

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2009.11.10	(73) Titular(es): F.F. SEELEY NOMINEES PTY LTD
(30) Prioridade(s): 2008.11.13 AU 2008905875	1-11 ROTHESAY AVENUE ST MARY'S, SA 5042 AU
(43) Data de publicação do pedido: 2011.09.07	(72) Inventor(es): ROBERT WILLIAM GILBERT AU
(45) Data e BPI da concessão: 2015.12.16 045/2016	(74) Mandatário: ANTÓNIO INFANTE DA CÂMARA TRIGUEIROS DE ARAGÃO RUA DO PATROCÍNIO, Nº 94 1399-019 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **PERMUTADOR DE CALOR EVAPORATIVO INDIRETO DE FLUXO INVERSO**

(57) Resumo:

UM PERMUTADOR (10) DE CALOR EVAPORATIVO INDIRETO DE FLUXO INVERSO TENDO PASSAGENS MOLHADAS (14) E SECAS (12) ALTERNADAS DE FLUXO INVERSO EMPILHADAS VERTICALMENTE ONDE AS PASSAGENS MOLHADAS SÃO MOLHADAS DURANTE O FUNCIONAMENTO DO PERMUTADOR DE CALOR POR MEIOS (50, 52, 53, 54, 70, 72, 74, 76) DE MOLHAGEM QUE SE DESLOCAM VERTICALMENTE NA PILHA. A MOLHAGEM DEMORADA DE UMA PEQUENA PLURALIDADE DO NÚMERO TOTAL DE PASSAGENS (14, 12) DO PERMUTADOR (10) DE CALOR OCORRE NUM MOMENTO DURANTE O DESLOCAMENTO VERTICAL DOS MEIOS DE MOLHAGEM.

RESUMO

"PERMUTADOR DE CALOR EVAPORATIVO INDIRETO DE FLUXO INVERSO"

Um permutador (10) de calor evaporativo indireto de fluxo inverso tendo passagens molhadas (14) e secas (12) alternadas de fluxo inverso empilhadas verticalmente onde as passagens molhadas são molhadas durante o funcionamento do permutador de calor por meios (50, 52, 53, 54, 70, 72, 74, 76) de molhagem que se deslocam verticalmente na pilha. A molhagem demorada de uma pequena pluralidade do número total de passagens (14, 12) do permutador (10) de calor ocorre num momento durante o deslocamento vertical dos meios de molhagem.

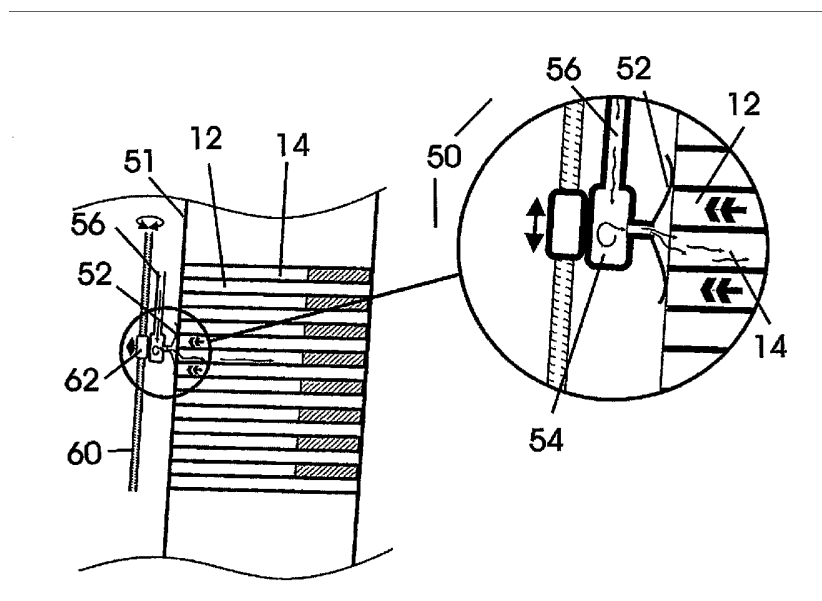


Figura 3

DESCRIÇÃO

"PERMUTADOR DE CALOR EVAPORATIVO INDIRETO DE FLUXO INVERSO"

Campo Técnico

A presente invenção refere-se a permutadores de calor evaporativos indiretos de fluxo inverso para arrefecedores evaporativos; por exemplo, unidades de ar condicionado autónomas apropriadas para fornecer ar arrefecido a um espaço fechado e também a unidades de condicionamento autónomas apropriadas para fornecer água arrefecida para utilização em unidades permutadoras de calor fazendo parte de um sistema para o arrefecimento de espaços fechados.

Antecedentes Técnicos

Ao longo desta descrição e das reivindicações que se seguem, a menos que o contexto exija de outro modo, a palavra "compreende" ou variações, tais como "compreendem" ou "compreendendo", será entendida com implicando a inclusão de um inteiro ou etapa indicada ou grupo de inteiros ou etapas.

A referência a qualquer técnica anterior nesta descrição não é, e não deve ser tomada como, um reconhecimento ou qualquer forma de sugestão de que essa técnica anterior faz parte do conhecimento geral comum na Austrália.

Os princípios do arrefecimento evaporativo indireto são bem conhecidos há muitos anos. As primeiras referências ao princípio de pré-arrefecer o ar através de uma combinação de permuta de calor e evaporação antes do arrefecimento evaporativo incluem o documento SU 979796 por Maisotsenko. Estes princípios têm sido explorados em várias aplicações práticas como mostrado, por exemplo, no documento US 4977753 por Maisotsenko e como aperfeiçoado posteriormente no documento US 6581402, pedido US 2004/0226698 por Reinders e no documento WO2006/074508 A1 por James.

Os dispositivos práticos como mostrado nas divulgações acima mencionadas apresentam várias dificuldades a ser melhoradas antes que aqueles dispositivos possam funcionar a um nível que seja satisfatório para um produto comercialmente viável.

De grande importância prática na provisão de arrefecedores é o seu tamanho e forma que devem ser tais que caibam e se harmonizem nas imediações de, por exemplo, uma moradia familiar. Embora tenha sido tradicional montar arrefecedores evaporativos diretos em telhados, o tamanho e peso adicionais de arrefecedores indiretos da mesma capacidade de arrefecimento tornam esta abordagem pouco prática. Um problema semelhante apresenta-se quando os modelos funcionais de arrefecedores evaporativos indiretos são posicionados ao nível do solo em torno do exterior de uma moradia. O arrefecedor pode ter uma área de instalação que pode ser demasiado grande e utilizar demasiado do espaço disponível entre, por exemplo, a parede de um edifício e uma vedação de demarcação.

A comercialização de arrefecedores evaporativos indiretos seria extremamente potenciada se um arrefecedor pudesse ser instalado num conjunto a ser montado contra a parede exterior de uma moradia e tivesse dimensões que satisfizessem os seguintes critérios:

- Uma profundidade tão pequena quanto exequível da parede até ao exterior do arrefecedor.
- Uma largura limitada por considerações de manuseamento.
- Uma altura limitada apenas pela distância ao lado de baixo de quaisquer elementos de telhado/beiral suspensos.

Uma configuração ideal, consistente com exigências técnicas para o seu funcionamento e considerando o acima mencionado, projetar-se-ia tipicamente a partir de uma parede, contra a qual está montada, uma distância de não mais do que cerca de 600 mm, uma largura de até 900 mm e altura limitada a cerca de 2100 mm.

A construção de um arrefecedor dentro destes parâmetros requer um afastamento radical de construções daqueles dispositivos anteriormente divulgadas. Em todas as divulgações anteriores, determinadas dimensões do núcleo do permutador de calor são definidas por restrições técnicas e/ou práticas com apenas uma dimensão podendo ser variada para aumentar a capacidade do permutador de calor.

O dispositivo de Maisotsenko mostrado no documento US 6581402 tem uma largura e uma profundidade do permutador de calor condicionadas por considerações de fluxo de ar e

resistência onde a capacidade é determinada pela altura do permutador. As configurações de Reinders e James têm a profundidade e a altura do permutador de calor determinadas por considerações técnicas, ao passo que a largura determina a capacidade do dispositivo. A requerente acredita que se as características favoráveis de cada destas configurações pudessem ser combinadas num dispositivo então um arrefecedor indireto muito mais exequível poderia ser desenvolvido para o mercado.

No entanto, cada das configurações anteriormente divulgadas tem outras dificuldades técnicas e práticas que tornam uma combinação fácil das suas vantagens algo problemática.

O dispositivo divulgado no documento US 6581402 requer placas permutadoras de calor horizontais com uma superfície molhável num lado e uma superfície impermeável no outro. A distribuição de água através da superfície molhável depende de um meio capilar de distribuição de água a partir de uma calha central com uma combinação de capilares ao longo da superfície e algum auxílio gravítico de um ligeiro declive a partir da horizontal. O arrefecimento até uma temperatura reduzida requer que o fluxo de água através da superfície molhada seja tão reduzido quanto possível e, de um modo preferido, apenas suficiente para substituir a perda devida à evaporação. O enxaguamento das superfícies molháveis para remover qualquer acumulação de sais deixados para trás pela evaporação da água não é possível sem degradação significativa do desempenho térmico do ar condicionado.

A configuração de Maisotsenko, a qual transfere progressivamente uma percentagem de ar arrefecido da passagem seca para a passagem molhada para proporcionar arrefecimento

evaporativo, compromete a temperatura do ar proporcionado relativamente a outras configurações, visto que o ar transferido não pode ser sujeito à diferença total de temperatura oferecida pelo permutador de calor.

A configuração oferecida por Reinders explora totalmente os princípios originais de arrefecimento evaporativo indireto, mas o desempenho de transferência de calor do permutador de calor é comprometido pela sua disposição e construção. A transferência de calor do lado da passagem molhada para o lado da passagem seca tem que deslocar-se através de distâncias relativamente longas de material permutador de calor, necessitando da utilização de materiais de alta condutividade, tal como metais, para conseguir desempenho razoável.

Em ambas as configurações utilizadas por Reinders e James, a distribuição de água ao núcleo do permutador de calor é por irrigação da superfície superior do núcleo, permitindo que a água flua para baixo através do núcleo para ser recolhida num reservatório por baixo do núcleo. Este fluxo de água através do núcleo deve ser mantido no mínimo enquanto o arrefecedor está em funcionamento visto que qualquer excesso de caudal de água acima do requerido para evaporação comprometerá as temperaturas do ar condicionado utilizável que pode ser proporcionado pelo arrefecedor. A exigência de caudal de água para o desempenho térmico inclui, de um modo desejável, a sua capacidade para enxaguar sais residuais das superfícies do núcleo. Um compromisso razoável e prático utilizado por Reinders e James é molhar periodicamente o núcleo com um excesso de água para eliminar sais residuais e preencher a capacidade de retenção de água dos materiais utilizados para formar os canais molhados, seguido por períodos relativamente longos de funcionamento sem

molhagem. Durante este período, ainda ocorre evaporação da água retida nas superfícies molhadas e é conseguido pleno desempenho térmico do arrefecedor. Esta solução funciona bem desde que o período de molhagem seja curto, e o período entre molhagens seja longo.

Uma alternativa revelada por James é dividir o núcleo em segmentos molhados separados, cada segmento com o seu próprio circuito de água (bomba, reservatório e distribuidor) termicamente separado. Este método permite enxaguamento constante do núcleo sem degradação do desempenho térmico. Embora tenha sido demonstrado que esta alternativa funciona em modelos práticos, é difícil de implementar em modelos de produção viáveis.

Uma solução preferida é consequentemente molhar periodicamente as passagens molhadas do núcleo com períodos entre molhagens tão longos quanto possível para permitir que a evaporação ocorra e maximizar a capacidade de arrefecimento do permutador de calor. Este ideal torna-se mais difícil à medida que a altura do permutador de calor é aumentada para tirar vantagem da configuração preferida do arrefecedor evaporativo indireto global. A água apenas pode ser adicionada no topo do núcleo a um caudal determinado pelo tempo que leva a gotejar para baixo através das passagens molhadas. O ciclo de molhagem deve continuar até que a água se tenha dispersado através da maior parte da distância vertical do núcleo e, em seguida, ser interrompido permitindo que a água em excesso flua ao longo de todo o núcleo e de volta ao reservatório. O efeito de arrefecimento do permutador de calor é comprometido sempre que a água está a fluir através das passagens molhadas, e apenas regressa ao arrefecimento máximo quando todo o caudal de água

tiver parado. Quanto mais alto o núcleo e, conseqüentemente, mais longas as passagens molhadas, mais longo será o período requerido para a molhagem e maior a proporção de tempo durante o qual o arrefecimento está comprometido. Esta situação torna-se insustentável com os núcleos tão altos quanto aqueles requeridos para a geometria preferida descrita acima.

O documento WO 2006/074508 A1 (James) divulga um permutador de calor evaporativo, tendo as componentes pré-caracterizantes da reivindicação 1 ou reivindicação 2.

Sumário da Invenção

A presente invenção propõe uma melhoria dos problemas associados com a técnica anterior construindo um núcleo de permuta de calor em que as passagens molhadas e secas são montadas quase na horizontal e empilhadas alternadamente umas sobre as outras, e em que é proporcionado um método alternativo, e meios para molhar periodicamente as passagens molhadas do núcleo.

De acordo com um primeiro aspeto, a presente invenção proporciona um permutador de calor evaporativo indireto de fluxo inverso tendo as componentes caracterizantes da reivindicação 1.

De acordo com um segundo aspeto, a presente invenção proporciona um permutador de calor evaporativo indireto de fluxo inverso tendo as componentes caracterizantes da reivindicação 2.

De um modo preferido, as passagens molhadas e secas são construídas a partir de folhas onduladas com um lado

compreendendo um meio molhável e absorvente e o outro lado compreendendo uma superfície, membrana ou camada impermeáveis à água.

Numa forma de realização, as passagens molhadas e secas são construídas a partir de uma base de celulose molhável e absorvente com uma membrana impermeável aplicada a uma superfície.

Numa forma de realização alternativa, as passagens molhadas e secas são construídas a partir de uma folha formada impermeável à água à qual é aplicado um meio absorvente de água numa superfície da folha.

Numa forma de realização adicional, as folhas onduladas para fazer cada passagem são montadas de tal modo que as ondulações de folhas verticalmente adjacentes se intersejam num ângulo no intervalo de 20° a 70° .

Ainda numa forma de realização adicional, as folhas onduladas do topo e do fundo de cada passagem estão divididas em duas partes simetricamente em torno de um eixo substancialmente paralelo à direção média do fluxo de ar em cada passagem, com o ângulo de ondulação numa parte ajustada num ângulo complementar do ângulo de ondulação na parte adjacente.

Num melhoramento adicional, as folhas onduladas são construídas com as ondulações ajustadas num padrão angular em espinha simetricamente em torno de um eixo de cada respetiva folha.

Num melhoramento adicional do segundo aspeto o permutador de calor é construído com um espaço de cavidade disponível para a incorporação dos tubos fendidos de modo a conter água distribuída a partir da fenda às passagens do permutador de calor.

Numa forma preferida, o mecanismo de molhagem desejado compreende um aspersor de água móvel verticalmente o qual molha uma pequena pluralidade das passagens do núcleo em cada momento relativamente ao número total de passagens do núcleo ao mesmo tempo que é submetido a movimento para as secções adjacentes do núcleo até que um ciclo completo de molhagem do núcleo esteja terminado. De um modo preferido, o movimento vertical do mecanismo de molhagem entre passagens horizontais adjacentes do núcleo é contínuo. Enquanto um aspersor de água móvel está a molhar uma pluralidade particular de passagens molhadas, a eficiência de arrefecimento daquelas passagens é comprometida pelo fluxo de água naquelas. No entanto, como o número de passagens molhadas em qualquer momento é apenas uma pequena proporção do número total de passagens molhadas em todo o núcleo, o comprometimento do arrefecimento total é limitado. A utilização deste modo de molhagem permite que os núcleos de permuta de calor sejam construídos apenas com restrições estruturais ou mecânicas relativamente à altura, proporcionando desse modo a flexibilidade requerida para proporcionar um arrefecedor evaporativo indireto dentro das restrições de tamanho e forma desejadas.

Num outro aspeto da presente invenção é proporcionado um arrefecedor evaporativo tendo um permutador de calor evaporativo indireto de fluxo inverso de acordo com o primeiro ou o segundo aspeto.

Ainda outro aspecto adicional desta invenção proporciona um método de operar um permutador de calor evaporativo indireto de fluxo inverso tendo uma pilha vertical de passagens molhadas e secas alternadas substancialmente horizontais de acordo com o primeiro ou o segundo aspecto.

A construção de passagens de permutador de calor particularmente adequadas para utilização nas formas de realização da presente invenção inclui folhas onduladas com uma superfície molhável e uma superfície impermeável à água, com ângulos de ondulação rodados em ângulos opostos como descrito no documento WO 2006/074508 A1 cuja divulgação é aqui incorporada por referência. No entanto, será entendido por um especialista na técnica que os princípios da presente invenção poderiam ser igualmente aplicados a outros métodos de construção de pilhas ou núcleos de permutador de calor.

Breve Descrição dos Desenhos

A presente invenção será agora descrita a título de exemplo com referência aos desenhos em anexo, nos quais

a Figura 1 é uma vista isométrica de um núcleo de permutador de calor de um arrefecedor evaporativo indireto como apropriado para uma forma de realização desta invenção, o qual tem as proporções de ser relativamente alto em comparação com as suas dimensões em planta;

- a Figura 2 mostra uma vista em alçado lateral de folhas onduladas adjacentes num permutador de calor tendo ondulações uniformes;
- a Figura 3 é uma vista em alçado lateral de um núcleo de permutador de calor com um primeiro mecanismo de distribuição de água;
- a Figura 4 é uma vista semelhante àquela da Figura 3 mas mostrando pormenores de um segundo mecanismo de distribuição de água; e
- a Figura 5 é uma vista em planta seccionada através de uma pilha ou núcleo de permutador de calor mostrando uma disposição alternada de ondulações para um canal molhado na forma de um padrão em espinha.

Os Melhores Modos

Na Figura 1, a relação de aspeto das dimensões do núcleo 10 do permutador de calor são tal que satisfaçam as exigências preferidas de um arrefecedor evaporativo indireto. A dimensão 16 é grande em comparação com as dimensões 18 e 20. Tipicamente, a dimensão 16 será cerca de 1500 mm, a dimensão 20 cerca de 900 mm e a dimensão 18 cerca de 400 mm. Ambas as passagens 12 secas (mostradas com sombreado horizontal) e as passagens 14 molhadas (mostradas com sombreado vertical) estão orientadas para serem essencialmente horizontais, embora possa ser benéfico que estejam ligeiramente desviadas da horizontal para auxiliar na distribuição de água nos canais molhados e na remoção da água em excesso.

Na Figura 2, o permutador 10 de calor é mostrado em alçado frontal com passagens 12 secas e passagens 14 molhadas orientadas para serem horizontais em utilização. Ar de entrada quente e seco entra nas passagens 12 secas do permutador de calor do lado 40 e sai do lado 42 como ar arrefecido. Uma proporção de ar entra nas passagens 14 molhadas a partir do lado 42 para refluir ao longo das passagens molhadas até entrar no espaço 44 de descarga, a partir do qual é descarregado para a atmosfera. Este trajeto do fluxo através do núcleo produz uma corrente utilizável de ar fresco a partir do lado 42 sendo a proporção de ar que não passa para trás através das passagens 14 molhadas para ser descarregado através do espaço 44. Os meios pelos quais esta disposição arrefece a corrente de ar utilizável são descritos em publicações anteriores, veja-se em particular o documento WO 2006/074508 A1.

Na Figura 3, um mecanismo de distribuição de água que se desloca é mostrado com coberturas 52 cobrindo uma proporção do lado da distribuição do permutador 10 de calor. Em funcionamento, ar arrefecido desloca-se através dos canais 12 secos do permutador 10 de calor, saindo ao longo da face 51. Em funcionamento normal, uma proporção do ar que sai do canal 12 seco é desviada para molhar o canal 14, o restante se o ar arrefecido do canal 12 seco estiver disponível como ar útil a ser distribuído pelo arrefecedor. No entanto, quando as coberturas 52 do mecanismo 50 de distribuição de água estão a cobrir um pequeno número dos canais molhados e secos no lado da distribuição, o ar não se pode dividir em duas correntes como em funcionamento normal. A pressão estática no canal 12 seco será sempre relativamente elevada visto que o canal seco está diretamente ligado ao espaço a ser arrefecido que é pressurizado

por um ventilador (não mostrado). Quando o fluxo de ar é interrompido pelas coberturas 52, a pressão estática no canal 14 molhado cairá, visto que os canais molhados estão ligados diretamente à área de descarga do permutador de calor, que está à pressão atmosférica normal. O resultado final da interrupção do fluxo pelas coberturas 52 é que haverá um fluxo acelerado de ar do canal 12 seco para o canal 14 molhado adjacente no interior dos limites das coberturas 52.

A água entregue através da conduta 53 ao bocal 54 de água, que é parte do mecanismo 50 móvel de distribuição de água, injeta uma pulverização 58 de água no fluxo de ar acelerado descrito acima. A água assim pulverizada apenas pode fluir através do canal 14 molhado, visto que as diferenças de pressão estática criadas pelas coberturas 52 garantem que todo o ar deve fluir a partir do canal seco para o canal molhado. Assim toda a água pulverizada está disponível para molhar o canal 14 molhado, e a água que entra no canal 14 molhado é distribuída através do canal molhado pelo fluxo de ar acelerado neste.

Uma vez que os canais molhados precisam necessariamente de ser molhados periodicamente, o mecanismo de distribuição de água deve ser movido verticalmente para cima e para baixo ao longo da face 51 de distribuição de ar arrefecido do permutador de calor. Por este meio, um pequeno número de canais molhados são molhados em cada momento, com os meios de molhagem movendo-se para canais adjacentes até que toda a face tenha sido percorrida e todos os canais molhados tenham sido molhados.

Um método de mover o mecanismo de distribuição de água é ilustrado na Figura 3. O mecanismo de distribuição de água está fixo a uma porca 62 roscada, que se desloca num parafuso 60

prolongado. Quando o parafuso 60 é movido em sentidos alternados por um meio de acionamento (tal como um motor elétrico, não mostrado), o mecanismo de distribuição de água mover-se-á sobre a face de distribuição do permutador de calor.

Um mecanismo alternativo de distribuição de água é ilustrado na Figura 4. A água é conduzida através de uma conduta 70 oca, a qual tem uma fenda ao longo do seu comprimento sobre o lado virado para a face de distribuição do permutador 10 de calor. No interior da conduta 70 oca existe um obturador 76 deslizando, mantido em posição por uma correia 72 ou uma corrente contínua. A correia 72 flexível é posicionada por veios 74 mandantes, acionados, por exemplo, por um motor elétrico de tal modo que a movimentação dos veios mandantes faz o obturador 76 deslizando mover-se para cima e para baixo no interior da conduta 70.

Em funcionamento, a água 78 é dirigida pela conduta 70 para baixo a partir de cima. A água 78 flui pela conduta 70 para baixo até embater no obturador 76 deslizando. O obturador 76 deslizando desvia o fluxo de água através da fenda na conduta 70 na posição do obturador 76 deslizando. Como a fenda da conduta 70 está posicionada contra a face de distribuição do permutador 10 de calor, como mostrado na Secção A-A, a água assim desviada irá embater numa pequena proporção de canais molhados e secos na posição do obturador 76. Como o ar está a fluir para fora dos canais secos e para dentro dos canais molhados ao longo da face de distribuição do permutador 10 de calor, a água desviada sobre a face de distribuição do permutador 10 de calor tenderá a fluir apenas para dentro dos canais molhados, proporcionando desse modo os meios de molhagem das superfícies internas do canal molhado. O efeito no canal

seco, no qual nenhuma água flui contra o sentido do fluxo de ar é mostrado na secção B-B. À medida que o deslizamento do obturador 76 progride para cima e para baixo na face do permutador 10 de calor, todos os canais molhados serão progressivamente molhados durante um ciclo de molhagem.

Uma disposição preferida para enviar água desviada pelo obturador 76 para dentro do permutador 10 de calor é ilustrada na secção Alt A-A. Nesta disposição, o permutador 10 de calor é construído com fendas 80 na face 51 de distribuição de tal modo que a fenda na conduta 70 está contida no interior da fenda do permutador de calor. A água distribuída ao permutador de calor pelo obturador 76 deslizante está contida no interior da fenda 80 reduzindo extremamente a tendência a pulverizar a água no interior do espaço (42 na Figura 2) de ar distribuído quando aquela embate na face de distribuição do permutador de calor a alta velocidade.

O método e meios de aplicar água aos canais molhados do permutador de calor acima descrito são concebidos para aplicar a água aos canais molhados a um caudal muito maior do que é realmente requerido para evaporação. Um caudal tão elevado é requerido com os objetivos de enxaguar depósitos de sal e contaminantes das superfícies dos canais molhados, e garantir que todas as superfícies internas dos canais molhados sejam de facto molhadas. Isto introduz um problema prático por os canais do permutador de calor serem horizontais, e construídos a partir de papel ondulado ajustado num ângulo relativamente ao fluxo de ar como descrito no documento WO 2006/074508 A1. O ângulo das ondulações tende agora a desviar todo o fluxo de água (o qual tende a aderir às superfícies inferiores dos canais) na direção do ângulo da ondulação. Como os canais molhados e secos alternam

os ângulos das ondulações, o resultado final é que todas as superfícies inferiores dos canais molhados têm ondulações na mesma direção e tendem a dirigir a água no canal apenas para um lado. Isto resulta na dificuldade em molhar de modo uniforme os canais molhados e conduz a um excesso de água que sai através do espaço 44 de descarga apenas num lado, em vez de distribuir a água em excesso através de ambos os espaços de descarga.

Estas dificuldades podem ser muito minoradas adotando uma construção das camadas do núcleo do permutador de calor como ilustrado na Figura 5. A Figura 5 mostra uma única folha do núcleo do permutador de calor em que o padrão das ondulações segue uma forma de "espinha". As ondulações são ajustadas num ângulo relativamente ao fluxo de ar (representado por linhas com setas) como indicado pelas nervuras 90 num lado da folha. Simetricamente em torno do eixo 91, o ângulo das ondulações no outro lado da linha 91 é a imagem de espelho como indicado pela linha 94 de nervura. As sucessivas folhas na pilha do permutador de calor são colocadas na direção oposta de tal modo que as nervuras da ondulação se intersejam num ângulo. Em funcionamento, se a ilustração de Figura 5 representa a folha do fundo de um canal molhado, entra ar no canal a partir da câmara 42 e flui através do espaço entre as nervuras e depressões de ondulação de folhas adjacentes. O ar é, em seguida, descarregado através das passagens 44 de descarga. Quando é introduzida água simetricamente em torno do eixo 91 pelos distribuidores 50 de água, para dentro do canal molhado assim formado, metade da água entra num canal molhado com a inclinação de ondulação num sentido; a outra metade entra com a inclinação da ondulação no sentido oposto. Assim não existe nenhuma tendência para que toda a água flua mais na direção de um dos espaços 44 de descarga do que do outro. A molhagem é mais

uniforme, e o fluxo de água em excesso proveniente das passagens 44 de descarga pode ser mantido em níveis controláveis.

A construção de um arrefecedor evaporativo indireto como aqui descrito e exemplificado pelas formas de realização mostradas nos desenhos permite que seja feito um tal arrefecedor no qual os elementos de canal são horizontais ou aproximadamente, e a capacidade de arrefecimento final do arrefecedor é determinada pela altura da pilha do permutador de calor. Assim pode ser construído um arrefecedor compacto o qual tem projeção mínima a partir de, por exemplo, uma parede sobre a qual é montado. O método preferido de distribuir a água para os canais molhados da pilha do permutador de calor permite a molhagem fiável e periódica das superfícies do canal com provisão ou capacidade para enxaguamento de contaminantes.

Lisboa, 28 de janeiro de 2016

REIVINDICAÇÕES

1. Permutador (10) de calor evaporativo indireto de fluxo inverso em que passagens (14, 12) molhadas e secas de fluxo inverso verticalmente adjacentes estão, quando em utilização, orientadas para estar na horizontal ou próximo da horizontal, em que as passagens (14) molhadas são molhadas por meios de molhagem que sequencialmente aplicam água demoradamente às passagens (14) molhadas ao longo da altura do permutador (10) de calor, caracterizado por os referidos meios de molhagem incluírem um dispositivo de distribuição de água adaptado para se deslocar de um modo geral verticalmente no permutador (10) de calor para distribuir água diretamente para dentro de uma pequena pluralidade do número total de passagens (14) molhadas em cada momento ao longo de uma face (51) de distribuição de ar do permutador (10) de calor.
2. Permutador (10) de calor evaporativo indireto de fluxo inverso em que as passagens (14, 12) molhadas e secas de fluxo inverso verticalmente adjacentes estão, quando em utilização, orientadas para estar na horizontal ou próximo da horizontal, em que as passagens (14) molhadas são molhadas por meios de molhagem que sequencialmente aplicam água demoradamente às passagens (14) molhadas ao longo da altura do permutador (10) de calor, caracterizado por o referido dispositivo de distribuição de água compreender uma pluralidade de tubos (70) colocados verticalmente ao longo de uma face (51) de distribuição de ar do permutador (10) de calor, os referidos tubos (70) tendo fendas nos tubos virados para a face (51) de distribuição

de ar, e em que um obturador (76) deslizante está adaptado para se mover para cima e para baixo em cada tubo (30) fendido de tal modo que à medida que a água é distribuída no topo de cada tubo (70) a posição do obturador (76) deslizante em cada tubo (70) define onde a água é entregue a partir de cada tubo (70) a passagens (14) molhadas do permutador (10) de calor.

3. Permutador (10) de calor como reivindicado na reivindicação 1 ou 2, em que as passagens (14, 12) molhadas e secas são construídas a partir de folhas onduladas com um lado compreendendo um meio molhável e absorvente e o outro lado compreendendo uma superfície, membrana ou camada impermeáveis à água.
4. Permutador (10) de calor como reivindicado na reivindicação 1, 2 ou 3, em que as passagens (14, 12) molhadas e secas são construídas a partir de uma base de celulose molhável e absorvente com uma membrana impermeável aplicada a uma superfície.
5. Permutador (10) de calor como reivindicado na reivindicação 1, 2 ou 3, em que as passagens (14, 12) molhadas e secas são construídas a partir de uma folha formada impermeável à água à qual é aplicado um meio absorventes de água numa superfície da folha.
6. Permutador (10) de calor como reivindicado na reivindicação 3 ou reivindicação 4 ou 5 quando apenas à reivindicação 3, em que as folhas onduladas para fazer cada passagem (14, 12) são montadas de tal modo que as ondulações de folhas verticalmente adjacentes se intersejam

num ângulo no intervalo de 20° a 70°.

7. Permutador (10) de calor como reivindicado na reivindicação 6, em que as folhas onduladas do topo e do fundo de cada passagem (14, 12) são divididas em duas partes simetricamente em torno de um eixo substancialmente paralelo a uma direção média do fluxo de ar em cada passagem (14, 12), com o ângulo de ondulação numa parte ajustado num ângulo complementar do ângulo de ondulação na parte adjacente.
8. Permutador (10) de calor como reivindicado na reivindicação 6 ou 7, em que as folhas onduladas são construídas com as ondulações ajustadas num padrão angular em espinha simetricamente em torno de um eixo de cada respetiva folha.
9. Permutador de calor como reivindicado em qualquer uma das reivindicações anteriores quando dependentes, pelo menos, da reivindicação 2, incluindo espaços de cavidade ou reentrâncias ao longo da face (51) de distribuição de ar formada para se ajustar aos tubos (30) fendidos para desse modo conter água distribuída às passagens (14) do permutador de calor.
10. Permutador (10) de calor como reivindicado em qualquer uma das reivindicações anteriores quando dependentes, pelo menos, da reivindicação 1, em que o dispositivo de distribuição de água compreende um aspersor de água móvel verticalmente adaptado para molhar uma pequena pluralidade de um número total de passagens em cada momento ao longo de uma face (51) de distribuição de ar do permutador de calor.

11. Permutador de calor como reivindicado na reivindicação 10, em que o movimento vertical do aspersor de água é contínuo durante um ciclo de molhagem.
12. Permutador de calor como reivindicado na reivindicação 10 ou 11, em que é dispensada continuamente água pelo aspersor de água durante um ciclo de molhagem.
13. Arrefecedor evaporativo tendo um permutador (10) de calor evaporativo indireto de fluxo inverso como reivindicado em qualquer uma das reivindicações anteriores.
14. Método de operar um permutador (10) de calor evaporativo indireto de fluxo inverso de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, o permutador (10) de calor tendo uma pilha vertical de passagens (14, 12) alternadas molhadas e secas substancialmente horizontais, compreendendo ciclicamente molhar demoradamente uma pequena pluralidade do número total das referidas passagens (14) molhadas em cada momento à medida que as referidas passagens (14) molhadas se aproximam de um estado seco durante o fluxo de ar através do permutador (10) de calor.

Lisboa, 28 de janeiro de 2016

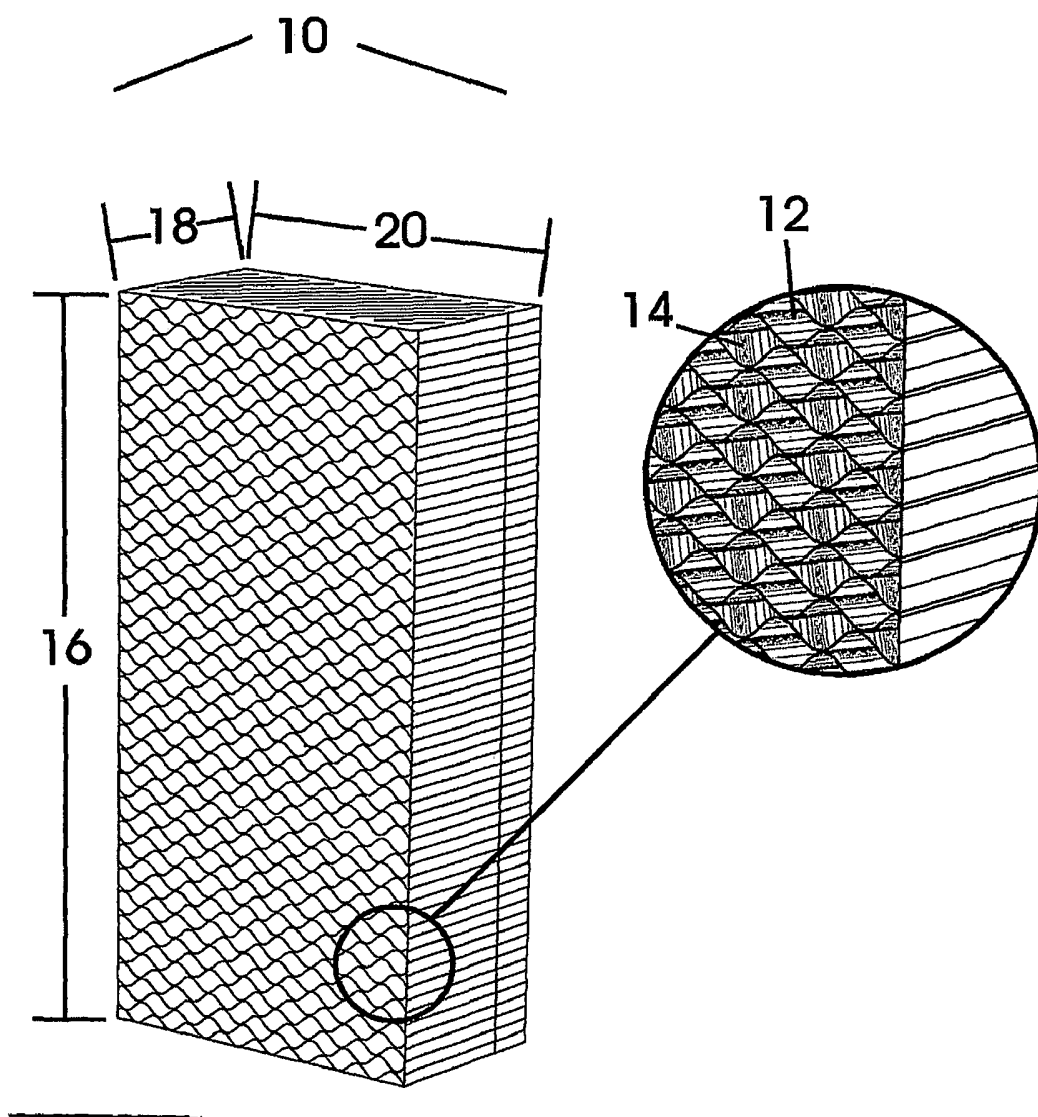


Figura 1

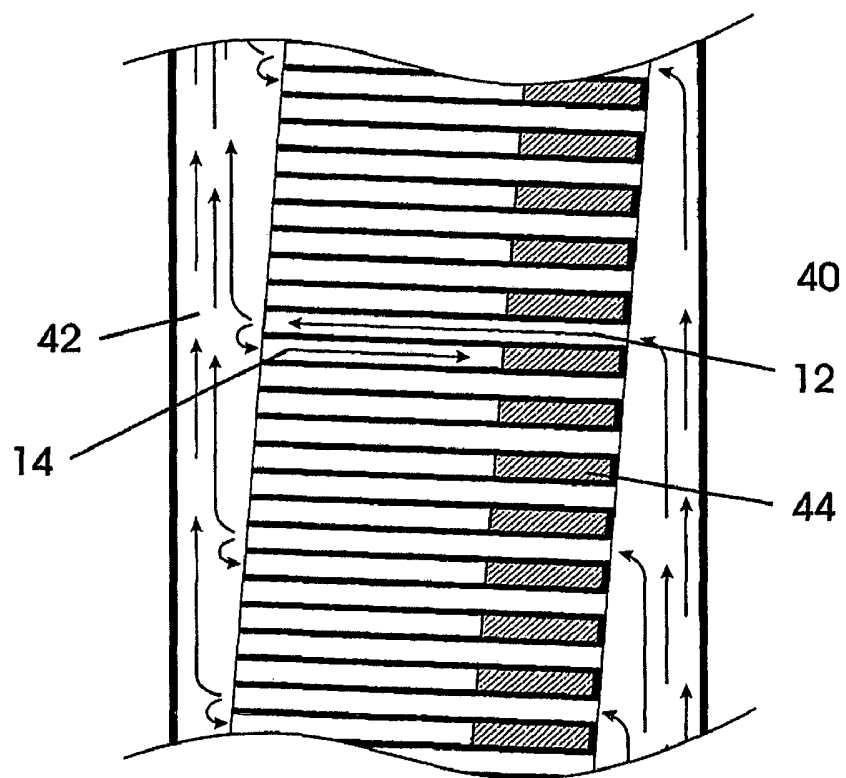


Figura 2

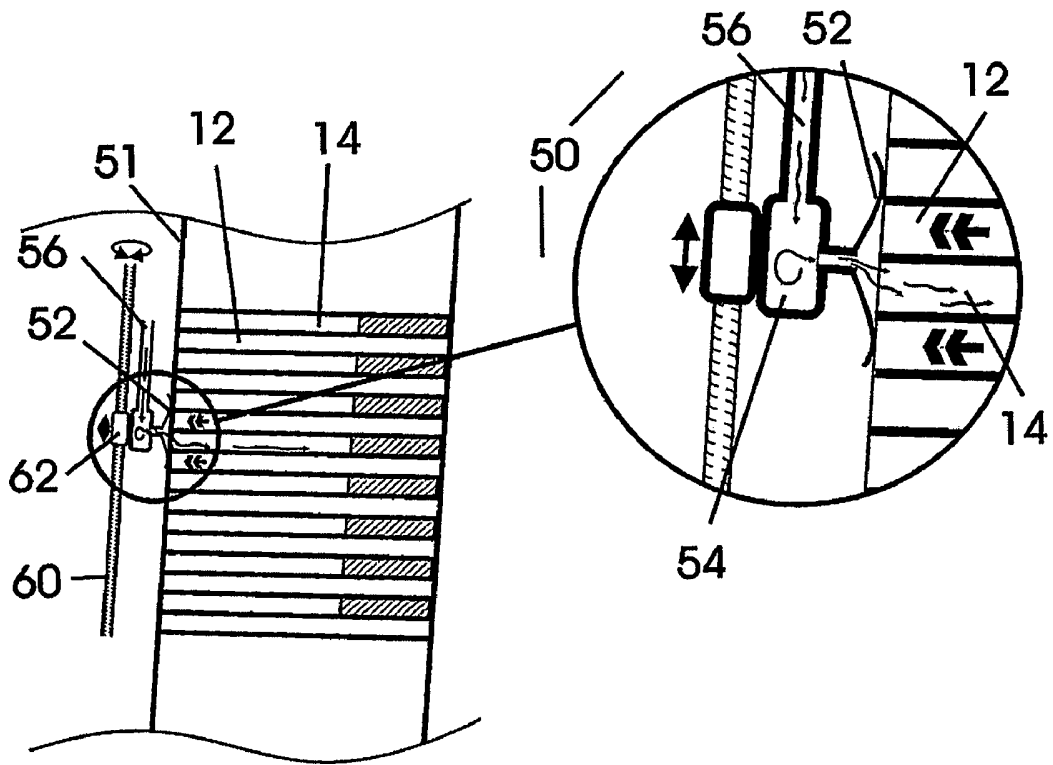


Figura 3

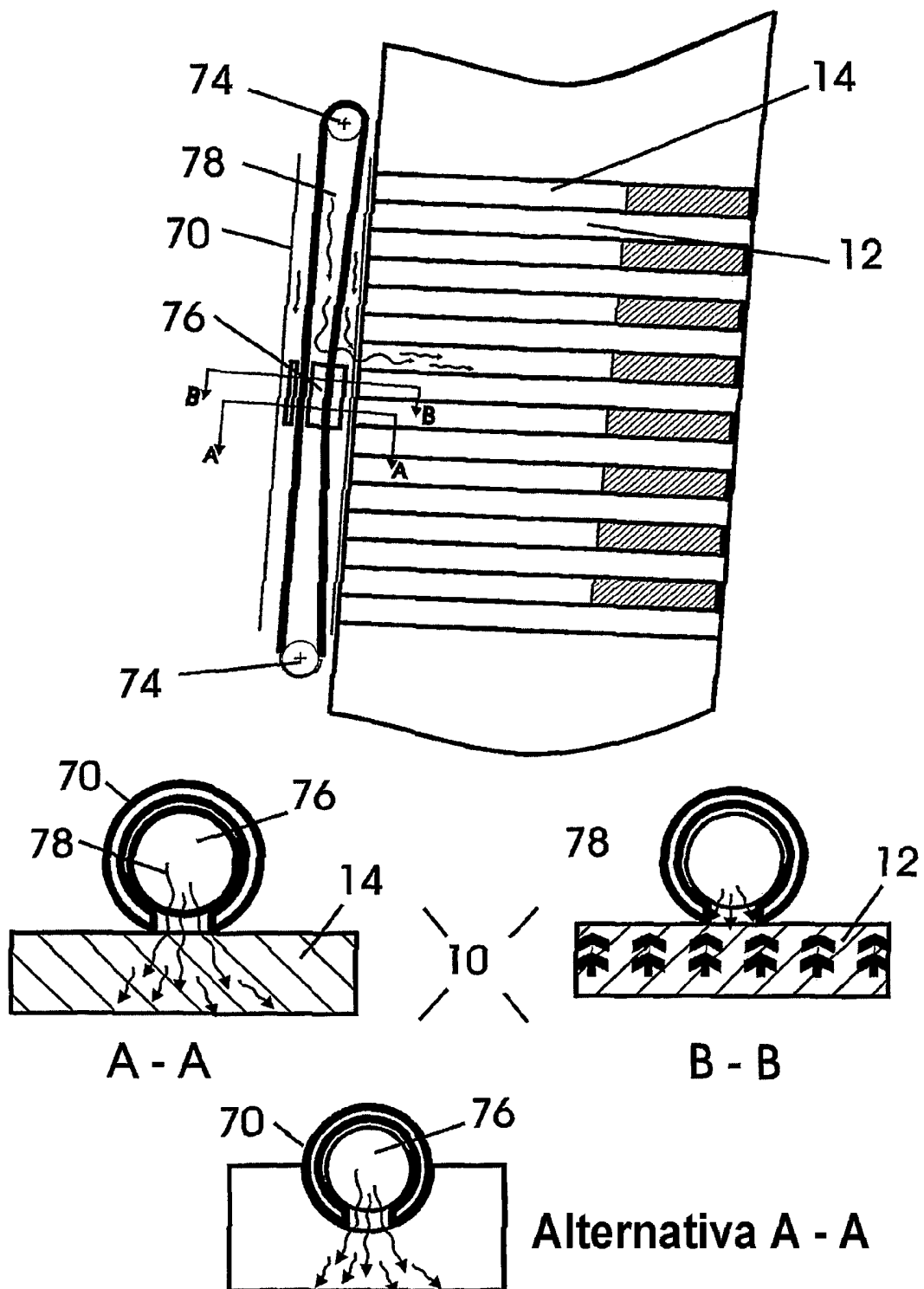


Figura 4

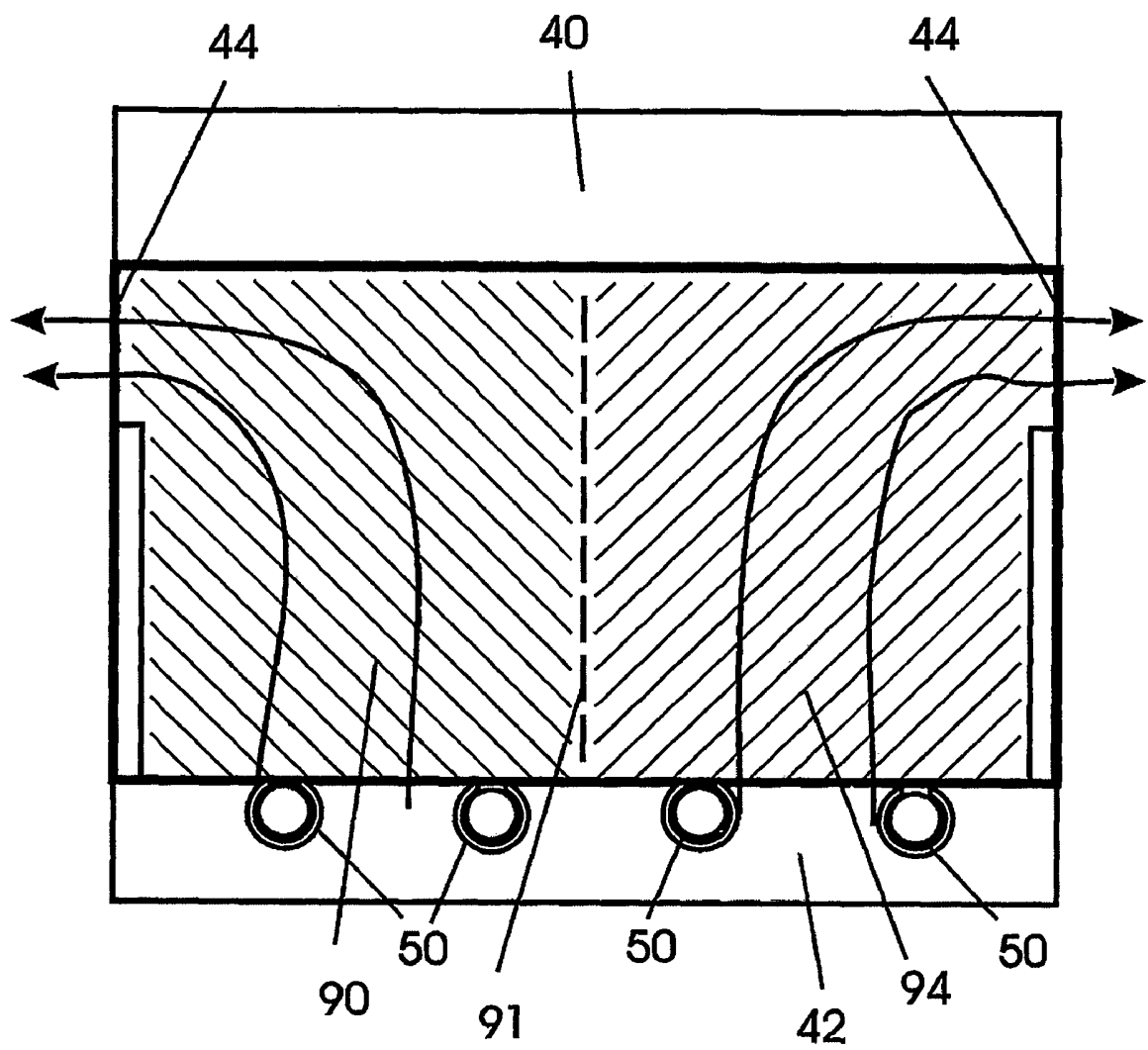


Figura 5