(19) INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
PORTUGAL

(11) *Número de Publicação:* **PT 749342 E**

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
B01D001/22 A F28D009/00 B
F28F021/06 B

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) *Data de depósito:* 1995.02.06

(30) *Prioridade:* 1994.03.09 FI 941100

(43) *Data de publicação do pedido:*
1996.12.27

(45) *Data e BPI da concessão:*
2000.01.05

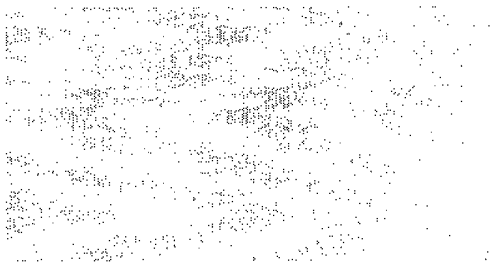
(73) *Titular(es):*
MAYWOOD ENTERPRISES CORP.
C O GUILLAUME DE RHAM & CIE, 254 RTE DE LAUSANNE 1292
GENEVA, CHAMBÉSY CH

(72) *Inventor(es):*
TAPIO KORDELIN FI

(74) *Mandatário(s):*
JOSÉ LUÍS FAZENDA ARNAUT DUARTE
RUA DO PATROCÍNIO, 94 1350 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* ELEMENTO PERMUTADOR DE CALOR

(57) *Resumo:*



DESCRIÇÃO

"ELEMENTO PERMUTADOR DE CALOR"

A invenção refere-se a um elemento permutador de calor para um permutador de calor pelicular e a um permutador de calor pelicular construído com base neste elemento.

O permutador de calor pelicular apresentado nesta descrição é particularmente apropriado para uso nas situações de permuta de calor em que a condensação do componente de vapor em líquido tem lugar num dos lados da superfície de permuta de calor e a vaporização do componente líquido em vapor tem lugar no outro lado da superfície de calor. Os permutadores de calor deste tipo podem ser usados, por exemplo, em evaporadores termocompressores e numa instalação de evaporador convencional, que usa vapor vivo como fonte de energia.

Os permutadores de calor peliculares atrás referidos são particularmente apropriados para utilizar num evaporador pelicular ou aparelho de destilação operando no princípio termocompressor. Este é um aparelho, em que a unidade permutadora de calor é constituída por elementos em forma de bolsa planos de material em folha fino, por exemplo folha de plástico, colocados um contra o outro. A transferência de calor tem lugar a partir do vapor condensado no interior dos elementos através da folha para evaporação do líquido que cai pela superfície exterior dos elementos. O vapor, que é introduzido nos elementos e que liberta calor após condensação, é gerado fora dos elementos e a sua pressão e temperatura foram aumentadas por um compressor antes da sua introdução nos elementos.

O objectivo do uso de aparelhos de destilação peliculares é obter um produto de destilação de uma determinada qualidade, por exemplo a produção de água potável a partir da água do mar ou purificação de água para processos industriais antes do retorno ao processo ou antes da drenagem. Outro objectivo pode ser a evaporação do excesso de solventes de várias soluções ou suspensões para obter uma concentração pretendida.

Os documentos FI 79948 e FI 86961, correspondentes ao documento WO92/10265, descrevem um permutador de calor apropriado para um aparelho de destilação pelicular, em que as superfícies de calor são folhas finas de plástico. As folhas de plástico são constituídas por estruturas de bolsas verticais dispostas adjacentes umas às outras. O líquido a evaporar é levado a cair do topo para a base ao longo das superfícies exteriores das bolsas, onde uma parte dele é evaporada. A pressão do vapor evaporado e consequentemente a temperatura de condensação são aumentadas por um compressor, após o que o vapor é introduzido nas estruturas das bolsas. A condensação do vapor tem lugar nesse ponto e o destilado ou condensado obtido é descarregado a partir do fundo da bolsa. No interior da estrutura da bolsa, existem passagens estreitas obtidas por soldadura das folhas umas às outras por soldadura por pontos ou por soldadura das folhas umas às outras por costuras em zig-zag interrompido. Na solução da publicação 86961 é considerado um mata-juntas extremo com uma estrutura em favo de mel no topo da estrutura em bolsa, a partir do qual o líquido a evaporar é introduzido na superfície exterior da estrutura em bolsa. O mata-juntas extremo também compreende canais, através dos quais o vapor que se dirige para a estrutura em bolsa é introduzido.

O permutador de calor atrás apresentado, contudo, envolve alguns pontos de risco. As folhas de plástico podem quebrar nos pontos de soldadura ou nas costuras, uma vez que a

soldadura altera a composição do material plástico nestes pontos. Durante a operação, os sacos agitam-se devido à formação de vapor e as folhas de duas bolsas adjacentes muitas vezes colam umas às outras em áreas consideráveis. Quando as bolsas se libertam uma da outra, facilmente se colam em outros pontos. Este tipo de agitação e fixação contínuas pode conduzir a que as folhas de plástico quebrem e acima de tudo à diminuição da eficiência do aparelho, em virtude de uma parte significativa das superfícies de calor estarem continuamente fora de uso devido à colagem. Além do mais, a distribuição do líquido a evaporar na superfície exterior da bolsa é irregular, em virtude da corrente de líquido do topo tender a unir-se, deixando parte da superfície seca e, por outro lado, as correntes de líquido unidas terem uma circulação demasiado rápida para se conseguir a evaporação máxima. Esta distribuição irregular do líquido conduz à diminuição da eficiência.

Pelas razões acima mencionadas, a transferência de calor é relativamente baixa no que se refere às áreas das superfícies de calor, em virtude de aproximadamente 40-50% da superfície de calor estar continuamente fora de uso. Para assegurar uma certa eficiência da transferência de calor, deve ser construída uma superfície de calor excessivamente grande e isto, muitas vezes, conduz a aparelhos grandes e caros.

O objecto da invenção é remover os problemas referidos e obter um elemento permutador de calor melhorado sem estes inconvenientes.

A invenção refere-se a um elemento permutador de calor, que compreende uma bolsa formada por um material flexível, por exemplo folha de plástico. A parte inferior da bolsa termina num receptor de condensado, que é provido de um tubo de drenagem para o condensado. A parte superior da bolsa tem

meios para a introdução de vapor na bolsa e para distribuição do líquido a evaporar pela superfície exterior da bolsa.

O elemento permutador de calor é caracterizado por

- uma placa ondulada perfurada 12 ser ajustada no interior da bolsa com as suas calhas onduladas e nervuras correndo numa direcção vertical, a sua largura L ser escolhida de maneira que a bolsa se firme de forma conveniente em volta da placa ondulada, e o seu comprimento P corresponder à porção maior do comprimento da bolsa,

- uma placa perfurada 12' ser ajustada contra uma das superfícies exteriores da bolsa com as suas calhas onduladas e nervuras correndo numa direcção horizontal e com o seu comprimento P' correspondendo substancialmente à largura da bolsa, e

- as perfurações 15 das placas onduladas só serem posicionadas na área entre o topo e o fundo da parte ondulada.

A invenção refere-se também a um permutador de calor pelicular construído na base dos elementos permutadores de calor acima referidos. O permutador de calor é caracterizado por

- uma placa perfurada 12 ser ajustada no interior da bolsa com as suas calhas onduladas e nervuras correndo numa direcção vertical, e a sua largura L ser escolhida de maneira que a bolsa se firme de forma apropriada em volta da placa ondulada, e o seu comprimento P corresponder à porção maior do comprimento da bolsa,

- uma placa ondulada perfurada 12' ser ajustada contra uma das superfícies exteriores da bolsa com as suas calhas

onduladas e nervuras correndo numa direcção horizontal, e o seu comprimento P' corresponder substancialmente à largura da bolsa,

- as perfurações 15 das placas onduladas só serem posicionadas na área entre o topo e o fundo da ondulação, e por

- os elementos permutadores de calor serem ajustados de forma adjacente, de tal maneira que a parte semelhante a uma bolsa do primeiro elemento contacte com a placa ondulada perfurada, colocada com as suas calhas onduladas e nervuras numa direcção horizontal do elemento seguinte, formando assim uma estrutura com a placa ondulada perfurada colocada com as calhas onduladas e nervuras numa direcção horizontal entre cada parte semelhante a uma bolsa.

A invenção torna possível obter um permutador de calor estável e duradouro, em que as bolsas não se podem deslocar. Esta característica bem como o abandono de costuras de soldadura são razões pelas quais o risco de dano da folha de plástico diminui de forma significativa. As bolsas não podem colar umas às outras e a distribuição do líquido a evaporar na superfície da bolsa torna-se uniforme. Por estas razões, a superfície de calor existente pode ser utilizada de uma forma muito mais eficaz, ou seja, atinge-se uma certa eficiência de transferência de calor com uma superfície de calor definitivamente mais pequena que a dos permutadores de calor peliculares convencionais. Devido a este facto e à estrutura compacta do elemento permutador de calor, a exigência de espaço é consideravelmente reduzida.

A invenção é descrita a seguir com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A figura 1 mostra a estrutura de um elemento permutador de calor de acordo com a invenção vista em perspectiva;

A figura 2 mostra um pormenor da placa ondulada do elemento permutador de calor da figura 1;

A figura 3 mostra outro pormenor da placa ondulada do elemento permutador de calor da figura 1;

A figura 4 mostra dois elementos permutadores de calor colocados de forma adjacente em corte transversal visto de lado.

A figura 1 mostra um elemento permutador de calor 10 colocado em direcção vertical, que compreende uma bolsa formada a partir de uma folha de plástico 11. Uma placa ondulada 12 é ajustada verticalmente no interior da bolsa. O vapor circula do dispositivo de distribuição (o dispositivo de distribuição não está representado na figura) de cima para baixo para a bolsa de ambos os lados da placa ondulada 12, como se indica pelas setas. O vapor condensa-se quando passa para baixo na bolsa e a parte inferior da bolsa constitui um receptor de condensado 13, que é provido de um tubo de drenagem 14 para o condensado, do qual pode haver um ou mais. A largura L da placa ondulada foi escolhida de maneira que a bolsa se comprima em volta dela, mantendo a folha de plástico no seu lugar. O comprimento P da placa ondulada 12 corresponde à parte maior do comprimento da bolsa, mas de preferência termina ligeiramente acima do fundo, de maneira que se forma um receptor de condensado 13 uniforme. A placa ondulada 12 é provida de perfurações 15, como se mostra na figura 2. Contudo, é importante que as perfurações não se prolonguem nem para o cume nem para o fundo das ondulações, em virtude destas áreas, que se comprimem contra a folha de plástico, poderem causar danos na folha. Devido às perfurações 15, o vapor pode distribuir-se uniformemente nas

direcções da largura da bolsa. A largura L da placa ondulada 12 é consideravelmente grande em comparação com a altura K da ondulação, tendo em vista que se obtenha uma bolsa que seja convenientemente plana em termos de transferência de calor. Por outro lado, uma altura muito pequena das ondulações conduz a canais de circulação estreitos e a uma resistência à circulação elevada. Na prática, uma altura de ondulação de 5--10 mm é provavelmente apropriada para a maior parte das utilizações. As ondulações são relativamente agudas, de maneira que o seu perfil forma um ângulo de cerca de 90° (figura 3). A placa ondulada pode ser feita de plástico com uma rigidez apropriada ou de alumínio, mas também são possíveis outros materiais.

Ajustada contra a superfície exterior da bolsa de plástico, existe uma placa ondulada perfurada 12' colocada na direcção horizontal, correspondendo o comprimento P' substancialmente à largura da bolsa. A altura da ondulação da placa ondulada 12', o perfil da ondulação e o material de fabrico da placa 12' podem ser os mesmos ou diferentes dos da placa ondulada 12 acima descrita.

A figura 4 mostra dois elementos permutadores de calor adjacentes em secção transversal vista de lado. O líquido a evaporar cai de um reservatório 20 ao longo das superfícies exteriores das folhas 11 das bolsas de plástico. Durante a queda, as superfícies das bolsas tornam-se ligeiramente abauladas, devido à pressão do vapor, na direcção da placa ondulada 12' colocada horizontalmente. O líquido que escorre para baixo reune-se nas bolsas 17 formadas pela placa ondulada e pela folha até que estas fiquem cheias, altura em que se escoa através das perfurações 15 (as perfurações 15 da placa ondulada 12' não são visíveis), como se indica pelas setas. No cume e no fundo de cada ondulação tem lugar uma redistribuição do líquido, obtendo-se assim uma distribuição muito uniforme do líquido na direcção da largura da bolsa. O

vapor formado pode libertar-se livremente na direcção lateral. No caso dos elementos permutadores de calor 10 fazerem parte de um permutador de calor de um evaporador termocompressor, o vapor libertado é então introduzido no compressor, no qual a sua pressão e, consequentemente, a sua temperatura de condensação são aumentadas. O vapor do compressor é então conduzido para as bolsas.

Num permutador de calor, os elementos permutadores de calor 10 são ajustados adjacentemente, de maneira que a parte em forma de bolsa do primeiro elemento contacta com a placa ondulada perfurada colocada horizontalmente do elemento seguinte. Desta forma, constitui-se um bloco compacto, em que uma placa ondulada perfurada colocada na direcção horizontal fica localizada entre cada parte em forma de bolsa.

As ondulações da placa ondulada 12' não necessitam de ser exactamente horizontais. As ondulações podem correr ligeiramente oblíquas, de maneira que os cumes das ondulações se inclinem para baixo desde as orlas até ao centro da bolsa.

Lisboa, 31 de Janeiro de 2000

AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

REIVINDICAÇÕES

1. Elemento permutador de calor (10), compreendendo
   - uma bolsa formada por material flexível, por exemplo folha de plástico (11) com a sua parte inferior terminando num receptor de condensado (13), que é provido de um tubo de drenagem (14) para o condensado, e tendo a sua parte superior meios para introdução do vapor na bolsa e distribuição do líquido a ser evaporado na superfície exterior da bolsa, caracterizado por:
   - uma placa perfurada (12) ser ajustada no interior da bolsa com as suas calhas onduladas e nervuras correndo numa direcção vertical, e por a sua largura (L) ser escolhida de maneira que a bolsa se comprime convenientemente à volta da placa ondulada, e por o seu comprimento (P) corresponder à porção maior do comprimento da bolsa;
   - uma placa ondulada perfurada (12') ser ajustada contra uma das superfícies exteriores da bolsa, com as suas calhas onduladas e nervuras correndo numa direcção horizontal e por o seu comprimento (P') corresponder substancialmente à largura da bolsa; e
   - as perfurações (15) das placas onduladas serem posicionadas apenas na área entre o topo e o fundo das ondulações.

2. Elemento permutador de calor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a largura (L) da placa ondulada (12) ser consideravelmente grande quando comparada com a altura (K) da ondulação, para se obter uma bolsa que seja convenientemente plana em termos de transferência de calor.

3. Elemento permutador de calor de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado por o perfil das ondulações formar um ângulo de cerca de 90° e por os topos e os fundos das ondulações serem arredondados.

4. Elemento permutador de calor de acordo com qualquer das reivindicações 1-3, caracterizado por as placas onduladas serem feitas de plástico com rigidez apropriada, de alumínio ou de material semelhante.

5. Permutador de calor incluindo elementos permutadores de calor adjacentes, compreendendo cada elemento permutador de calor (10):
   - uma bolsa formada por material flexível, por exemplo folha de plástico (11), com a sua parte inferior terminando num receptor de condensado (13), que é provido de um tubo de drenagem (14) para o condensado e com a sua parte superior tendo meios para introduzir o vapor na bolsa e distribuir o líquido a ser evaporado na superfície exterior da bolsa, caracterizado por:
   - uma placa ondulada perfurada (12) ser ajustada no interior da bolsa com as suas calhas onduladas e nervuras correndo numa direcção vertical, e por a sua largura (L) ser escolhida de maneira que a bolsa se comprime convenientemente à volta da placa ondulada, e por o seu comprimento (P) corresponder à porção maior do comprimento da bolsa;
   - uma placa ondulada perfurada (12') ser ajustada contra uma das superfícies exteriores da bolsa com as suas calhas onduladas e nervuras correndo numa direcção horizontal, e por o seu comprimento (P') corresponder substancialmente à largura da bolsa;
   - as perfurações (15) das placas onduladas serem posicionadas apenas na área entre o topo e o fundo das ondulações; e por

- os elementos permutadores de calor serem ajustados de forma adjacente de maneira que a parte em forma de bolsa do primeiro elemento contacta com a placa ondulada perfurada colocada com as suas calhas onduladas e nervuras numa direcção horizontal do elemento seguinte, formando desta maneira uma estrutura com uma placa ondulada perfurada colocada com as suas calhas onduladas e nervuras numa direcção horizontal entre cada parte em forma de bolsa.

Lisboa, 31 de Janeiro de 2000

AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

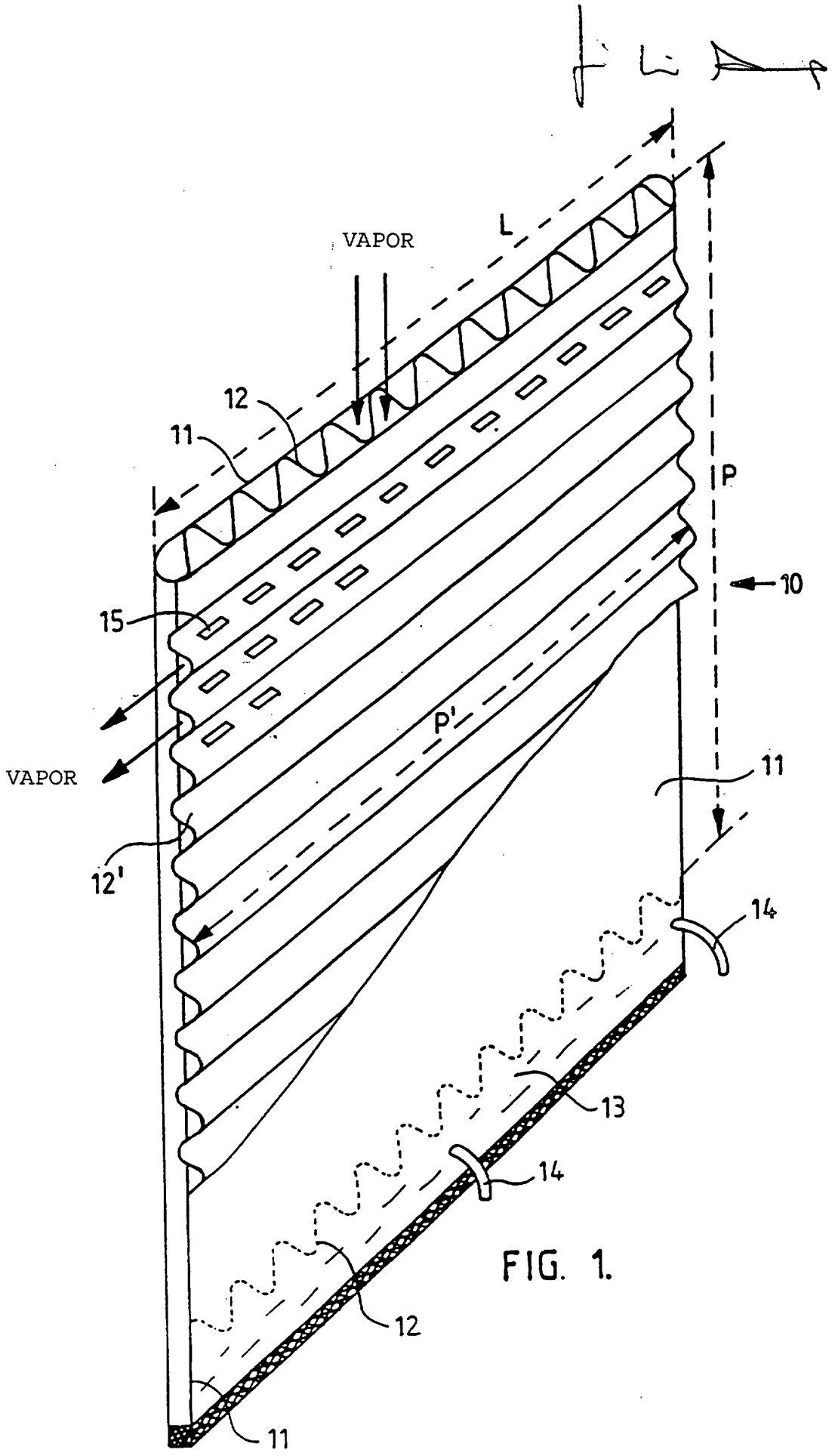


FIG. 1.

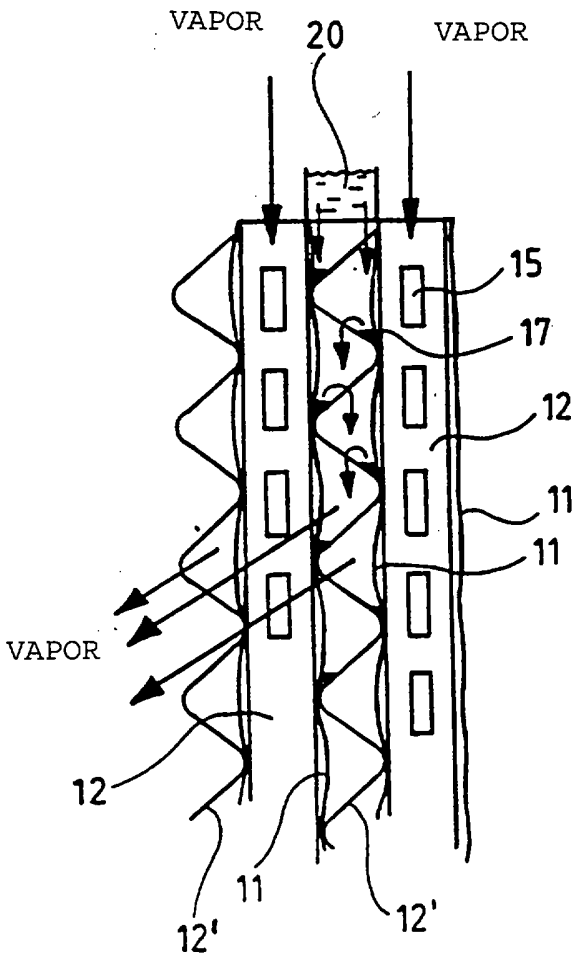


FIG. 4

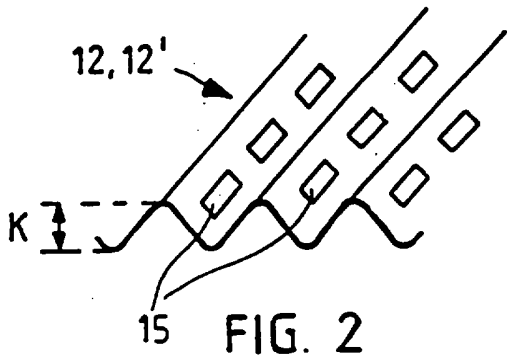


FIG. 2

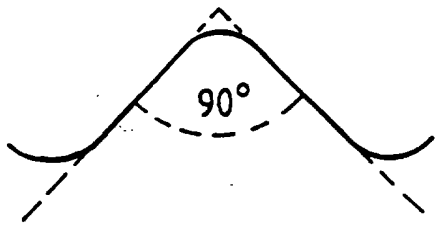


FIG. 3