



INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
PORTUGAL.

(51) Classificação Internacional: (Ed. 6)

F28D001/00 A F28D001/03 B
F28F009/04 B

(22) Data de depósito: 1994.12.28

(30) Prioridade: 1993.12.28 JP 33743993
1994.05.25 JP 11089094
1994.08.17 JP 19319094

(43) *Data de publicação do pedido:*
1995.07.05

(45) **Data e BPI da concessão:**
2000.03.22

(73) Titular(es):

SHOWA ALUMINUM CORPORATION
224, 6-CHO KAIZAN-CHO SAKAI-SHI OSAKA

JP

(72) Inventor(es):

JUMPEI NAKAMURA
HIROKI SHIBATA
KEIJI YAMAZAKI
TATSUYA HANAFUSA
NOBUAKI GO

JP
JP
JP
JP
JP

(74) Mandatário(s):

JOSÉ LUÍS FAZENDA ARNAUT DUARTE
RUA DO PATROCÍNIO, 94 1350 LISBOA

PT

(54) Epígrafe: PERMUTADOR DE CALOR EM PLACAS

(57) Resumo:

DESCRIÇÃO

"PERMUTADOR DE CALOR EM PLACAS"

A invenção refere-se a permutadores de calor em placas, utilizados como evaporadores para equipamentos de ar condicionado de veículos motores de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1.

O documento FR-A-813972, que é o documento da tecnologia anterior mais próximo, descreve um evaporador para motores ou aplicações semelhantes, que compreende uma série de radiadores dispostos lado a lado e separados. Estes radiadores compreendem canais de circulação em forma de U, que são providos de nervuras rectificadoras verticalmente alongadas dispostas em paralelo no canal direito, que forma porções dos canais de circulação para permitir uma circulação regular do produto de refrigeração.

O documento US-A-5 111 878 descreve um evaporador para o condicionador de ar de um automóvel, que compreende uma série de tubos dispostos lado a lado. Os tubos têm uma série de nervuras de circulação obedecendo a um determinado padrão no seu interior para formar secções descontínuas de circulação de fluido para melhoria das trocas de calor.

O documento US-A-5 062 477 descreve também um evaporador para o condicionador de ar de um automóvel, que é constituído por tubos que compreendem nervuras divisoras para definir passagens de líquido e vapor para a circulação do refrigerante



à volta da extremidade numa circulação geral com forma geral de U.

O documento US-A-5 125 453 refere-se a um permutador de calor semelhante com placas com alhetas, tendo rebordos em arco entre as paredes opostas dos tubos de um permutador de calor para dirigir a circulação do fluido da porção interior para a exterior para melhorar a permuta de calor.

Os permutadores de calor já conhecidos são de dois tipos: os que têm dois tubos de comunicação, respectivamente, num dos lados superior ou inferior de um conjunto de placas em camadas, e os que têm tubos de comunicação nos dois lados. Os do primeiro tipo têm uma porção de permuta de calor que é maior que a dos do último tipo e pensa-se que conseguem, por isso, um melhor desempenho.

Dito mais especificamente, os permutadores de calor em placas, tendo tubos de comunicação num dos lados, compreendem pares de placas adjacentes de forma geralmente rectangular, sendo cada uma das placas formada num dos seus lados com um recesso de canal em forma de U e um par de recessos de tubos de comunicação contínuos, respectivamente, com uma e outra das extremidades do recesso do canal, e tendo cada uma uma abertura de passagem do fluido, sendo as placas reunidas em camadas com os correspondentes recessos das placas em cada par opostos uns aos outros, para formar assim tubos achatados justapostos, tendo cada um um canal de fluido em forma de U, e tubos de comunicação frontais e posteriores comunicando, respectivamente, com as extremidades opostas de cada tubo, para obrigar um fluido a circular através de todos os tubos achatados e de comunicação.

Contudo, os permutadores de calor em placas, tendo os tubos de comunicação num dos lados, têm o problema de, quando usados como evaporadores para condicionadores de ar de veículos



motores, o refrigerante deixar de circular com regularidade ao longo da porção curva dos recessos de canal em forma de U de cada placa e de atingir a elevada eficiência que se espera. Isto em virtude de, se as placas forem desenhadas, por exemplo, para produzir um efeito rectificador, a perda de pressão da circulação do refrigerante poder ser diminuída, mas daí resultar um coeficiente de transferência de calor reduzido e, portanto, uma eficiência de troca de calor enfraquecida, enquanto que, se as placas forem ao contrário adaptadas para dar principalmente um efeito de mistura, a perda de pressão de circulação do refrigerante aumenta para um indesejável nível, apesar de uma melhoria do coeficiente de transferência de calor. O refrigerante tem então tendência para estagnar ou circular de forma não regular na vizinhança da porção curva em forma de U do canal de refrigeração de cada tubo achatado, permitindo consequentemente que o evaporador exiba um pior desempenho.

Além disso, no evaporador convencional, a junta entre as placas é feita por contacto pontual, o que, portanto, implica o problema de ser difícil assegurar a capacidade de resistência à pressão.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A invenção proporciona um permutador de calor em placas que está livre dos problemas atrás referidos.

A invenção proporciona um permutador de calor em placas de acordo com a reivindicação 1.

A pressão curva do canal em forma de U, que forma o recesso de cada placa, é provida de uma porção rectificadora constituída na parte central da porção curva, e a porção de



mistura do fluido é provida em cada um dos lados frontal e posterior da porção rectificadora.

Sendo a porção rectificadora constituída na parte central da porção curva, esta compreende projecções paralelas inclinadas para baixo e para trás, projecções horizontais paralelas e projecções paralelas inclinadas para baixo e para a frente, permitindo ao fluido circular rapidamente da porção posterior do canal através da parte central da porção curva e para a porção da frente do canal. Neste caso, estão colocadas várias projecções pequenas na frente e por trás da porção rectificadora para proporcionar porções de mistura do fluido, onde o fluido é completamente misturado.

Nos permutadores de calor em placas assim construídos, a porção de mistura e a porção rectificadora constituídas na porção curva do canal em U de cada tubo achatado rectificam a circulação do fluido e ao mesmo tempo misturam-no, permitindo que o fluido circule com regularidade pela porção curva do canal para se atingir um coeficiente de transferência de calor melhorado. Com os canais em forma de U dos tubos achatados convencionais, a circulação do fluido fica estagnada na porção de retorno do canal após a passagem na porção curva, enquanto que o tubo achatado de acordo com a invenção não provoca a estagnação, permitindo ao fluido circular com regularidade na vizinhança da porção curva de canal do tubo sem estagnação nem irregularidades de circulação. Este tubo achatado provoca uma menor perda de pressão no fluido e pode esperar-se que consiga um desempenho melhorado.

As projecções pequenas para a formação da porção de mistura do fluido e as projecções longas para constituírem a porção rectificadora têm uma altura igual à profundidade do recesso, ou uma altura que é o dobro da profundidade.



No primeiro caso, as projecções pequenas opostas das porções curvas do recesso das placas adjacentes, quando ajustadas em conjunto com os seus recessos opostos uns aos outros, bem como as projecções longas opostas são reunidas umas às outras extremo a extremo.

No último caso, as projecções pequenas e as projecções longas na porção curva de recesso são reunidas nas suas extremidades de topo à parede de fundo da porção curva da placa a elas oposta. Isto constitui uma área de reunião aumentada e aumenta a capacidade de resistência à pressão do permutador de calor.

As projecções pequenas da porção de mistura na porção curva do canal de fluido em forma de U de cada tubo achatado na sua parte central ou as projecções longas que formam a porção rectificadora na parte central têm uma altura igual à profundidade do recesso. Quando as placas adjacentes são reunidas umas às outras, estas projecções pequenas ou longas ficam opostas umas às outras e ficam reunidas umas às outras extremo a extremo.

O recesso de canal em forma de U de cada placa pode ter canais frontal e posterior direitos, formando porções providas de nervuras rectificadoras alongadas verticalmente com uma altura duas vezes a profundidade do recesso, tendo cada par de placas adjacentes, quando ajustadas uma à outra, as nervuras rectificadoras dispostas alternadamente em posições diferentes, tendo as nervuras rectificadoras, cada uma, uma extremidade junto de uma parede de fundo da porção da placa que forma um canal direito a elas oposto.

Com este permutador de calor, as nervuras rectificadoras alongadas, existentes nas porções frontal e posterior que formam as porções dos recessos de canal de cada placa, permitem que o fluido circule directamente através das porções frontal e



posterior do canal em forma de U do tubo achatado, eliminando consequentemente o provável aumento da perda de pressão do fluido.

Além disso, estas nervuras rectificadoras alongadas têm as suas extremidades de topo reunidas à parede de fundo das porções que formam o canal direito da placa a elas oposta. Isto tem como resultado uma área de junção aumentada e confere uma melhor capacidade de resistência à pressão do permutador de calor.

As nervuras rectificadoras alongadas verticalmente são alternadamente dispostas em posições diferentes no conjunto das placas adjacentes quando reunidas. As porções curvas dos recessos de canal opostos têm uma multiplicidade de projecções pequenas, para formar a porção de mistura de fluido, e projecções longas, para formar a porção rectificadora. De acordo com este facto, as nervuras rectificadoras alongadas, as projecções longas e as projecções pequenas de cada placa podem ser em número menor. As placas podem, portanto, ser facilmente constituídas.

Pelo menos uma das placas adjacentes em cada par é provida de uma nervura formando um canal dividido em forma de U na parede de fundo do recesso que forma canal, sendo em cada par as placas ajustadas e reunidas uma à outra com os recessos correspondentes opostos uns aos outros para assim formar uma série de canais independentes divididos em forma de U de largura reduzida no interior do tubo achatado.

No permutador de calor descrito, o fluido circula pelo tubo achatado sem se misturar entre os canais divididos adjacentes e livre de estagnação. De acordo com este facto, a separação vapor-líquido fica confinada apenas a um canal dividido e, portanto, diminui e não dá origem a um aumento da perda de pressão do fluido.



O permutador de calor descrito pode assumir os seguintes três modos.

No primeiro, a entrada do fluido é constituída na extremidade do tubo de comunicação posterior e a saída do fluido é constituída na outra extremidade do tubo de comunicação frontal, sendo cada um dos tubos frontal e posterior providos de pelo menos uma divisória intermédia entre eles, sendo as divisórias em número par e dispostas alternadamente nos lados posterior e frontal quando vistas de cima na direcção da entrada de fluido para a saída de fluido, para assim formar uma passagem de fluido em zig-zag dividida num número ímpar de passagens, incluindo uma passagem de entrada e uma passagem de saída e uma passagem intermédia entre ambas, permitindo a passagem de saída que o fluido por ela circule em contracorrente contra a circulação de ar.

No segundo, a entrada de fluido é considerada numa extremidade do tubo de comunicação frontal e a saída de fluido é considerada na outra extremidade do tubo de comunicação frontal, sendo cada um dos tubos frontal e posterior provido de pelo menos uma divisória intermédia, sendo as divisórias no total em número ímpar e dispostas alternadamente nos lados frontal e posterior quando vistas de topo na direcção da entrada de fluido para a saída de fluido, sendo as divisórias no tubo frontal em maior número que as do tubo posterior para desta forma constituir uma passagem de fluido em zig-zag dividida num número par de passagens, incluindo uma passagem de entrada, uma passagem de saída e uma passagem intermédia entre as duas, permitindo a passagem de saída que o fluido circule através dela em contracorrente contra a circulação de ar.

No terceiro, o tubo de comunicação frontal tem a entrada de fluido numa sua extremidade e a saída de fluido na sua outra extremidade e a divisória na sua porção intermédia para assim



formar uma passagem de fluido em zig-zag dividida numa passagem de entrada e numa passagem de saída, permitindo a passagem de saída que o fluido circule através dela em contracorrente contra a circulação de ar.

O permutador de calor em placas em qualquer dos modos acima referidos é útil, por exemplo, para como evaporador em placas ser utilizado em equipamentos de ar condicionado de veículos motores. Uma vez que a circulação do refrigerante através da passagem de saída é feita em contracorrente contra a circulação de ar, a diferença de temperatura entre o refrigerante superaquecido e o ar que vai ser submetido à permuta de calor no seu interior é maior que nos evaporadores do tipo concorrente, em que o refrigerante superaquecido é posicionado a jusante relativamente à direcção da circulação do ar. A parte em que o refrigerante está superaquecido atinge, portanto, uma elevada eficiência de permuta de calor. Consequentemente, esta porção da passagem do refrigerante pode ser diminuída para se conseguir uma porção maior para o refrigerante em forma de vapor e assegurar um desempenho de permuta de calor estabilizado.

A invenção será descrita em mais pormenor com referência aos desenhos anexos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista em perspectiva esquemática de um permutador de calor em placas de acordo com a invenção;

A figura 2 é uma vista de frente fragmentada e ampliada, mostrando uma placa de tubo achatado do permutador de calor;

A figura 3 é uma vista de frente da placa;



A figura 4 é uma vista ampliada em corte feito ao longo da linha 4-4 da figura 2;

A figura 5 é uma vista ampliada em corte feito pela linha 5-5 da figura 2;

A figura 6 é uma vista fragmentada e ampliada em corte do permutador de calor, ou seja, a primeira forma de realização;

A figura 7 é uma vista de frente fragmentada ampliada, mostrando uma placa de tubo achatado de um permutador de calor de uma outra forma de realização da invenção;

A figura 8 é uma vista de frente, mostrando uma placa para ser utilizada numa outra forma de realização da invenção antes de ser dobrada;

A figura 9 é uma vista em alçado lateral da placa;

A figura 10 é uma vista de frente fragmentada ampliada, mostrando uma placa de tubo achatado do permutador de calor da forma de realização da figura 8;

A figura 11 é uma vista de frente esquemática do permutador de calor.

DESCRIÇÃO DE FORMAS DE REALIZAÇÃO PREFERIDAS

Ao longo dos desenhos, partes idênticas serão designadas por números de referência idênticos.

Nesta especificação, o lado a montante da circulação de ar (isto é, o lado esquerdo da figura 2) será referido como «frontal» e o respectivo lado a jusante (isto é, o lado direito da figura 2) como «posterior» e os termos «direito» e



«esquerdo» são usados quando o dispositivo é visto de frente para trás.

As figuras 1 a 6 representam uma primeira forma de realização da invenção, isto é, um permutador de calor em placas para ser usado como evaporador 1 no equipamento de ar condicionado de um veículo motor.

Com referência a estes desenhos, o evaporador 1 compreende um par de placas adjacentes 2 de forma geral rectangular, feitas de alumínio (incluindo uma liga de alumínio). Cada uma das placas 2 é constituída num dos seus lados por um recesso de canal em forma de U 3 e dois recessos de tubo de comunicação 4, 4, contínuos, respectivamente, com a extremidade superior frontal e as porções posteriores do recesso 3. O recesso 3 é provido de uma nervura de divisão 9 alongada verticalmente, prolongando-se centralmente no recesso 3 da sua extremidade superior até uma porção próxima da sua extremidade inferior. A nervura 9 tem uma altura quase igual à profundidade do recesso 3. As placas 2 são ajustadas umas às outras em camadas com recessos correspondentes 3, 3 e 4, 4 das placas 2, 2 em cada par oposto um ao outro e as nervuras divisórias opostas 9, 9 bem como as porções da orla periférica 19, 19 opostas de cada par de placas 2, 2 são reunidas uma à outra para formar tubos achatados em forma de U 5 e um par de tubos de comunicação frontal e posterior 7, 6, comunicando, respectivamente, com as extremidades opostas de cada tubo achatado 5. As placas opostas 2, 2 de cada dois tubos achatados 5, 5 adjacentes são reunidas nas paredes de fundo 4a, 4a dos seus recessos dos tubos de comunicação 4, 4 confinadas uma contra a outra e nas saliências de afastamento 29, 29 formadas nas extremidades inferiores das duas placas 2, 2 e confinando uma com a outra. É interposta entre os primeiros tubos 5, 5 uma nervura 24 ondulada.



As placas laterais 20 estão dispostas, respectivamente, nos lados exteriores direito e esquerdo do evaporador 1 com uma nervura ondulada 24 também introduzida entre cada uma das placas laterais 20 e o tubo achatado 5. As placas laterais 20, 20 e as placas 2 entre elas são obtidas a partir de uma folha de alumínio soldada.

Com referência às figuras 2, 3 e 4, o recesso de canal 3 em forma de U de cada placa 2 tem canais direitos frontal e posterior formando as porções 3a e 3b, que são providas, respectivamente, de nervuras rectificadoras alongadas 15, 16. Estas nervuras têm uma altura dupla da profundidade do recesso 3. Quando as placas adjacentes 2, 2 são ajustadas uma à outra, estas nervuras 15, 16 são dispostas alternadamente em posições diferentes. Com o par de placas 2, 2 ajustadas uma à outra, as nervuras 15, 16 são posicionadas nas porções de canal direito frontal e posterior 5a, 5b do canal de refrigeração em forma de U constituído pelo tubo achatado 5, que são dispostos simetricamente relativamente às nervuras de divisão centrais opostas 9.

Mais especificamente, a porção 3a, que forma a porção direita do recesso 3 de cada placa 2 desta forma de realização, tem duas nervuras rectificadoras 15 em posições intermédias equidistantes, enquanto a porção 3b, que forma a porção de canal direito, tem três nervuras rectificadoras 16 próximas das orlas laterais opostas e em porções médias equidistantes dessas orlas.

As placas 2 têm formas idênticas. Quando as placas adjacentes 2, 2 em cada par são ajustadas uma à outra com os seus recesso 3, 3 opostos um ao outro, a porção que forma o canal direito frontal 3a de uma das placas, isto é, da primeira placa 2, é oposto à porção que forma o canal direito posterior 3b da outra placa, ou seja, da segunda placa 2, e a porção



posterior 3b da primeira placa 2 é oposta à porção frontal 3a da segunda placa 2. Assim, as duas nervuras rectificadora 15 da porção frontal 3a da primeira placa 2 e as três nervuras rectificadoras 16 da porção posterior 3b da segunda placa 2, que perfazem um número total de cinco, são dispostas alternadamente, e ao mesmo tempo, as três nervuras 16 da porção posterior 3b da primeira placa 2 e as duas nervuras 15 da porção frontal 3a da segunda placa 2, que perfazem um número total de cinco, são dispostas alternadamente. Com as placas 2, 2 de cada par ajustadas uma à outra, estas nervuras 15 e 16 são simetricamente dispostas relativamente às nervuras divisórias 9 dos recessos 3.

Além disso, com as duas placas 2, 2 ajustadas uma à outra, a extremidade de topo de cada uma das nervuras 15, 16 é reunida à parede de fundo 17 da porção 3a (3b) que forma o canal direito da placa 2 a elas oposta.

Em seguida, fazendo referência às figuras 2, 3 e 5, o recesso 3 de canal em forma de U de cada placa 2 tem uma porção curva 3c, que é construída com uma porção rectificadora 11 no centro e com as porções 10, 10 de mistura de refrigerante nos lados frontal e posterior da porção rectificadora 11.

Com esta forma de realização, a porção curva 3c do recesso de canal 3 em forma de U de cada placa 2 é provida de uma série de pequenas projecções 12 para constituir as porções 10 de mistura de refrigerante, e de uma série de projecções longas 13 para formar a porção rectificadora 11. As projecções diferentes das que são posicionadas no centro da porção curva 3c têm uma altura dupla da profundidade do recesso 3. Cada par de placas adjacentes 2, 2, quando ajustadas uma à outra, têm as projecções com a altura atrás mencionada dispostas alternadamente em posições diferentes umas das outras e têm as extremidades de topo destas projecções pequenas 12 e destas



projectções longas 13 confinadas contra e juntas à parede de fundo da porção curva 3c da placa 2 a ela oposta. Assim, o canal refrigerante em forma de U do tubo achatado 5 tem uma porção de canal curva 5c, que é provida de porções de mistura de refrigerante, constituindo a multiplicidade das pequenas projectções 12 e compreendendo a porção rectificadora as projectções longas paralelas 13.

Referida de maneira mais específica, a invenção tem uma projectção longa 13 inclinada para trás e para baixo e colocada em frente da porção curva 3c do recesso 3 de cada placa 2, uma projectção longa 13 inclinada para a frente e para baixo e colocada na parte posterior do centro a um nível mais elevado que o primeiro, e três projectções horizontais longas 23 e uma projectção pequena circular 22.

A metade frontal da porção curva 3c tem três pequenas projectções 12 dispostas a uma distância determinada numa disposição oblíqua inclinada para a frente e para cima para formar uma das porções de mistura de refrigerante 10 e a metade posterior da porção curva 3c tem duas projectções pequenas 12 separadas por uma distância pré-determinada numa disposição oblíqua inclinada para trás e para cima e uma projectção pequena 12 num dos lados desta disposição para formar a outra porção de mistura 10.

Além disso, é considerada uma projectção 14 de reforço de uma forma geral triangular na porção curva 3c no canto inferior da metade frontal, que não contribuirá grandemente para a permuta de calor.

A projectção longa 13 inclinada para trás e para baixo mesmo em frente do centro da porção curva 3c, a projectção longa 13 inclinada para a frente e para baixo na parte posterior do centro, a projectção pequena 12 diferente da projectção central 22 e a projectção de reforço 14 têm uma altura dupla da



profundidade do recesso 3. As três projecções longas horizontais 23 e a projecção pequena circular 22 na parte central da porção curva 3c têm um altura igual à profundidade do recesso 3, como a nervura de divisão central 9 do recesso 3 e a placa da porção da orla periférica 19.

Quando as primeira e segunda placas adjacentes 2, 2 são ajustadas uma à outra com os recessos 3, 3 opostos um ao outro, as projecções longas 13 inclinadas para trás e para baixo em frente do centro da porção curva do recesso 3c da primeira placa 2 e as projecções longas 13 inclinadas para baixo e para a frente na parte posterior do centro da porção curva do recesso 3c da segunda placa 2 (a última projecção 13 é invertida em relação à primeira placa oposta e, portanto, inclinada para trás e para baixo) são posicionadas a níveis diferentes e a extremidade de topo de cada uma destas projecções longas 13 é reunida à parede de fundo 18 da porção curva 3c da placa 2 a ela oposta.

As três projecções pequenas 12 da metade frontal da porção curva do recesso 3 da primeira placa, as duas projecções pequenas 12, 12 superior e inferior na disposição oblíqua para trás e para cima da metade posterior da porção curva da segunda placa 2 e a projecção pequena 12 na mesma placa num dos lados da disposição são colocadas alternadamente. A projecção de reforço 14 no canto inferior frontal da porção curva 3c da segunda placa 2 é colocada na posição oposta à projecção de reforço 14 da primeira placa 2 e localizada no canto posterior inferior da porção curva 3c da segunda placa. Na porção curva de canal 5c no canal de refrigeração em forma de U do tubo achatado 5, conseguido pelas placas adjacentes 2 quando ajustadas uma à outra, estas projecções 12 e 14 são simétricas relativamente ao centro da porção de canal.



Também, no conjunto das duas placas 2, 2, as projecções pequenas 12, as projecções longas inclinadas 13, 13 e a projecção de reforço 14 da porção curva 3c do recesso 3 da primeira placa 2 são reunidas, cada uma na sua extremidade de topo, à parede de fundo 18 da porção curva 3c da segunda placa 2 a ela oposta, e as três projecções longas horizontais 23 e uma projecção pequena circular 22 no centro de cada porção curva 3c são, cada uma delas, reunidas com a projecção correspondente da outra porção curva 3c, quando confinada contra ela. Consequentemente, a porção curva de canal 5c do canal refrigerante em forma de U do tubo achatado 5 é provida de uma porção rectificadora 11 na sua parte central e uma porção de mistura refrigerante 10 colocada em cada um dos lados frontal e posterior da porção rectificadora 11 e compreendendo uma multiplicidade de projecções pequenas 12, compreendendo a porção rectificadora 11 três projecções longas 23, projecções pequenas 22 e projecções longas inclinadas 13, 13 na parte frontal e na parte posterior destas projecções.

Com referência às figuras 3 e 6, os recessos 4, 4 dos tubos de comunicação frontal e posterior têm, cada um, uma parede de fundo 4a, que possui uma abertura de passagem de refrigerante 8 com a forma de um círculo, que é alongada na direcção da parte frontal para a posterior. A parede 4a tem uma parede circular 25, que rodeia a abertura 8, que se projecta para o interior do recesso 4.

No caso do evaporador 1 atrás descrito, um refrigerante introduzido no tubo de comunicação frontal 7 a partir de um tubo de alimentação refrigerante 27 (ver figura 1) no lado direito do evaporador circula para os tubos achatados 5 do tubo de comunicação 7. O refrigerante circula pelo canal em forma de U no interior de cada tubo 5 para o tubo de comunicação posterior 6.



As porções de canal direito frontal e posterior 5a, 5b do tubo achatado 5 são providas, respectivamente, das nervuras rectificadoras alongadas verticalmente 15, 16, de maneira que o refrigerante circula a direito nestas porções de canal 5a, 5b sem provocar um aumento da perda de pressão do refrigerante quando circula pelo canal refrigerante em forma de U do tubo achatado 5.

A porção curva do canal 5c de cada tubo achatado 5 tem a porção rectificadora 11 na sua parte central, e as porções de mistura de refrigerante 10, 10 nos lados frontal e posterior da porção rectificadora 11. Isto rectifica a circulação do refrigerante e mistura o refrigerante na porção curva do canal 5c, ao mesmo tempo, obrigando o fluido a circular com regularidade pela porção curva 5c para conseguir um coeficiente de transferência de calor melhorado e eliminar a estagnação e as irregularidades da circulação do refrigerante na vizinhança da porção curva 5c do canal para que o evaporador exiba também um desempenho aperfeiçoado.

O refrigerante é descarregado do tubo de comunicação posterior 6 para o exterior através de um tubo de descarga de refrigerante 28 ligado à extremidade direita do tubo de comunicação 6.

Por outro lado, o ar circula através dos espaços livres onde estão as nervuras onduladas 24 e formados entre tubos achatados 5 adjacentes do evaporador 1 e entre o tubo 5 e a placa lateral 20 em cada extremidade, pelo que o refrigerante e o ar são eficazmente submetidos a permuta de calor através das placas 2 e das nervuras onduladas 24.

Deseja-se introduzir uma divisória no fundo do recesso do tubo de comunicação 4 da placa 2 numa zona determinada de cada um dos tubos de comunicação posterior e frontal 6, 7 do evaporador 1, como mais tarde será descrito, de maneira que o



refrigerante circule em zig-zag através do evaporador 1 em todo o seu percurso.

De acordo com esta forma de realização, as nervuras 15, 16 dos canais direitos frontal e posterior que formam as porções do recesso de canal 3 de cada placa 2 e as projecções longas 13 e as projecções pequenas da porção curva do canal 3c do recesso 3 têm um altura dupla da profundidade do recesso 3 e são reunidas pelas suas extremidades de topo às respectivas paredes de fundo 17 e 18 da placa a elas oposta. As nervuras 15, 16, as projecções longas 13 e as projecções pequenas 12 são, portanto, cada uma reunidas numa área aumentada, conferindo uma melhorada resistência à pressão ao evaporador 1.

As nervuras rectificadoras verticalmente alongadas 15, 16 das porções 3a, 3b, que formam os canais direitos frontal e posterior dos recessos de canal 3, são providos nas porções de canais direitos frontal e posterior 5a, 5b do canal refrigerante do tubo achatado 5 das placas adjacentes 2, 2, quando reunidas uma à outra, e são posicionadas simetricamente nos lados frontal e posterior da linha central de canal. As porções curvas 3c dos recessos opostos 3 têm uma multiplicidade de projecções pequenas 12, que formam as porções de mistura de refrigerante 10 e as projecções longas 13, que formam a porção rectificadora 11, e estas projecções, excepto as das porções curvas 3c posicionadas centralmente, são dispostas alternadamente no interior do conjunto de placas adjacentes 2, 2 e são posicionadas simetricamente como um todo nos lados frontal e posterior da linha central da porção curva. Em virtude destas características, as nervuras rectificadoras longas 15, 16, as projecções longas 13 e as projecções 12 de cada placa 2 podem ser em menor número. A placa 2 pode, portanto, ser formada por um trabalho de pressão mais fácil.



A figura 7 mostra outra forma de realização da invenção, na qual, como na terceira forma de realização, as porções que formam os canais direitos frontal e posterior em lados opostos da nervura de divisão central 9 do recesso de canal 3 de cada placa 2 são providas de nervuras rectificadoras alongadas verticalmente 21, que são dispostas equidistantemente em paralelo e que têm uma altura igual à profundidade do recesso 3 (portanto, igual à altura da nervura 9).

Também, como no caso da primeira forma de realização, a porção curva 3c do recesso 3 de canal em forma de U de cada placa 2 tem uma porção rectificadora 11 na sua parte central e porções de mistura de refrigerante 10, 10 na parte frontal e posterior da porção 11.

Ainda que uma série de projecções pequenas 12 para formar porções de mistura 10 e de projecções longas 13 para formarem a porção rectificadora 11 sejam dispostas substancialmente no mesmo padrão da primeira forma de realização, as projecções pequenas 12 da porção de mistura 10 e as projecções longas 13 da porção rectificadora 11 têm um altura igual à profundidade do recesso 3 (portanto, igual à altura da nervura de divisão 9).

A porção curva do canal 3c não tem projecção de reforço no seu canto.

Com o evaporador de placas 1 acima descrito, que compreende pares de placas adjacentes 2, 2, cada par de placas adjacentes 2, 2 é reunido um ao outro com os seus recessos 3, 3, bem como os recessos 4, 4 opostos uns aos outros. Nesta altura, as nervuras de divisão centrais 9 dos recessos de canal 3, 3, bem como as nervuras rectificadoras alongadas verticalmente 21 das porções de formação de canais direitos 3a, 3b são reunidas umas às outras extremo a extremo. Nas porções curvas 3c, 3c dos recessos 3, 3, as projecções pequenas opostas 12 das porções de



mistura 10, bem como as projecções longas opostas 13 são reunidas extremo a extremo. Consequentemente, um canal refrigerante em forma de U substancialmente com a mesma forma da primeira forma de realização é formado em cada tubo achatado 5 do evaporador 1.

Assim, a porção curva do canal 5c rectifica a circulação do refrigerante e mistura-o ao mesmo tempo, quando este circula em cada um dos três tubos achatados 5. O mesmo efeito e a mesma vantagem verificados no caso da primeira forma de realização podem, portanto, ser esperados.

As figuras 8 a 11 mostram outra forma de realização da invenção, que difere da forma de realização da figura 7 no que a seguir se refere. Esta forma de realização, ou seja, o evaporador em placas 1 é constituído pelas placas 32, tendo um tamanho correspondente a duas placas 2 da quarta forma de realização quando interligadas por uma junta 33. Os tubos achatados 5 e os tubos de comunicação frontal e posterior 7, 6, que comunicam com as extremidades frontal e posterior dos canais refrigerantes em forma de U dos tubos 5, são formados pela dobração das placas 32.

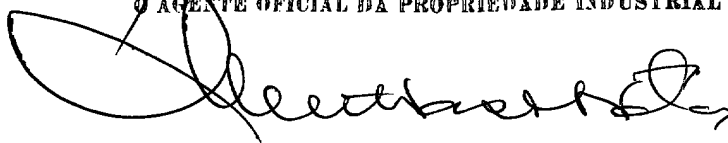
Cada uma das metades superiores 32A e inferiores 32B têm um recesso 3 formando um canal em forma de U, que inclui uma porção curva 3c, cuja parte central tem uma porção rectificadora 11. As porções de mistura de refrigerante 10, 10 são proporcionadas na porção rectificadora 11 nas suas partes frontal e posterior. Contudo, esta forma de realização tem exactamente a mesma construção que a forma de realização da figura 7 no que diz respeito ao seguinte. O recesso 3 tem porções de formação de canal direito frontal e posterior nos lados frontal e posterior da sua nervura de divisão central 9 e estas porções têm nervuras rectificadoras alongadas verticalmente 21, que são separadas numa certa distância em

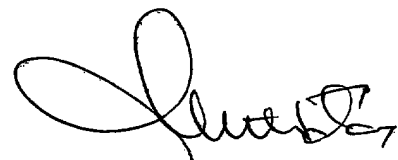
paralelo e têm uma altura igual à profundidade do recesso 3. Uma série de pequenas projecções 12 para formarem as porções de mistura de refrigerante 10 e as projecções longas 13 para formarem a porção rectificadora central 11 são dispostas da mesma forma que na forma de realização da figura 7.

As projecções pequenas 12 para formarem a porção de mistura 10 e as projecções longas 13 para constituírem a porção rectificadora 11, nas formas de realização, não são limitadas na forma às apresentadas, mas podem assumir outras formas dentro do âmbito das reivindicações.

Lisboa, 31 de Março de 2000.

O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. A. M. Silva', written over the printed text of the official's name.



REIVINDICAÇÕES

1. Permutador de calor em placas, que compreende pares de placas adjacentes (2) de forma geral rectangular, sendo cada uma das placas formada num dos seus lados por um recesso de canal (3) em forma de U e por um par de recessos (4) de tubos de comunicação contínuos, respectivamente, com uma das extremidades e com a outra do recesso de canal (3) e tendo cada uma uma abertura de passagem de fluido (8), sendo as placas (2) reunidas uma à outra em placas com os recessos correspondentes (3) das placas de cada par opostos uns aos outros para assim formar tubos achatados justapostos (5), tendo cada um um canal de fluido em forma de U e tubos de comunicação frontal e posterior (7, 6) comunicando, respectivamente, com extremidades opostas de cada tubo achatado para obrigarem o fluido a circular por todos os tubos achatados e tubos de comunicação, tendo o recesso de canal em forma de U (3) de cada placa (2) uma nervura de divisão (9) na sua porção central, sendo providas nervuras alongadas em paralelo formando porções de canal direito (3a, 3b) colocadas nos lados frontal e posterior da nervura de divisão (9), sendo os permutadores de calor caracterizado por o recesso de canal em forma de U (3) de cada placa (2) ter uma porção curva provida com uma porção de mistura de fluido (10) uma multiplicidade de projecções pequenas (12) e uma porção rectificadora (plana) (11), tendo projecções longas (13) direitas e paralelas ao longo de uma circulação do fluido, sendo as referidas projecções longas paralelas (13) dispostas horizontalmente inclinadas para trás e para baixo ou inclinadas para a frente e para baixo relativamente à circulação do fluido, tendo a porção curva



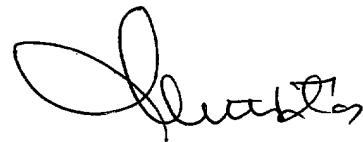
de canal (3c) do canal de fluido (3) em forma de U do tubo achatado a porção rectificadora (11) na sua parte central e a porção de mistura de fluido (10) de cada lado frontal e posterior da porção rectificadora (11) relativamente à referida direcção de circulação de fluido, sendo as placas (2) em cada par reunidas uma à outra com os seus recessos (3) opostos uns aos outros para proporcionar canais de fluido direitos paralelos divididos pelas nervuras rectificadoras em porções de canal direitas (5a, 5b).

2. Permutador de calor em placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a multiplicidade de projecções pequenas (12, 22) e de projecções longas (13, 23), consideradas na porção curva (3c) do recesso de canal em forma de U (3) de cada placa, ter uma altura igual à profundidade do recesso, tendo cada par de placas adjacentes (2), quando ajustadas uma à outra com os respectivos recessos opostos uns aos outros, extremidades de topo das suas projecções pequenas opostas e extremidades de topo das suas projecções longas opostas confinadas contra e reunidas umas às outras, para formarem a porção de mistura de fluido da porção curva do canal de fluido em forma de U de cada tubo achatado por uma multiplicidade de projecções pequenas (12, 22) e a porção rectificadora (11) da porção curva do canal de fluido em forma de U por projecções longas paralelas (13, 23).
3. Permutador de calor em placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a multiplicidade de projecções pequenas (12, 22) e de projecções longas (13, 23), proporcionadas na porção curva (3c) do recesso de



canal em forma de U (3) de cada placa (2), terem uma altura dupla da profundidade do recesso, por cada par de placas adjacentes, quando ajustadas uma à outra, ter as projecções com a referida altura dispostas alternadamente em posições diferentes umas das outras, tendo as projecções pequenas e as projecções longas na porção curva do recesso de canal (3c) de cada par de placas adjacentes, cada uma, uma extremidade de topo confinando contra e reunida com uma parede de fundo da porção curva da placa a ela oposta, para formar a porção de mistura de fluido (10) da porção curva do canal de fluido em forma de U (3c) de cada tubo achatado (5) por uma multiplicidade de projecções pequenas e a porção rectificadora da porção curva do canal de fluido em forma de U por projecções longas paralelas.

4. Permutador de calor em placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a porção curva do recesso de canal em forma de U (3) de cada placa (2) ser formada na sua parte central por uma projecção pequena ou uma projecção longa com um altura igual à profundidade do recesso, tendo cada par de placas adjacentes (2), quando ajustadas uma à outra, as projecções com a referida altura dispostas alternadamente em posições diferentes uma das outras, sendo as projecções pequenas (12) ou longas (13) da porção curva do recesso de canal (3c) das placas adjacentes reunidas umas às outras extremo a extremo, tendo as projecções pequenas da frente e de trás ou, as projecções longas das porções do recesso de canal, cada uma, a sua extremidade de topo confinada contra e reunida com uma parede de fundo da porção curva da placa a ela oposta, para formar a porção de mistura do fluido (10) da porção curva de canal de fluido com a forma de U de cada



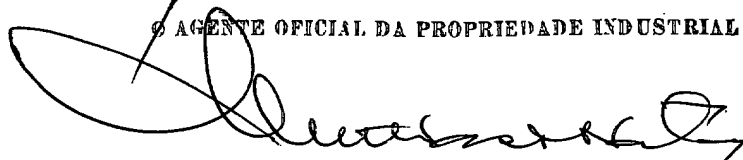
tubo achatado (5) por uma multiplicidade de projecções pequenas e a porção rectificadora da porção curva de canal de fluido com a forma de U por projecções longas paralelas.

5. Permutador de calor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a nervura de divisão central (9) do recesso de canal com a forma de U (3) de cada placa (2) ter uma altura igual à profundidade do recesso (3), sendo o canal direito que forma porções (3a, 3b) nos lados frontal e posterior da nervura de divisão (9), provido de nervuras rectificadoras verticalmente alongadas (15, 16), tendo uma altura dupla da profundidade do recesso (3), tendo cada par de placas adjacentes, quando ajustadas uma à outra, as nervuras rectificadoras alongadas (15, 16) dispostas alternadamente em posições diferentes, e sendo cada par de placas adjacentes reunidas uma à outra com os seus recessos (3) opostos um ao outro, de maneira que as nervuras de divisão (9) dos recessos de canal em forma de U (3) tenham as suas extremidades de topo a confinar umas com as outras, sendo as porções, que formam os canais direitos frontal e posterior, que formam as porções (3a, 3b) do recesso de canal em forma de U (3), providas de nervuras rectificadoras verticalmente alongadas (15, 16), tendo cada uma, uma extremidade junto da parede de fundo da porção da placa (2) que forma o canal direito a ela oposto.
6. Permutador de calor em placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as porções frontal e posterior (3a, 3b) que formam o canal direito do recesso de canal em forma de U (3) de cada placa (2) serem

providas de nervuras rectificadoras verticalmente alongadas (21), tendo uma altura igual à profundidade do recesso (3), sendo as nervuras rectificadoras (21) dispostas em paralelo e a intervalos regulares, sendo cada par de placas adjacentes reunidas uma à outra, de tal maneira que os recessos (3) ficam opostos um ao outro e as nervuras de divisão centrais (9) dos recessos de canal refrigerante em forma de U (3) têm as suas extremidades de topo confinando uma com a outra e por as nervuras rectificadoras alongadas (21) das porções (3a, 3b), que formam o canal direito nos lados frontal e posterior das nervuras de divisão (9), terem as suas extremidades de topo confinando uma com a outra.

Lisboa, 31 de Março de 2000.

o AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL



Quanta

FIG. 1

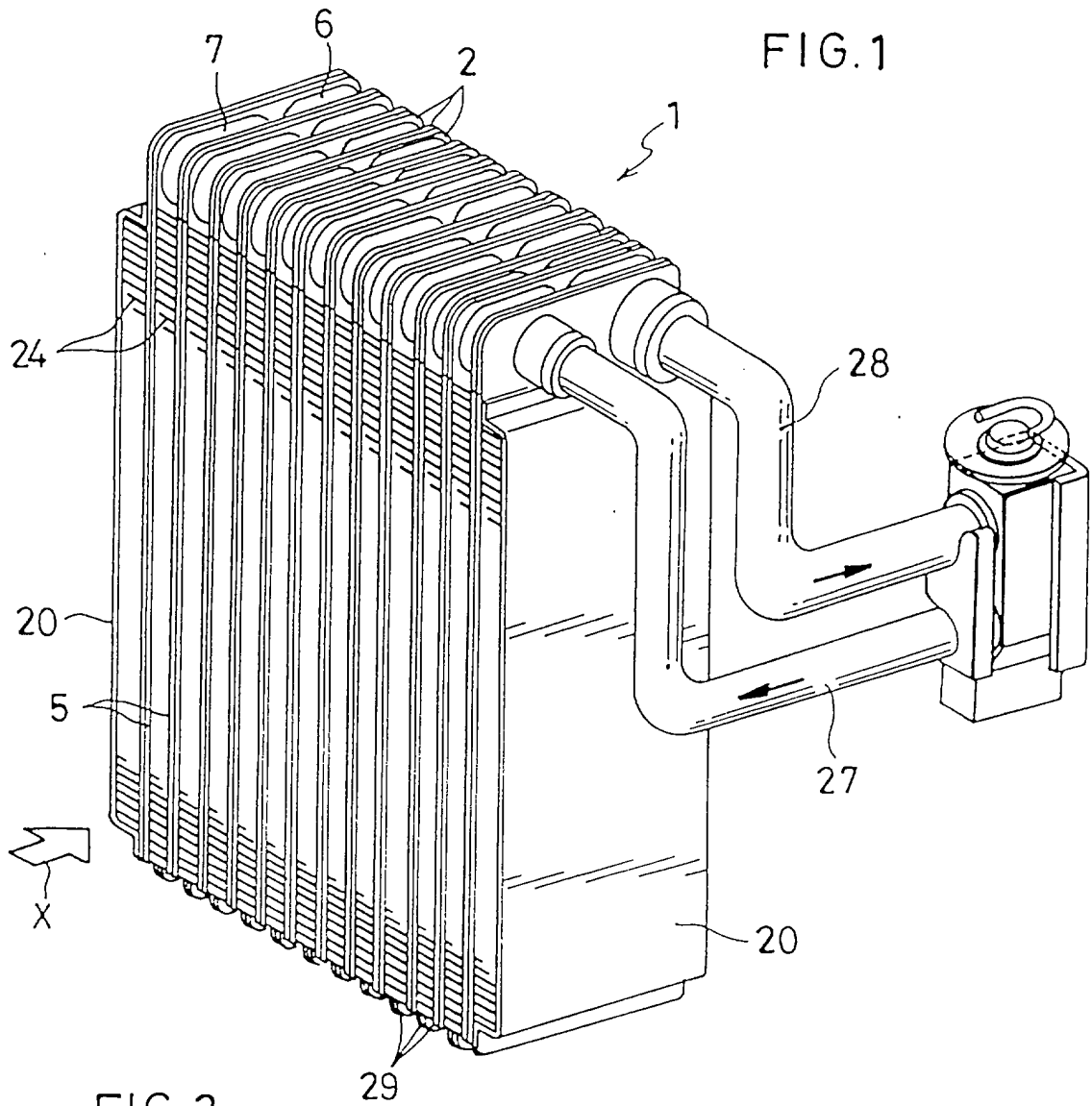
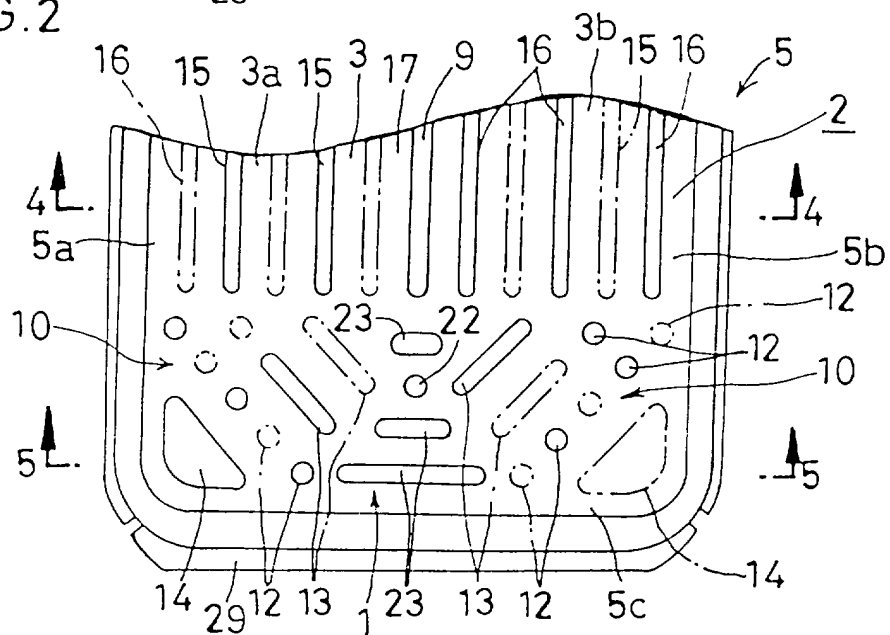


FIG. 2



Shultz

FIG. 3

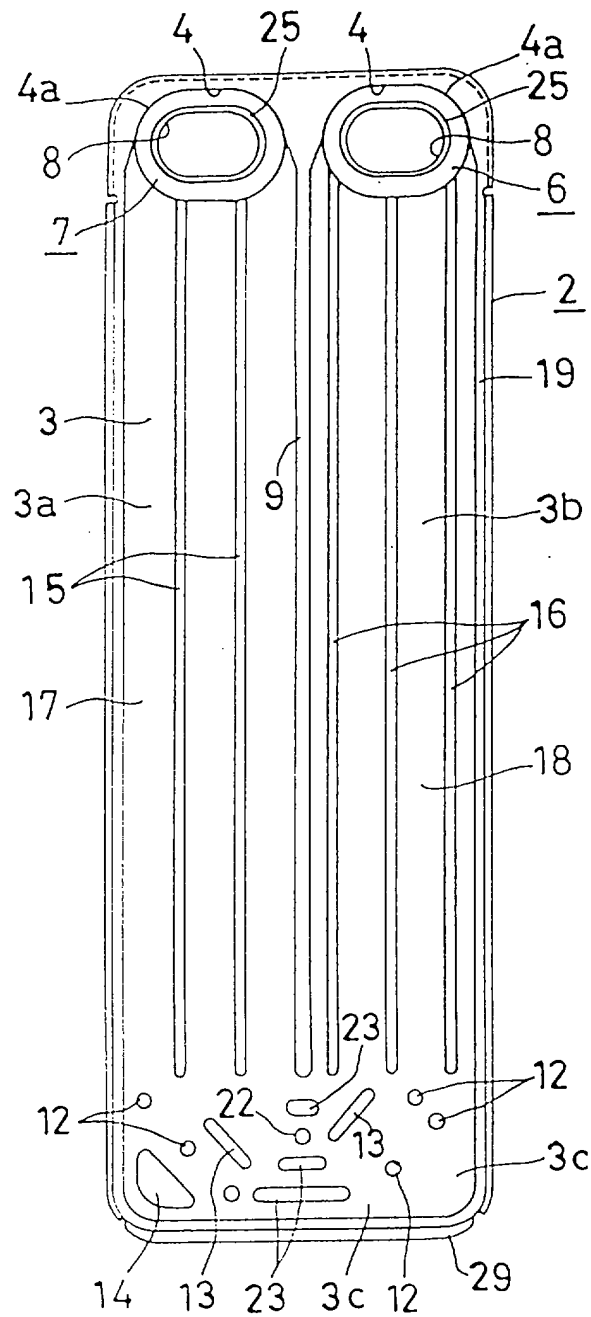
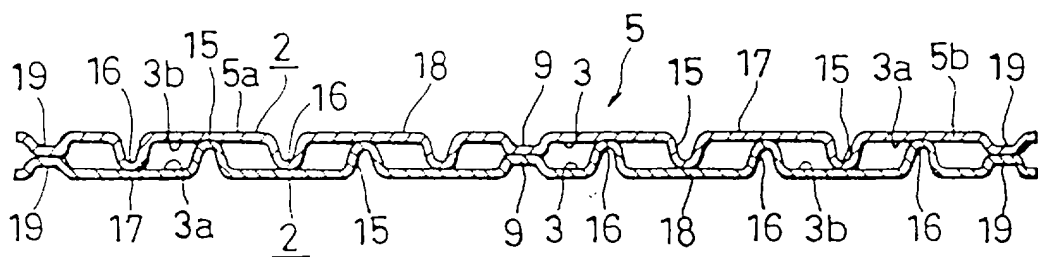


FIG. 4



Wuest

FIG. 5

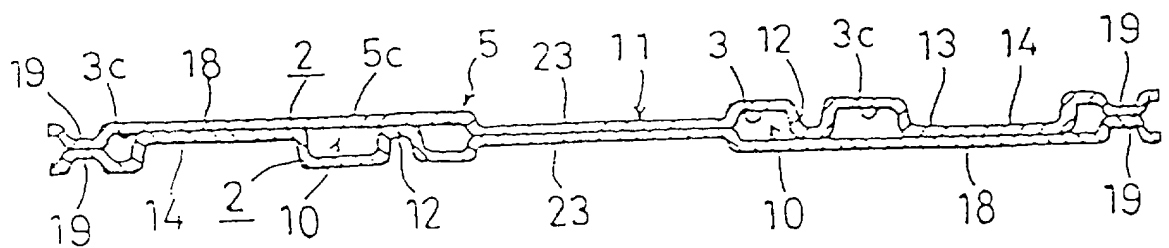
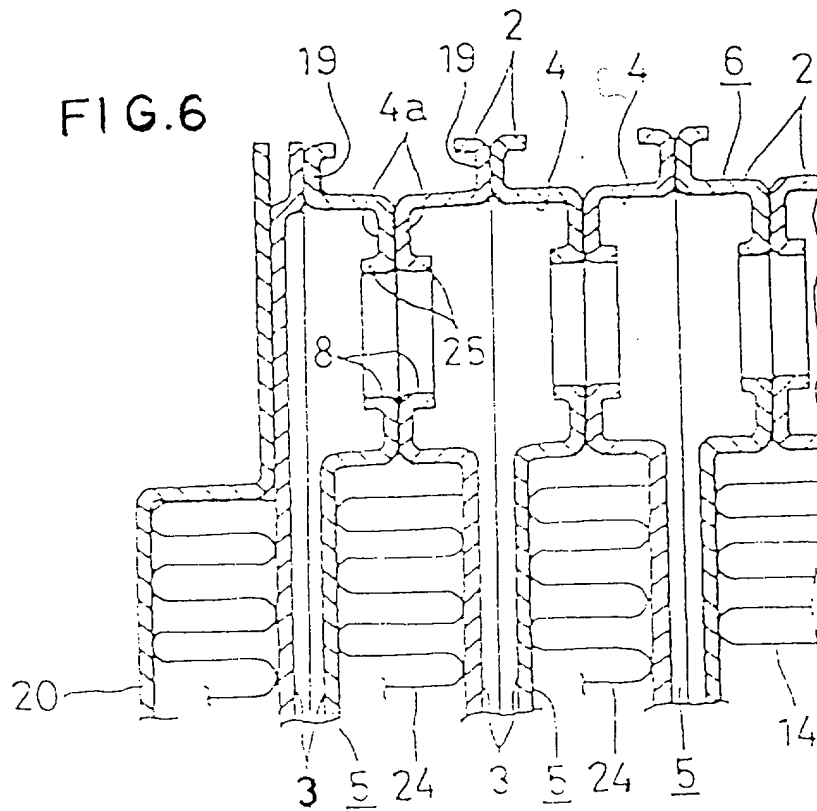
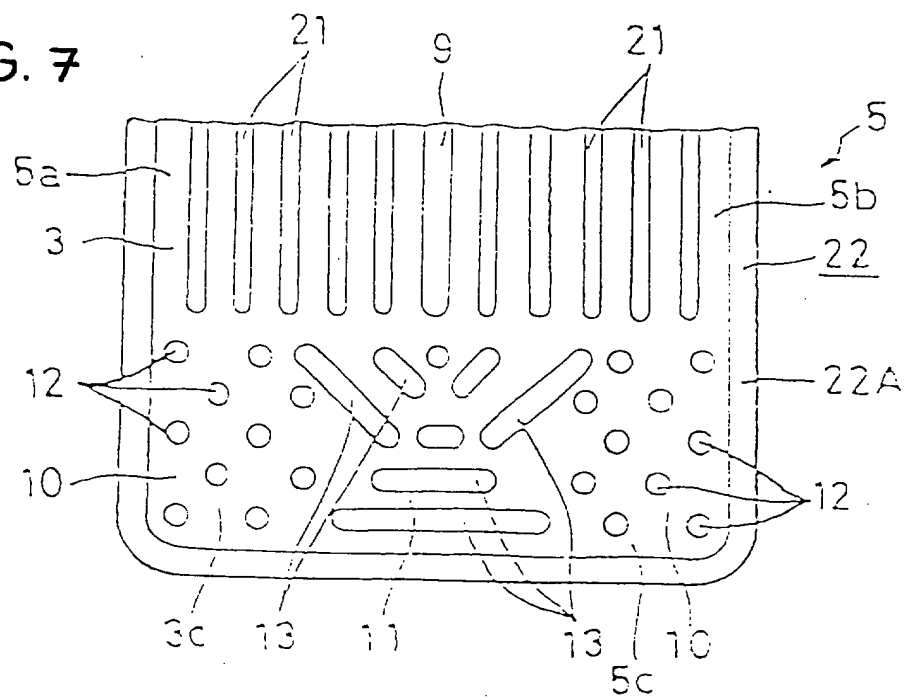


FIG. 6



Quintan

FIG. 7



Shuttle

FIG. 8

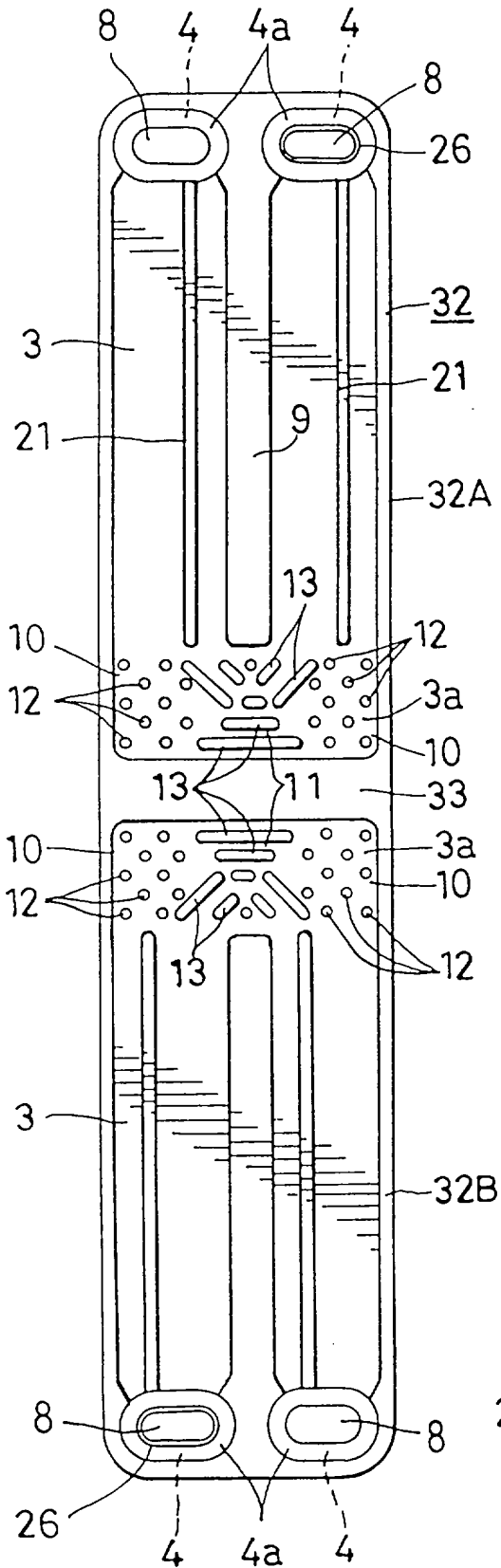


FIG. 9

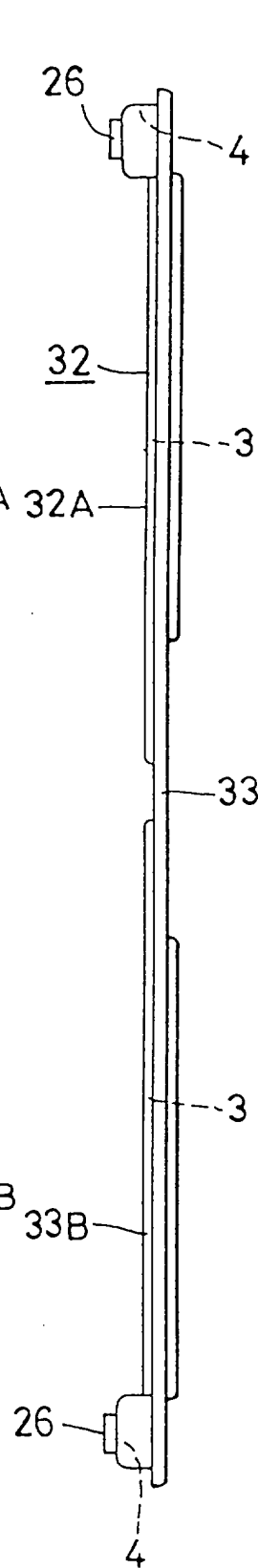
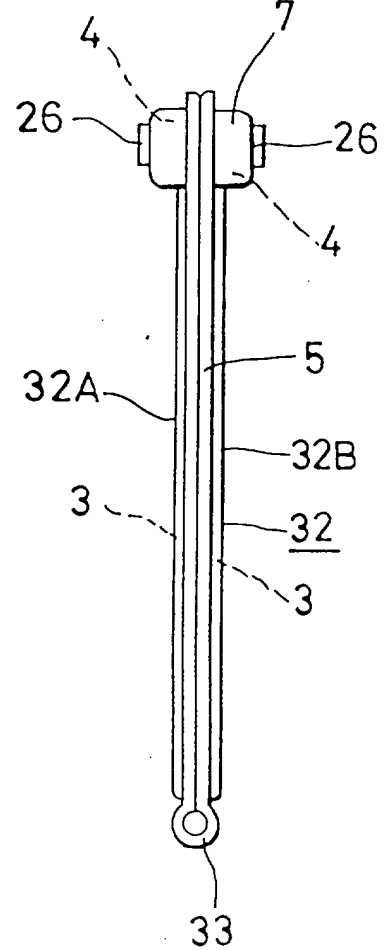


FIG. 10



Levent

FIG. 11

