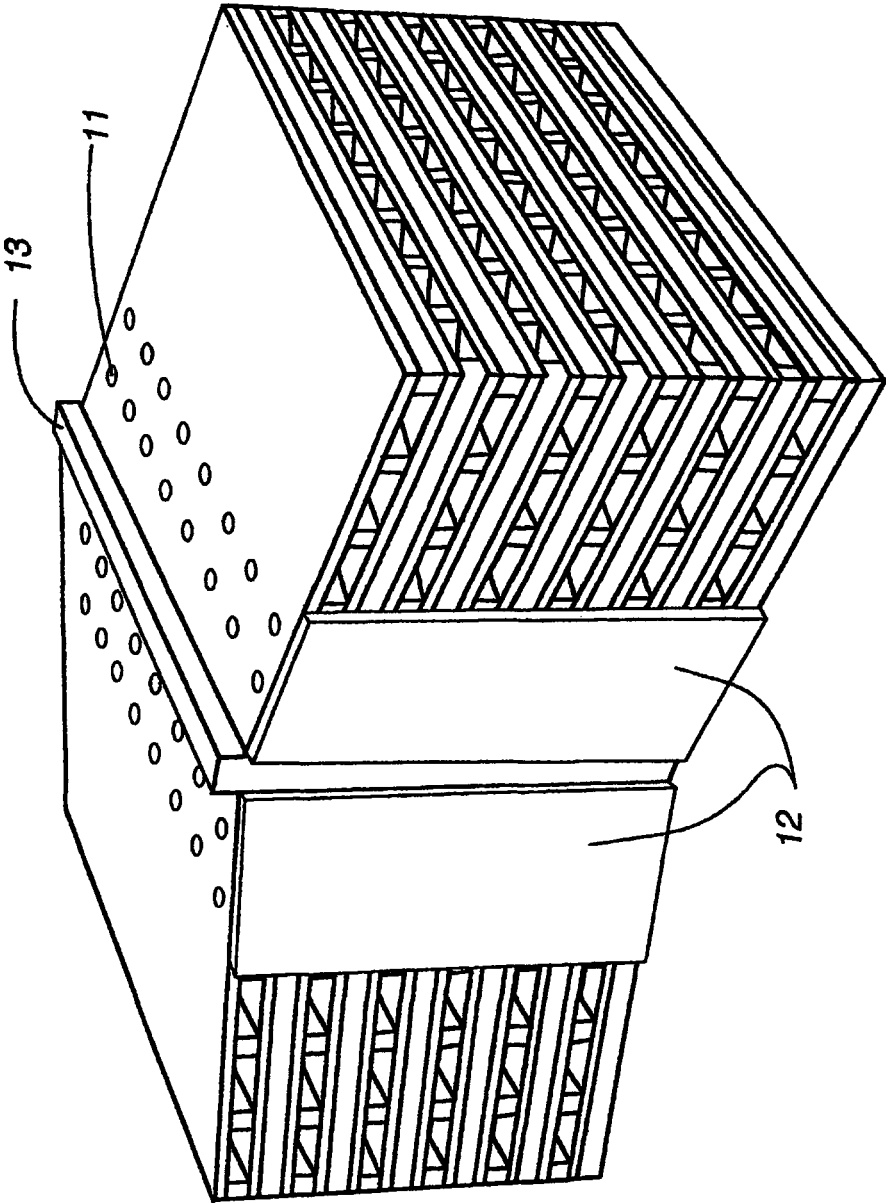


Fig.12

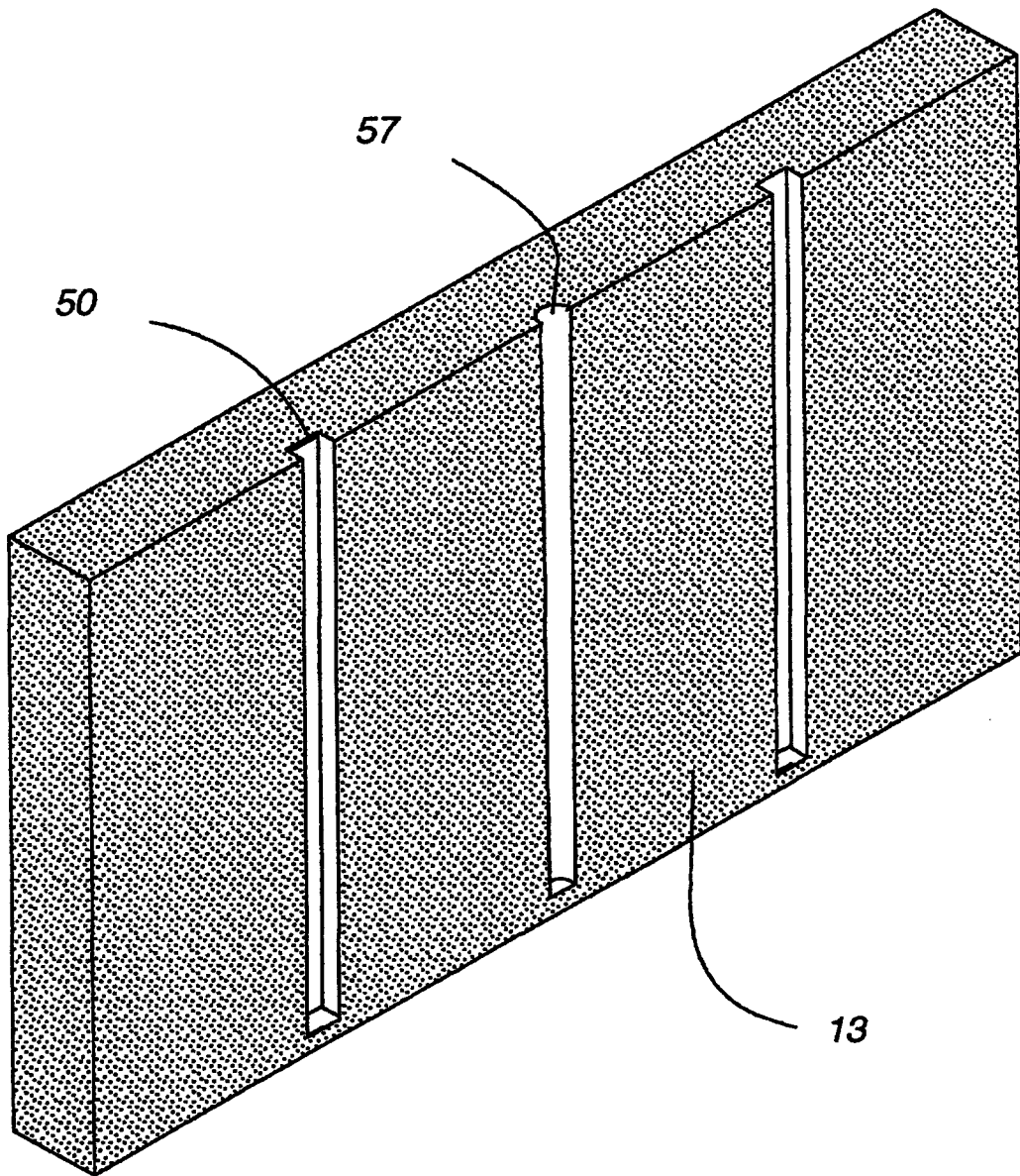


Fig.13

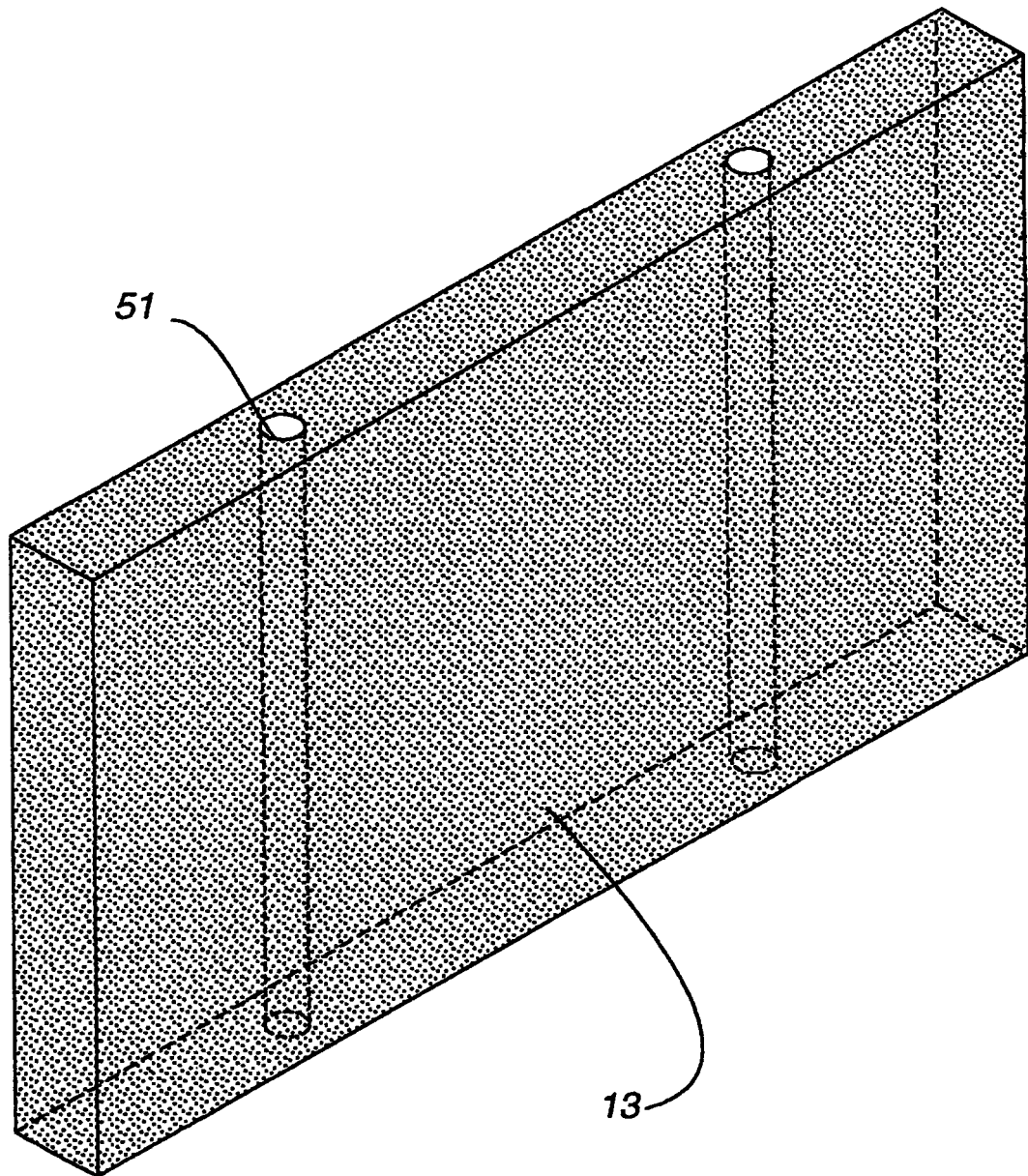


Fig.14

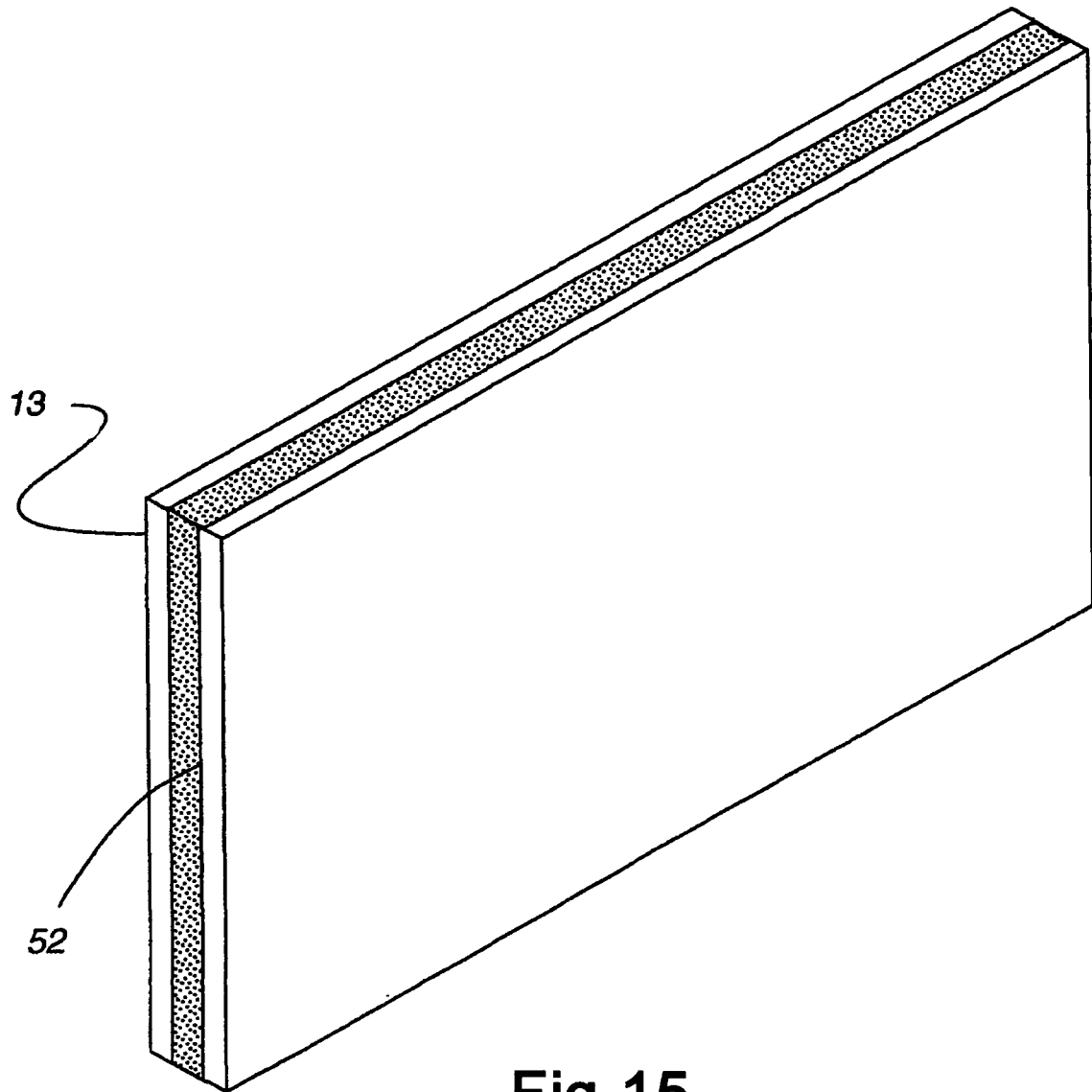


Fig.15

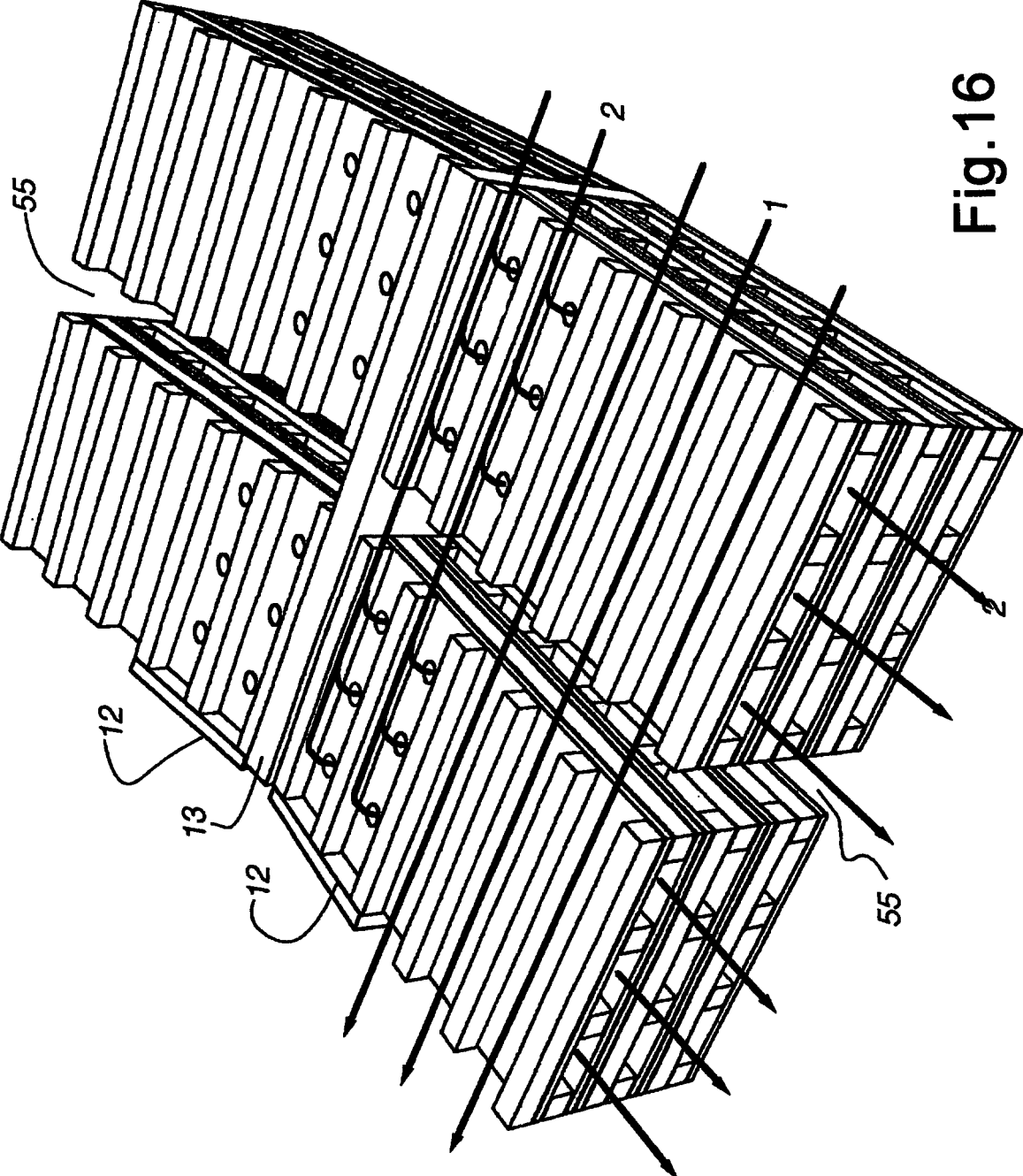


Fig.16

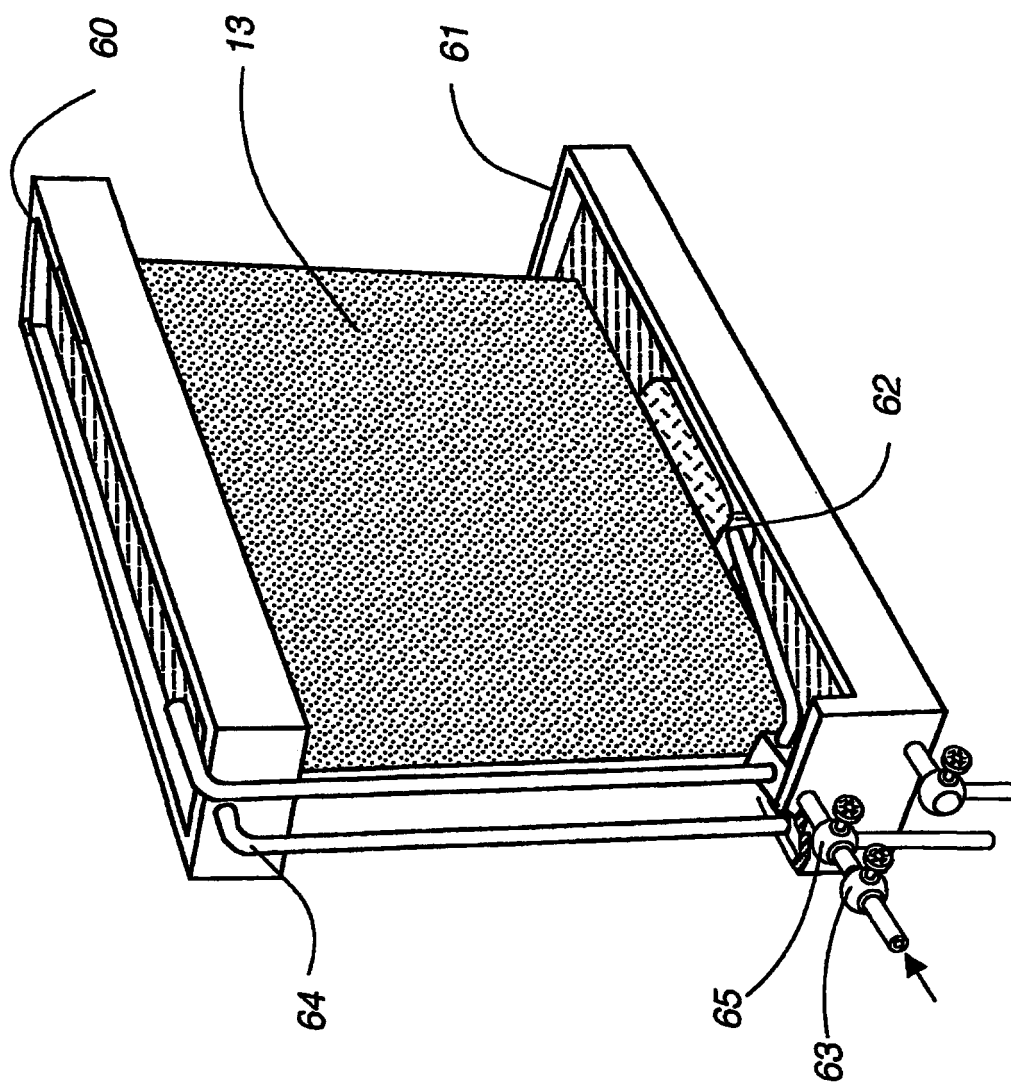


Fig.17

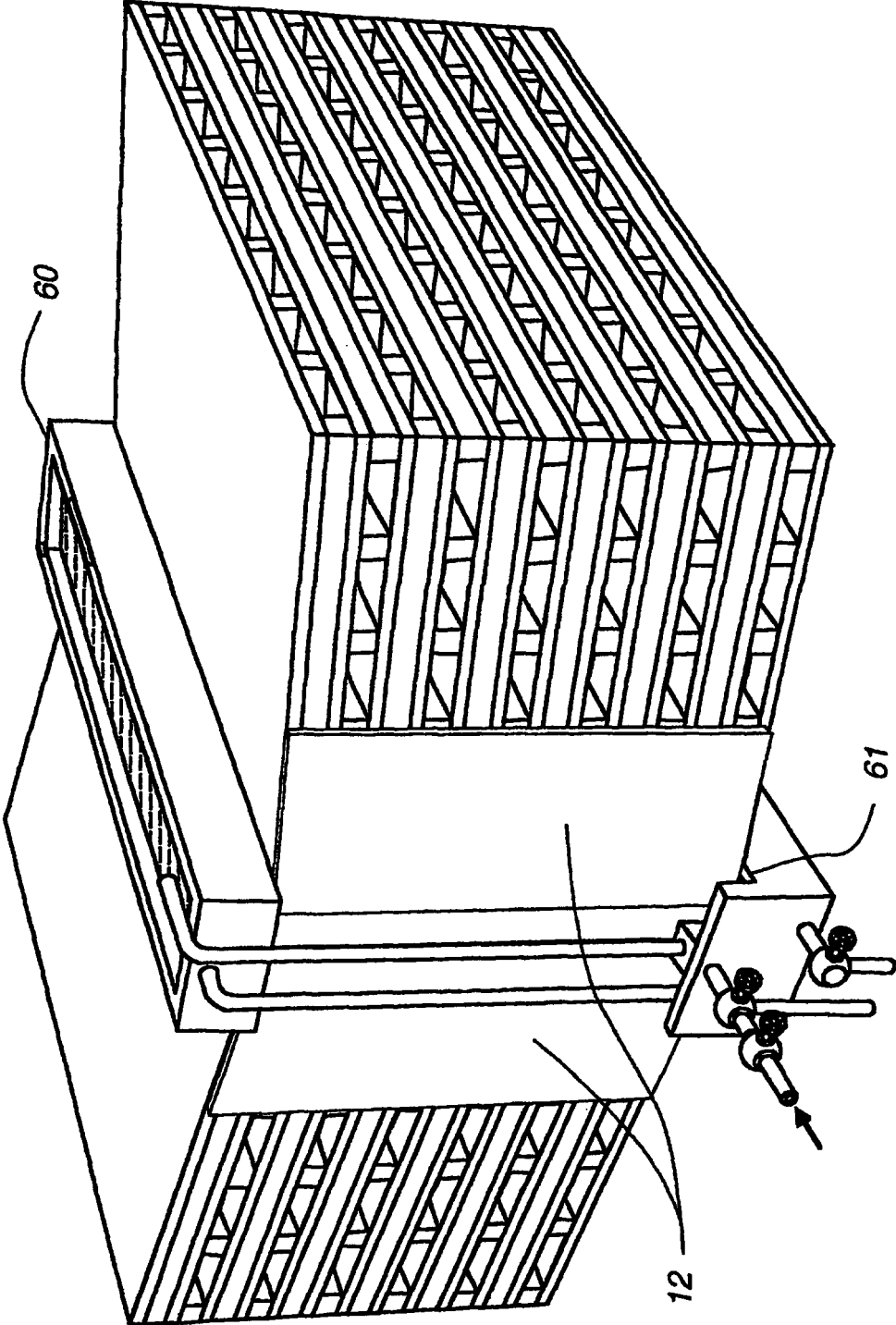


Fig.18