



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0915041-2 B1



(22) Data do Depósito: 26/05/2009

(45) Data de Concessão: 22/10/2019

(54) Título: PLACA DE TROCADOR DE CALOR, E, TROCADOR DE CALOR DE PLACAS

(51) Int.Cl.: F28D 9/00; F28F 3/08; F28F 3/04.

(30) Prioridade Unionista: 17/06/2008 SE 0801417-7.

(73) Titular(es): ALFA LAVAL CORPORATE AB.

(72) Inventor(es): FREDRIK BLOMGREN; MARTIN HOLM; TOMAS KOVACS.

(86) Pedido PCT: PCT SE2009050596 de 26/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/154543 de 23/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 09/12/2010

(57) Resumo: PLACA DE TROCADOR DE CALOR, E, TROCADOR DE CALOR DE PLACAS A invenção refere-se a uma placa de trocador de calor, onde o trocador de calor compreende um primeiro canal de escoamento entre uma primeira placa e uma segunda placa, e onde o canal de escoamento compreende uma primeira passagem de distribuição, uma passagem de transferência de calor e uma segunda passagem de distribuição, onde a passagem de transferência de calor é verticalmente dividida em uma passagem de transferência de calor inferior e uma superior, e onde a passagem de transferência de calor inferior é horizontalmente dividida em uma pluralidade de zonas de transferência de calor adjacentes, onde o ângulo intermediário entre as cristas e ranhuras em qualquer uma das zonas de transferência de calor da passagem de transferência de calor inferior é pelo menos de 30o maior que o ângulo intermediário da passagem de transferência de calor superior. A vantagem da invenção é que um trocador de calo aperfeiçoado é provido, tendo um desempenho térmico aumentado e uma capacidade de evaporação aperfeiçoada.

“PLACA DE TROCADOR DE CALOR, E, TROCADOR DE CALOR DE PLACAS”

CAMPO TÉCNICO

[1] A presente invenção refere-se a uma placa de trocador de calor para evaporar um fluido.

TÉCNICA ANTERIOR

[2] A presente invenção refere-se a um trocador de calor de placas para evaporar um fluido, compreendendo um pacote de placas de transferência de calor adjacentes, retangulares e essencialmente verticalmente dispostas, delimitando espaços de escoamento entre elas, e providas com padrões de corrugação de cristas e ranhuras, ditas cristas encontrando-se por interseção umas com outras em pelo menos uma parte de cada espaço de escoamento, e formando um número de pontos de suporte entre placas de transferência de calor adjacentes, em que cada espaço de escoamento alternado forma uma passagem de evaporação, esta passagem de evaporação tem uma entrada para fluido em sua porção inferior, e uma saída para fluido e vapor gerado em sua porção superior próxima de um dos lados verticais das placas de transferência de calor, e os espaços de escoamento restantes formam passagens para um fluido de aquecimento, e estas passagens têm entradas em suas porções superiores próximas dos outros lados verticais das placas de transferência de calor, e saídas em suas porções inferiores.

[3] Em um trocador de calor de placas conhecido deste tipo, descrito em DE-3721132, a parte principal da porção de transferência de calor de cada placa de transferência de calor tem um e o mesmo tipo de padrão de corrugação ao longo de toda sua superfície. Isto é ineficaz em relação à capacidade de transferência de calor do trocador de calor de placas. No trocador de calor de placas previamente conhecido, um duto de entrada para fluido e vapor gerado estende-se mais através da passagem de placas de transferência de calor, este duto de saída é formado de aberturas alinhadas das

placas de transferência de calor. As aberturas são feitas tão grandes quanto possível, para minimizar a resistência a escoamento no duto de saída para o vapor produzido. Na prática, uma grande parte da porção superior de cada placa de transferência de calor foi usada para esta abertura. Como um duto de entrada, destinado a aquecer fluido, também precisa se estender através da parte superior do pacote de placas de transferência de calor, não foi possível usar a largura completa das placas de transferência de calor apenas para o duto de saída. Isto resultou em vias de escoamento de diferentes comprimentos sendo formadas em cada passagem de evaporação, entre suas entradas e suas saídas para diferentes partes de fluidos fornecidos e vapor gerado a partir das mesmas.

[4] Em virtude de as placas de transferência de calor conhecidas terem um tipo de padrão de corrugação sobre suas porções de transferência de calor e, desse modo, provocarem resistência a escoamento igual por unidade de comprimento de cada via de escoamento para fluido e vapor gerado em cada passagem de evaporação, a resistência a escoamento total será maior ao longo da via de escoamento mais longa. Conseqüentemente, a quantidade menor de fluido e vapor circula por esta via. Isto irá levar a nem todo o fluido ser tratado no mesmo tratamento de calor, e o risco de secagem existe ao longo da via de escoamento mais longa, principalmente, próximo à entrada do fluido de aquecimento.

[5] O documento EP 0 477 346 B1 descreve uma placa de trocador de calor aperfeiçoada, em que os trocadores de calor de placa são divididos em diferentes zonas, em que as zonas são providas com diferentes padrões de corrugação. Desta maneira, a resistência a escoamento através de um canal de fluido é otimizada.

[6] O documento EP 0 458 555 B1 descreve uma outra placa de trocador de calor aperfeiçoada, em que uma área de transferência de calor inferior é horizontalmente dividida em diferentes porções, e área de

transferência de calor inferior e superior é verticalmente dividida. O ângulo menor para qualquer uma das porções da área de transferência de calor inferior tem substancialmente o mesmo tamanho que qualquer um dos ângulos em área de transferência de calor superior. Desse modo, uma distribuição de escoamento constante e aperfeiçoada é atingida no canal de fluido a partir da saída e para adiante.

[7] Embora estas placas de trocador de calor conhecidas mostrem uma eficiência favorável e tenham provado ser um sucesso comercial, existe ainda espaço para aperfeiçoamentos.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[8] Um objeto da invenção é, portanto, prover um trocador de calor aperfeiçoado tendo uma eficiência aperfeiçoada e, assim, uma distribuição de escoamento aperfeiçoada. Um outro objeto da invenção é prover uma qualidade uniforme do fluido descarregado e vapor gerado.

[9] A solução ao problema de acordo com a invenção é descrita na parte caracterizante da reivindicação 1. As reivindicações 2 a 7 contêm modalidades vantajosas da placa de trocador de calor. As reivindicações 8 a 12 contêm modalidades vantajosas de um trocador de calor.

[10] Com uma placa de trocador de calor para o uso em um trocador de calor, em que a placa compreende uma primeira área de distribuição tendo furos de abertura, uma área de transferência de calor e uma segunda área de distribuição tendo furos de abertura, onde a placa compreende um padrão corrugado tendo cristas e ranhuras, onde a área de transferência de calor é verticalmente dividida em uma área de transferência de calor inferior e uma área de transferência de calor superior, onde a área de transferência de calor inferior é horizontalmente dividida em uma pluralidade de seções de transferências de calor adjacentes, o objeto da invenção é atingido pelo fato de que o menor ângulo das cristas e ranhuras de qualquer uma das seções de transferência de calor na área de transferência de calor

inferior é de pelo menos 15° maior que o ângulo da área de transferência de calor superior.

[11] Por esta primeira modalidade da placa para um trocador de calor, uma placa de trocador de calor é obtida que permite uma transferência de calor otimizada e uma evaporação antecipada do fluido a ser evaporado no trocador de calor. Isto é feito tendo uma alta resistência a escoamento no início da via de escoamento, na passagem de transferência de calor, ou seja, na passagem de transferência de calor inferior. Na passagem de transferência de calor superior, a resistência a escoamento é menor, o que permite ao fluido evaporado circular facilmente.

[12] Em um desenvolvimento vantajoso da placa inventiva, a direção das cristas e ranhuras em qualquer uma das seções de transferência de calor difere de uma seção de transferência de calor adjacente na área de transferência de calor inferior. Em um outro desenvolvimento vantajoso da placa inventiva, o ângulo das cristas e ranhuras de qualquer uma das seções de transferência de calor difere de uma seção de transferência de calor adjacente na área de transferência de calor inferior. Isto é vantajoso porque a resistência a escoamento na passagem de transferência de calor inferior pode ser controlada sobre a largura da passagem de transferência de calor. Desta maneira, a distribuição de escoamento pode ser aperfeiçoada adaptando a queda de pressão ao comprimento da via de escoamento através do canal de escoamento. O ângulo das cristas e ranhuras de qualquer uma das seções de transferência de calor está preferencialmente no intervalo entre 45° e 65° . Desta maneira, é possível obter uma resistência a escoamento relativamente alta na passagem de transferência de calor inferior.

[13] Em outros desenvolvimentos vantajosos da placa inventiva, o plano neutro do padrão na área de distribuição inferior é desviado, de tal modo que a profundidade de uma ranhura comparada a um plano neutro é maior que a altura de uma crista comparada a um plano neutro. A vantagem

disto é que a altura da passagem de distribuição criada entre duas áreas de distribuição é reduzida, o que irá aumentar a resistência a escoamento na passagem. Uma resistência a escoamento aumentada na passagem de distribuição inferior aumentará a contrapressão na passagem, o que iniciará a evaporação mais cedo na passagem de distribuição. Isto aumentará a eficiência de um trocador de calor.

[14] Em outros desenvolvimentos vantajosos da placa inventiva, o plano neutro do padrão na área de distribuição superior é desviado, de tal modo que a altura de uma crista comparada a um plano neutro é maior que a profundidade de uma ranhura comparada a um plano neutro. A vantagem disto é que a altura da passagem de distribuição criada entre as duas áreas de distribuição é aumentada, o que reduzirá a resistência a escoamento na passagem. Uma resistência a escoamento reduzida na passagem de distribuição superior permitirá ao fluido evaporado, tendo um grande volume, conduzir-se mais facilmente à abertura de saída. Isto aumentará a eficiência de um trocador de calor.

[15] Em uma placa de trocador de calor, onde o trocador de calor compreende um primeiro canal de escoamento entre uma primeira placa e uma segunda placa, onde o canal de escoamento compreende uma primeira passagem de distribuição tendo aberturas, uma passagem de transferência de calor e uma segunda passagem de distribuição tendo aberturas, onde a passagem de transferência de calor é verticalmente dividida em uma passagem de transferência de calor inferior e uma passagem de transferência de calor superior, e onde a passagem de transferência de calor inferior é horizontalmente dividida em uma pluralidade de zonas de transferência de calor adjacentes, o objeto da invenção é atingido pelo fato de que o menor ângulo intermediário entre as cristas e ranhuras em qualquer uma das zonas de transferência de calor na passagem de transferência de calor inferior é de pelo menos 30° maior que o ângulo intermediário das cristas e ranhuras na

passagem de transferência de calor superior.

[16] Por esta primeira modalidade do trocador de calor, um trocador de calor é obtido que permite uma evaporação antecipada do fluido a ser evaporado no trocador de calor. Isto é feito tendo uma alta resistência a escoamento no início da via de escoamento na passagem de transferência de calor, ou seja, na passagem de transferência de calor inferior. Na passagem de transferência de calor superior, a resistência a escoamento é menor, o que permite ao fluido evaporado circular facilmente.

[17] Em um desenvolvimento vantajoso do trocador inventivo de calor, o ângulo intermediário entre as cristas e ranhuras em qualquer uma das zonas de transferência de calor fica no intervalo entre 90° e 130° . Esta faixa de ângulo dará às zonas de transferência de calor da passagem de transferência de calor inferior ângulos suficientemente altos, a fim de obter uma evaporação antecipada. Dando pelo menos a algumas zonas diferentes ângulos, a distribuição de escoamento pode ser otimizada mais sobre a largura da placa na direção horizontal.

[18] Em um outro desenvolvimento vantajoso do trocador inventivo de calor, a distância entre o plano neutro de duas áreas de distribuição adjacentes da passagem de distribuição inferior é menor que uma profundidade de prensagem da placa. Uma redução da altura de passagem de distribuição irá aumentar a resistência a escoamento na passagem de distribuição. Isto permitirá uma evaporação antecipada do fluido a ser evaporado no trocador de calor.

[19] Em um outro desenvolvimento vantajoso do trocador inventivo de calor, a distância entre o plano neutro de duas áreas de distribuição adjacentes da passagem de distribuição superior é maior que uma profundidade de prensagem da placa. Um aumento da altura de passagem de distribuição reduzirá a resistência a escoamento na passagem de distribuição. Isto irá facilitar a saída de fluido evaporado do trocador de calor.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[20] A invenção será descrita mais detalhadamente a seguir, com referência às modalidades que são mostradas nos desenhos anexos, em que:

A fig. 1 mostra uma vista explodida esquematicamente de um conjunto de placa de trocador de calor formado de acordo com a invenção e compreendendo três placas de transferência de calor.

[21] A fig. 2 mostra uma primeira placa de transferência de calor a ser usada em uma placa de trocador de calor de acordo com a invenção.

[22] A fig. 3 mostra uma segunda placa de transferência de calor a ser usada em uma placa de trocador de calor de acordo com a invenção.

[23] A fig. 4 mostra um detalhe de uma área de distribuição inferior de uma placa de transferência de calor de acordo com a invenção.

[24] A fig. 5 mostra um detalhe de uma área de distribuição superior de uma placa de transferência de calor de acordo com a invenção.

MODOS DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

[25] As modalidades da invenção com outros desenvolvimentos descritos a seguir devem ser consideradas apenas como exemplos, e de modo algum limitar o escopo da proteção provida pelas reivindicações de patente. As expressões inferior, superior, vertical e horizontal usadas na descrição referem-se a posições sobre uma placa de transferência de calor quando em uso em um trocador de calor montado. Uma referência a, por exemplo, inferior referirá, assim, a um detalhe posicionado na porção inferior de um trocador de calor em uso.

[26] O conjunto de placa de trocador de calor 1 mostrado na fig. 1 compreende dois tipos de placas de transferência de calor retangulares alongadas 101, 201 que foram providas com diferentes padrões de corrugação por meio de prensagem. As placas de transferência de calor, que se destinam a serem montadas em uma armação, de uma maneira convencional, podem ser providas com juntas de borracha ao longo de suas bordas para delimitar canais

de escoamento entre elas, mas como uma alternativa, elas poderiam ser permanentemente unidas uma nas outras, por exemplo, através de soldagem a frio, soldadura ou colagem. Também é possível montar duas placas em um conjunto semi-soldado, e montar os conjuntos de placa semi-soldado com juntas. Um trocador de calor completo também incluirá uma placa frontal e placa traseira específicas (não mostradas) tendo uma espessura maior que a as placas de trocador de calor individuais. A placa frontal e placa traseira compreenderão conexões, etc.

[27] As placas de transferência de calor 101 e 201 são providas com um padrão de corrugação de cristas e ranhuras por meio de prensagem, as cristas de duas placas de transferência de calor adjacentes nos canais de escoamento 3, 2 cruzando e encontrando-se umas com as outras para formar um número de pontos de suporte entre as placas de transferência de calor. Entre as placas 201 e 101 é formado um canal de escoamento de evaporação 2 para a evaporação de um fluido. O canal de escoamento 2 é provido com uma abertura de entrada de fluido 5 formada por furos de abertura de entrada 205, 105 estendendo-se através de uma porção inferior das placas de transferência de calor, e uma abertura de saída 6 para fluido e vapor gerado, formada pelos furos de abertura de saída 206, 106 estendendo-se através de uma porção superior das placas de transferência de calor. Uma seta 11 mostra a direção geral de escoamento no canal de escoamento 2.

[28] Entre as placas 101 e 201 é formado um canal de escoamento 3 para um fluido de aquecimento ou vapor de aquecimento. O canal de escoamento de vapor 3 é provido com uma abertura de entrada de vapor 8 formada pelos furos de abertura de entrada de vapor 108, 208 estendendo-se através da porção superior das placas de transferência de calor, e duas aberturas de saída de condensado 9, 10 formadas pelos furos de abertura de saída de condensados 109, 209 e 110, 210 estendendo-se através da porção inferior das placas de transferência de calor. Uma seta 12 mostra a direção

geral de escoamento no canal de escoamento 3.

[29] O trocador de calor inventivo é destinado principalmente à evaporação ou concentração de vários produtos líquidos por meio de evaporação por película ascendente. Os lados longos das placas de transferência de calor 101 e 201 ficarão dispostos verticalmente em um trocador de calor montado ao longo de eixo vertical 4, e fluido a ser evaporado será fornecido ao canal de escoamento 2 na porção inferior e descarregado na porção superior. O trocador de calor está, neste exemplo, disposto com um trocador de calor de escoamento em sentido horário, onde o vapor como meio de aquecimento será fornecido na porção superior do canal de escoamento 3, e o condensado produzido será descarregado na porção inferior do canal 3.

[30] A primeira placa de trocador de calor 101, mostrada na fig. 2, compreende uma área de distribuição inferior 115, uma área de transferência de calor 116 e uma área de distribuição superior 119. A área de transferência de calor 116 é verticalmente dividida em uma área de transferência de calor inferior 117 e uma área de transferência de calor superior 118. A placa tem um eixo longitudinal ou vertical 104. A área de distribuição inferior 115 é provida com um furo de abertura de entrada 105 e dois furos de abertura de saída 109, 110.

[31] É importante compreender que a superfície completa de uma placa de trocador de calor, onde existe uma passagem de fluido em cada lado da placa, é uma área de transferência de calor. A área de transferência de calor 116 é referida, assim, como uma área de transferência de calor, uma vez que a principal finalidade é a de transferência de calor, mesmo que exista alguma distribuição de fluido também na área de transferência de calor. As áreas de distribuição inferior e superior têm a dupla finalidade tanto de distribuição de fluido como de transferência de calor.

[32] A área de distribuição superior 119 da placa é provida com um

furo de abertura de saída 106 e um furo de abertura de entrada de vapor 108. O padrão das áreas de distribuição inferior e superior apresenta, neste exemplo, um padrão de barra, como é descrito adicionalmente abaixo, mesmo que outros padrões também sejam possíveis de usar. Um padrão de barra é vantajoso na medida em que ele dá uma boa distribuição de escoamento do fluido.

[33] A segunda placa de trocador de calor 201, mostrada na fig. 3, compreende uma área de distribuição inferior 215, uma área de transferência de calor 216 e uma área de distribuição superior 219. A área de transferência de calor 216 é verticalmente dividida em uma área de transferência de calor inferior 217 e uma área de transferência de calor superior 118. A placa tem um eixo vertical 204. A área de distribuição inferior 215 é provida com um furo de abertura de entrada 205 e dois furos de abertura de saída 209, 210.

[34] A área de distribuição superior 219 da placa é provida com um furo de abertura de saída 206 e um furo de abertura de entrada de vapor 208. O padrão das áreas de distribuição inferior e superior apresenta, neste exemplo, um padrão de barra, mesmo que outros padrões também sejam possíveis de usar. Um padrão de barra é vantajoso na medida em que ele dá uma boa distribuição do fluido.

[35] Cada uma das placas de transferência de calor 101 e 201 tem assim uma área de distribuição inferior 115, 215, uma área de transferência de calor 116, 216 verticalmente dividida em uma área horizontalmente estendida inferior e uma superior 117, 118 e 217, 218 tendo diferentes padrões de corrugação, e uma área de distribuição superior 119, 219.

[36] A primeira placa de transferência de calor 101 e a segunda placa de transferência de calor 201 são ambas mostradas em uma vista frontal nas figuras 1 e 2. O canal de escoamento 2 é criado entre o lado frontal da primeira placa 101 e o lado traseiro da segunda placa 201. O canal de escoamento 3 é criado entre o lado frontal da segunda placa 201 e o lado

traseiro da primeira placa 101. As referências, portanto, devem ser consideradas a serem aplicadas tanto ao lado frontal quanto ao lado traseiro de uma placa, dependendo do canal descrito.

[37] Nos canais de escoamento entre duas placas, são criadas passagens de fluido. No canal de escoamento 2, entre as áreas de distribuição inferiores 215, 115, uma passagem de distribuição inferior 15 é provida quando as placas são montadas em um trocador de calor. Entre as áreas de transferência de calor 216, 116, uma passagem de transferência de calor 16 é provida, e entre as áreas de distribuição superiores 219, 119, uma passagem de distribuição superior 19 é provida quando as placas são montadas em um trocador de calor. No canal de escoamento 3, entre as áreas de distribuição inferiores 115, 215, uma passagem de distribuição inferior 65 é provida quando as placas são montadas em um trocador de calor. Entre as áreas de transferência de calor 116, 216, uma passagem de transferência de calor 66 é provida, e entre as áreas de distribuição superiores 119, 219, uma passagem de distribuição superior 69 é provida quando as placas são montadas em um trocador de calor. A passagem de transferência de calor 16, criada entre as áreas de transferência de calor 216, 116, é dividida em uma passagem de transferência de calor inferior 17, criada entre as áreas de transferência de calor inferiores 217, 117, e uma passagem de transferência de calor superior 18, criada entre as áreas de transferência de calor superiores 218, 118.

[38] As áreas de distribuição inferiores 215, 115 são dispostas assim para formar a passagem de distribuição inferior 15. A principal finalidade da passagem de distribuição inferior é transportar e distribuir o fluido no canal 2 da abertura de entrada 5 para cima em direção à passagem de transferência de calor 16. Ao mesmo tempo, as áreas de distribuição inferiores 115, 215 são dispostas para formar uma passagem de distribuição inferior 65 no canal 3 para transportar o condensado tanto verticalmente para baixo quanto horizontalmente para as aberturas de saída 9 e 10.

[39] A passagem de transferência de calor inferior estendida horizontalmente 17 é criada entre as áreas de transferência de calor 217, 117 e é dividida horizontalmente em um número de zonas de transferência de calor 23, 24, 25 e 26 estando dispostas adjacentes entre si para a passagem de distribuição inferior. No exemplo mostrado, zonas adjacentes têm diferentes padrões de corrugação. As cristas e ranhuras nas zonas 23, 24, 25 e 26 de ambas as placas são dirigidas de tal maneira que elas cooperam para prover uma resistência a escoamento para o fluido que escoar ascendentemente e vapor gerado no canal de evaporação 2, o que diminui de um para o outro dos lados verticais das placas de transferência de calor. Com isto, uma distribuição desejada do escoamento de fluido é atingida no canal de evaporação 2 entre ditos lados verticais. Dando às cristas e ranhuras nas zonas 23, 24, 25 e 26 um ângulo relativamente alto em relação ao eixo vertical e, desse modo, à direção de escoamento principal, um processo de evaporação efetiva é atingido.

[40] As placas de transferência de calor 101 e 201 têm furos perfurados em cada uma de suas extremidades. Para o canal 2, furos de abertura de entrada 205, 105 são providas na extremidade inferior para o fluido a ser evaporado, e furos de abertura de saída 206, 106 são providas na extremidade superior para fluido concentrado e vapor gerado. Para o canal 3, furos de abertura de entrada de vapor 108, 208 são providas na extremidade superior para que vapor de aquecimento entre no canal, e dois furos de abertura de saída 109, 110, e 209, 210, respectivamente, são providas na extremidade inferior para condensado e eventualmente vapor não condensado do meio de aquecimento sair.

[41] A placa de transferência de calor 101 tem em um de seus lados um número de ranhuras de vedação 122 que são adaptadas para receber uma junta unitária. A junta estende-se em torno de cada um dos furos de abertura 105 e 106 e em torno de todo o contorno exterior da placa. Similarmente, uma

placa de troca de calor 201 tem um número de ranhuras de vedação 222 que são adaptadas para acomodar uma junta estendendo-se em torno de cada um dos furos de abertura 209, 210 e 208 e em torno de todo o contorno exterior da placa. As ranhuras de junta podem, como uma alternativa, ser formadas de tal modo que duas placas adjacentes possam ser soldadas juntas tendo o fundo das ranhuras voltado um contra o outro, em que somente interespaços de placa alternados são providos com juntas que, neste caso, ficam localizadas em ranhuras confrontantes nas placas de transferência de calor adjacentes. No exemplo conhecido, a junta está disposta para selar-se entre placas de transferência de calor 201 e 101 adjacentes e, assim, selar e definir o canal de escoamento 2. As placas 101, 201 no exemplo mostrado serão semi-soldadas, de modo que o canal de escoamento 3 é fechado hermeticamente e definido por placas soldadas ou soldadas com solda branca.

[42] Nas áreas de transferência de calor estendidas horizontalmente 117, 118 e 217, 218, respectivamente, as cristas e ranhuras inclinam-se diferentemente contra a principal direção de escoamento do fluido pretendida. O fluido que deve ser completamente ou parcialmente evaporado é fornecido na placa de trocador de calor através da abertura de entrada de fluido 5 que está localizada na parte inferior do trocador de calor, e o fluido então escoar para cima através do canal 2. O fluido é distribuído uniformemente através da largura das placas de transferência de calor pela passagem de distribuição inferior 15 criada entre as áreas de distribuição inferiores 215 e 115. Na passagem de transferência de calor 16 entre as áreas de transferência de calor 216 e 116 o fluido primeiro passa as áreas 217 e 117, que incluem as quatro seções 223, 224, 225, 226 e 123, 124, 125, 126, respectivamente.

[43] As seções 223 e 123, localizadas em um lado vertical da placa, têm um padrão de corrugação com um alto ângulo de padrão que provê uma resistência a escoamento relativamente grande no canal de evaporação 2 para escoar ascendentemente fluido, ou seja, as cristas das placas cruzam-se entre

si com um ângulo interveniente comparativamente grande dirigido contra a direção de escoamento do fluido. O ângulo do padrão, ou seja, das cristas e ranhuras, é medido com relação ao eixo vertical em um sentido horário ou anti-horário. Desse modo, a transferência de calor entre as placas e o fluido se torna relativamente eficiente e, conseqüentemente, logo é gerado vapor nestas porções do canal 2. Neste exemplo mostrado, as cristas e ranhuras da seção 223 têm um ângulo de 60° em relação ao eixo vertical medido em um sentido horário ou anti-horário. As cristas e ranhuras da seção 123 são similares, mas em espelho invertido.

[44] As seções 224 e 124, localizadas próximas às seções 223 e 123 na direção horizontal, têm um padrão de corrugação com direção diferente das seções 223, 123, mas com o mesmo ângulo. Este ângulo também provê uma resistência a escoamento relativamente grande no canal de evaporação 2 para o fluido escoando ascendentemente. Desse modo, a transferência de calor entre as placas e o fluido torna-se relativamente eficiente e, conseqüentemente, é gerado vapor relativamente de imediato nestas porções do canal 2. No exemplo mostrado, as cristas e ranhuras da seção 224 têm um ângulo de 60° em relação ao eixo vertical medido em um sentido horário. As cristas e ranhuras da seção 124 são similares, mas em espelho invertido.

[45] As seções 225 e 125, localizadas próximas às seções 224 e 124 na direção horizontal, têm um padrão de corrugação com uma direção e ângulo diferentes que as seções 224, 124. O ângulo das seções 225, 125 é aqui um pouco menor que o ângulo das seções 223, 123, e 224, 124. Este ângulo proverá ainda uma alta resistência a escoamento, mas ele será reduzido um pouco comparado à resistência a escoamento atingida entre seções as 223, 123 224, 124 no canal de evaporação 2 para o fluido escoando ascendentemente. No exemplo mostrado, as cristas e ranhuras da seção 225 têm um ângulo de 54° em relação ao eixo vertical medido em um sentido anti-horário. As cristas e ranhuras da seção 125 são similares, mas em espelho invertido.

[46] As seções 226 e 126, localizadas próximas às seções 225 e 125 na direção horizontal, têm um padrão de corrugação com direção e ângulo diferentes que as seções 225, 125. O ângulo das seções 226, 126 é um pouco menor que o ângulo das seções 225, 125. Este ângulo proverá ainda uma alta resistência a escoamento, mas ele será reduzido um pouco comparado à resistência a escoamento atingida entre as seções 225, 125 no canal de evaporação 2 para o fluido escoando ascendentemente. No exemplo mostrado, as cristas e ranhuras da seção 226 têm um ângulo de 48° em relação ao eixo vertical medido em um sentido horário. As cristas e ranhuras da seção 126 são similares, mas em espelho invertido.

[47] Nas zonas de transferência de calor 23 - 26, criadas entre seções de transferência de calor 223 - 226 e 123 - 126, respectivamente, as cristas e ranhuras assim inclinam diferentemente contra a direção de escoamento principal pretendida do fluido, como descrito acima. Como consequência, o ângulo intermediário para as cristas e ranhuras interseccionais das placas 201 e 101 será de 120° nas zonas 23, 24, de 108° na zona 25 e de 96° na zona 26.

[48] Nas zonas 23 e 24, a resistência a escoamento na passagem 17 será a maior. A resistência a escoamento diminuirá um pouco na zona 25 e um pouco mais na zona 26. Desta maneira, a distribuição de escoamento do fluido é otimizada, uma vez que a via de escoamento do fluido escoando através das zonas 23 e 24 é um pouco menor que o fluido escoando através, por exemplo, da zona 26.

[49] Nas áreas de transferência de calor superiores 218, 118, o ângulo das cristas e ranhuras é muito menor. Entre as áreas de transferência de calor 218, 118, é criada uma passagem de transferência de calor superior 18 tendo uma resistência a escoamento relativamente baixa. No exemplo mostrado, as áreas de transferência de calor superiores 218, 118 são divididas em duas áreas, uma primeira área de transferência de calor 220, 120 e uma

segunda área de transferência de calor 221, 121. O ângulo das cristas e ranhuras na primeira e na segunda área de transferência de calor é o mesmo, mas a direção é diferente. O ângulo, portanto será medido em um sentido horário ou anti-horário, dependendo da área de transferência de calor. Também é possível deixar que a área de transferência de calor superior completa tenha o mesmo ângulo sobre a superfície completa.

[50] No exemplo mostrado, o ângulo das cristas e ranhuras da área de transferência de calor 218 é de 24° . As cristas e ranhuras da área 128 são similares, mas em espelho invertido. O ângulo intermediário para as cristas e ranhuras interseccionais das placas 201 e 101 será assim de 48° para a passagem de transferência de calor superior 18.

[51] Os valores dados para estes ângulos foram escolhidos com referência a uma determinada tarefa de troca de calor para o presente trocador de calor. Outros valores, claro, podem ser escolhidos para outras tarefas de troca de calor. Os ângulos para as seções das áreas de transferência de calor inferiores 217, 117 estão preferencialmente na faixa entre $45^\circ - 65^\circ$. Os ângulos para as áreas de transferência de calor superiores 218, 118 estão preferencialmente na faixa entre $20^\circ - 30^\circ$. A diferença entre o menor ângulo das áreas 217, 117 e as áreas 218, 118 é preferencialmente maior que 15° . Esta diferença de ângulo dará um bom equilíbrio entre a resistência a escoamento na passagem 17 e a resistência a escoamento na passagem 18, e ajudará a dar um início antecipado ao processo de evaporação, e ao mesmo tempo permitirá ao fluido evaporado circular pela passagem de transferência de calor superior facilmente.

[52] A vantagem de dar às cristas e ranhuras um ângulo relativamente grande na passagem de transferência de calor inferior 17 é que a resistência a escoamento será relativamente alta. Isto irá permitir que a evaporação comece antecipadamente na passagem de transferência de calor, ou seja, na parte inferior da passagem de transferência de calor, o que, por sua

vez, tornará a evaporação e a transferência de calor mais eficiente no trocador de calor. Ao ângulo das cristas e ranhuras na passagem de transferência de calor superior 18 é dado um valor relativamente pequeno. Isto proverá uma baixa resistência a escoamento que dará uma baixa queda de pressão na passagem. Uma vez que o fluido é mais ou menos evaporado nesta passagem, o volume do fluido será muito maior e a baixa resistência a escoamento é, portanto, uma vantagem.

[53] A partir da passagem de transferência de calor inferior 17, fluido e vapor gerado continuam ascendendo no canal de evaporação através da passagem de transferência de calor superior 18. A resistência a escoamento para o fluido e vapor gerado diminui de um lado vertical para o outro na passagem de transferência de calor inferior 17. A resistência a escoamento também diminui ao longo da direção de escoamento do fluido nas passagens de transferência de calor 17 e 18. O fluido e vapor gerado então continua para a passagem de distribuição superior 19, criada entre as áreas de distribuição superiores 219, 119, e adicionalmente através da abertura de saída 6.

[54] No canal 3 para o meio de aquecimento, o fluxo ocorre na direção oposta. O vapor é aqui fornecido através da abertura de entrada de vapor 8 e é no canal 3 sujeito a uma resistência a escoamento crescente ao longo da via de escoamento. No exemplo mostrado, duas saídas de condensado 9, 10 são mostradas, mas também é possível usar apenas uma.

[55] Quando o vapor entrou no canal 3 através abertura de entrada 8, o vapor é carregado através de uma passagem de distribuição intermediária para a passagem de distribuição superior 69 criada entre as áreas de distribuição superiores 119, 219, onde o vapor é distribuído uniformemente sobre a largura da passagem. A condensação do vapor também se inicia na passagem de distribuição superior. O vapor e condensado então entra na passagem de transferência de calor 66, em que a parte principal da condensação ocorre. A passagem de transferência de calor 66 compreende

uma passagem de transferência de calor superior 68 e uma passagem de transferência de calor inferior 67. A passagem de transferência de calor superior 68 é criada entre as áreas de transferência de calor 118, 218 e a passagem de transferência de calor inferior é criada entre as áreas de transferência de calor 117, 217. Neste exemplo, as áreas de transferência de calor 118, 218 são divididas em uma primeira área de transferência de calor 120, 220, e uma segunda área de transferência de calor 121, 221. Uma vez que os ângulos das cristas e ranhuras na passagem de transferência de calor superior 68 são relativamente pequenos, a resistência a escoamento na passagem de transferência de calor superior será relativamente baixa. Isto permite ao vapor não condensado mover-se muito facilmente através da passagem de transferência de calor superior. Os ângulos das cristas e ranhuras na passagem de transferência de calor inferior 67 são relativamente grandes, de tal modo que é obtida uma resistência a escoamento mais alta.

[56] Uma vez que a resistência a escoamento na passagem de transferência de calor inferior 67, criada entre as áreas de transferência de calor inferiores 117, 217, é relativamente alta devido aos grandes ângulos das cristas e ranhuras, a transferência de calor in canal 3 será aperfeiçoada um pouco. O fato de que a resistência a escoamento varia um pouco na direção horizontal da passagem de transferência de calor 67 não afetará o escoamento no canal 3 a uma maior extensão, uma vez que a parte principal ou todo o vapor fornecido condensou-se antes que o fluido entrasse na passagem 67. A resistência a escoamento na passagem de transferência de calor inferior 67 também não afetará a distribuição de vapor na passagem de transferência de calor superior 68 de modo significativo.

[57] A fim de aumentar mais a eficiência do trocador de calor, a queda de pressão nas passagens de distribuição do canal de escoamento 2, ou seja, o canal de evaporação, pode ser controlada, de tal modo que a queda de pressão na passagem de distribuição inferior 15 é aumentada e a queda de

pressão na passagem de distribuição superior 19 é reduzida. A queda de pressão nas passagens de distribuição é controlada alterando a profundidade de prensagem do plano neutro nas áreas de distribuição 215, 115 das placas de transferência de calor 201, 101.

[58] Quando a resistência a escoamento na passagem de distribuição 15 é aumentada, a evaporação do fluido iniciará mais cedo na passagem, o que aumentará a eficiência do trocador de calor. A fig. 4 mostra uma vista do padrão de distribuição de uma área de distribuição inferior. O padrão compreende cristas 20, ranhuras 21 e um plano neutro 22. A altura de uma crista sobre o plano neutro é designada a, e a profundidade de uma ranhura a partir do plano neutro é designada b. A altura de uma ranhura para uma crista, ou seja, $a + b$, é a profundidade de prensagem da placa.

[59] No padrão de distribuição de uma placa de transferência de calor convencional, tendo o mesmo tipo de padrão de distribuição, as medidas a e b são normalmente as mesmas na área de distribuição inferior da placa inventiva de transferência de calor, esta relação é alterada a fim de controlar a resistência a escoamento. Portanto, a medida b é maior que a medida a, ou seja, uma ranhura é mais profunda que a altura de uma crista. Quando duas placas são montadas próximas uma da outra, de tal modo que uma passagem de distribuição é criada entre elas, as cristas 20 das duas áreas adjacentes comprimir-se-ão uma contra a outra. Isto significa que a distância entre dois planos neutros será $a + a$, e uma vez que a medida a é reduzida, a altura da passagem será menor que uma profundidade de prensagem.

[60] Uma vez que as cristas estão posicionadas em paralelo à direção de escoamento principal, a parte principal do escoará através desta passagem entre as cristas.

[61] A resistência a escoamento através da passagem de distribuição 15, portanto, será aumentada.

[62] O desvio da posição de altura do plano neutro, que

corresponde à altura de uma crista, é vantajosamente na faixa de 30 - 80 %, isto significa que a altura de uma crista na área de distribuição inferior será de 0.3 a 0.8 da metade da profundidade de prensagem da placa. Conseqüentemente, a medida b segue em um caminho invertido, de tal modo que a profundidade de uma ranhura será de 1.7 a 1.2 da metade da profundidade de prensagem.

[63] Ao mesmo tempo, a resistência a escoamento na passagem de distribuição 65 no canal 3 será um pouco reduzida. Uma vez que a direção de escoamento na passagem de distribuição 65 é dirigida para as aberturas de saída 9 e 10, a direção de escoamento será mais ou menos paralela às ranhuras. A distância entre os planos neutros será aqui $b + b$, ou seja, mais que uma profundidade de prensagem, e a resistência a escoamento assim será um pouco reduzida. Na passagem de distribuição 65, as ranhuras das áreas de distribuição comprimir-se-ão entre si.

[64] Na passagem de distribuição superior 19, a resistência a escoamento é reduzida um pouco. Uma vez que a maior parte ou todo o fluido será evaporado na passagem de distribuição superior, o escoamento do vapor, tendo um grande volume, será facilitado. Isto também aumentará a eficiência do trocador de calor. A fig. 5 mostra uma vista do padrão de distribuição de uma área de distribuição superior. O padrão compreende cristas 20, ranhuras 21 e um plano neutro 22. A altura de uma crista sobre o plano neutro é designada a , e a profundidade de uma ranhura a partir do plano neutro é designada b . A altura de uma ranhura para uma crista, ou seja, $a + b$, é a profundidade de prensagem da placa.

[65] Na área de distribuição superior, a altura das cristas a partir do plano neutro é aumentada um pouco, de modo que a medida a seja maior que a medida b , ou seja, a altura de uma crista é maior que a profundidade de uma ranhura. Quando duas placas são montadas próximas uma da outra, de tal modo que uma passagem de distribuição é criada entre elas, as cristas 20 de

duas áreas adjacentes comprimir-se-ão uma contra a outra. Isto significa que a distância entre dois planos neutros será $a + a$, e uma vez que a é aumentada, a altura da passagem será mais que uma profundidade de prensagem. A direção de escoamento na passagem de distribuição superior será principalmente paralela, com as cristas do padrão de distribuição. A resistência a escoamento através da passagem de distribuição 19 assim será reduzida.

[66] O desvio da posição de altura do plano neutro, que corresponde à altura de uma crista, é vantajosamente na faixa de 170 - 120 % para a área de distribuição superior. Isto significa que a altura de uma crista na área de distribuição superior será 1.7 a 1.2 da metade da profundidade de prensagem da placa. Conseqüentemente, a medida b segue em um caminho inverso, de tal modo que a profundidade de uma ranhura será de 0.3 a 0.8 da metade da profundidade de prensagem.

[67] A resistência a escoamento na passagem de distribuição superior 69 no canal de escoamento 3 ao mesmo tempo irá aumentar um pouco. A direção de escoamento na passagem de distribuição 69 é dirigida da abertura de entrada 8 para a passagem de transferência de calor 66, o que significa que o escoamento será principalmente paralelo às ranhuras do padrão. A distância entre o plano neutros na passagem é $b + b$, e uma vez que a medida b é reduzida, a resistência a escoamento irá aumentar um pouco. Na passagem de distribuição 69, as ranhuras das áreas de distribuição comprimir-se-ão entre si.

[68] A resistência a escoamento na passagem de distribuição inferior pode ser alterada sozinha ou em combinação com a passagem de distribuição superior. A resistência a escoamento atingida, claro, precisa ser adaptada à queda de pressão em um sistema instalado completo.

[69] Na modalidade da invenção mostrada nos desenhos, ambas as placas de transferência de calor 201 e 101 criam, quando montadas em um trocador de calor, uma passagem de transferência de calor inferior 17 e uma

passagem de transferência de calor superior 18 com diferentes padrões de corrugação e diversas zonas de transferência de calor diferentes na passagem 17. Entretanto, deveria ser possível obter o efeito almejado da invenção, mesmo se somente uma placa de transferência de calor fosse dividida desta maneira, enquanto a outra placa de transferência de calor tivesse o mesmo padrão de corrugação ao longo de toda a área de transferência de calor. Além disso, as diferentes áreas 217 - 218 e 117 - 118 das placas, e as diferentes seções 223 - 226 e 123 - 126 da área de transferência de calor inferior, foram mostradas localizadas diretamente opostas entre si, mas como uma alternativa, elas poderiam ficar localizadas de modo que elas somente parcialmente se sobrepusessem uma em relação a outra. Também o número e o tamanho das áreas e seções, claro, poderiam variar.

[70] Pela invenção, uma placa de trocador de calor aperfeiçoada pode ser obtida, que mostra um aperfeiçoamento considerável no desempenho térmico total do trocador de calor. Isto decorre principalmente devido à resistência a escoamento aumentada na parte inferior da passagem de transferência de calor do canal de evaporação. A invenção não deve ser considerada como estando limitada às modalidades descritas acima, um número de variantes e modificações adicionais sendo possíveis dentro do escopo das reivindicações de patente subsequentes.

NÚMEROS DE REFERÊNCIA

- 1 : Conjunto de placa de transferência de calor
- 2: Canal de escoamento
- 3: Canal de escoamento
- 4: Eixo vertical
- 5: Abertura de entrada de fluido
- 6: Abertura de saída
- 8: Abertura de entrada de vapor
- 9: Abertura de saída de condensado
- 10: Abertura de saída de condensado
- 11 : direção de escoamento
- 12: direção de escoamento
- 15: Passagem de distribuição inferior
- 16: Passagem de transferência de calor
- 17: Passagem de transferência de calor inferior
- 18: Passagem de transferência de calor superior
- 19: Passagem de distribuição superior
- 20: Crista
- 21 : Ranhura
- 22: Plano neutro
- 23: Primeira zona de transferência de calor
- 24: Segunda zona de transferência de calor
- 25: Terceira zona de transferência de calor
- 26: Quarta zona de transferência de calor
- 65: Passagem de distribuição inferior
- 66: Passagem de transferência de calor
- 67: Passagem de transferência de calor inferior
- 68: Passagem de transferência superior
- 69: Passagem de distribuição superior

- 101 : Placa de transferência de calor
- 104: Eixo vertical
- 105: Furo de abertura de entrada de fluido
- 106: Furo de abertura de saída
- 108: Furo de abertura de entrada de vapor
- 109: Furo de abertura de saída de condensado
- 110: Furo de abertura de saída de condensado
- 115: Área de distribuição inferior
- 116: Área de transferência de calor
- 117: Área de transferência de calor inferior
- 118: Área de transferência de calor superior
- 119: Área de distribuição superior
- 120: Primeira área de transferência de calor
- 121 : Segunda área de transferência de calor
- 122: Ranhura de vedação
- 123: Primeira seção de transferência de calor
- 124: Segunda seção de transferência de calor
- 125: Terceira seção de transferência de calor
- 126: Quarta seção de transferência de calor
- 201 : Placa de transferência de calor
- 204: Eixo vertical
- 205: Furo de abertura de entrada de fluido
- 206: Furo de abertura de saída
- 208: Furo de abertura de entrada de vapor
- 209: Furo de abertura de saída de condensado
- 210: Furo de abertura de saída de condensado
- 215: Área de distribuição inferior
- 216: Área de transferência de calor
- 217: Área de transferência de calor inferior

- 218: Área de transferência de calor superior
- 219: Área de distribuição superior
- 220: Primeira área de transferência de calor
- 221 : Segunda área de transferência de calor
- 222: Ranhura de vedação
- 223: Primeira seção de transferência de calor
- 224: Segunda seção de transferência de calor
- 225: Terceira seção de transferência de calor
- 226: Quarta seção de transferência de calor

REIVINDICAÇÕES

1. Placa de trocador de calor (101; 201) para o uso em um trocador de calor, em que a placa compreende uma área de distribuição inferior (115; 215) tendo furos de abertura (105, 109, 110; 205, 209, 210), uma área de transferência de calor (116; 216) e uma área de distribuição superior (119; 219) tendo furos de abertura (106, 107; 206, 208), em que a placa compreende um padrão corrugado tendo cristas e ranhuras, tendo um ângulo das cristas e ranhuras medido com relação a um eixo vertical (104, 204) da placa de trocador de calor, em que a área de transferência de calor (116; 216) é verticalmente dividida em uma área de transferência de calor inferior (117; 217) e uma área de transferência de calor superior (118; 218), em que a área de transferência de calor inferior (117; 217) é horizontalmente dividida em uma pluralidade de seções de transferências de calor adjacentes (123, 124, 125, 126; 223, 224, 225, 226), em que o menor ângulo das cristas e ranhuras das seções de transferência de calor (123, 124, 125, 126; 223, 224, 225, 226) na área de transferência de calor inferior (117, 217) é pelo menos 15° maior que o ângulo da área de transferência de calor superior (118; 218), caracterizada pelo fato de que a área de distribuição inferior é provida com um padrão de distribuição compreendendo cristas (20), ranhuras (21) e um plano neutro (22) que é desviado, de tal modo que a profundidade (b) de uma ranhura (21) comparada ao plano neutro (22) é maior que a altura (a) de uma crista comparada a um plano neutro (22) na área de distribuição inferior (115; 215).

2. Placa de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que uma direção das cristas e ranhuras em qualquer uma das seções de transferência de calor (123, 124, 125, 126; 223, 224, 225, 226) difere de uma seção de transferência de calor adjacente na área de transferência de calor inferior (117; 217).

3. Placa de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada

pelo fato de que o ângulo das cristas e ranhuras de qualquer uma das seções de transferência de calor (123, 124, 125, 126; 223, 224, 225, 226) difere de uma seção de transferência de calor adjacente na área de transferência de calor inferior (117; 217).

4. Placa de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que o ângulo das cristas e ranhuras de qualquer uma das seções de transferência de calor (123, 124, 125, 126; 223, 224, 225, 226) estão no intervalo entre 45° e 65° .

5. Placa de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que a área de transferência de calor superior (118; 218) é verticalmente dividida em uma pluralidade de áreas de transferência de calor estendendo-se horizontalmente (120, 121; 220, 221) tendo um padrão com diferentes ângulos e/ou direções.

6. Placa de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que a área de distribuição superior é provida com um padrão de distribuição compreendendo cristas (20), ranhuras (21) e um plano neutro (22) que é desviado, de tal modo que a altura (a) de uma crista (20) comparada a um plano neutro (22) é maior que a profundidade (b) de uma ranhura (21) comparada a um plano neutro (22) na área de distribuição superior (119; 219).

7. Trocador de calor de placas, compreendendo uma pluralidade de placas de trocador de calor como definidas em qualquer uma das reivindicações 1 a 6, e caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma placa frontal e uma placa traseira.

8. Trocador de calor de placas de acordo com reivindicação 7, em que o trocador de calor compreende um primeiro canal de escoamento (2) entre uma primeira placa (101) e uma segunda placa (201) de dita pluralidade de placas de trocador de calor, em que o primeiro canal de escoamento (2) compreende uma passagem de distribuição inferior (15) tendo aberturas (5),

uma passagem de transferência de calor (16) e uma passagem de distribuição superior (19) tendo aberturas (6), onde a passagem de transferência de calor (16) é verticalmente dividida em uma passagem de transferência de calor inferior (17) e uma passagem de transferência de calor superior (18) e onde a passagem de transferência de calor inferior (17) é horizontalmente dividida em uma pluralidade de zonas de transferência de calor adjacentes (23, 24, 25, 26), caracterizado pelo fato de que o menor ângulo intermediário entre as cristas e ranhuras nas zonas de transferência de calor (23, 24, 25, 26) na passagem de transferência de calor inferior (17) é de pelo menos 30° maior que o ângulo intermediário das cristas e ranhuras na passagem de transferência de calor superior (18) e em que a distância entre os planos neutros (22) de duas áreas de distribuição inferiores adjacentes (115, 215) da passagem de distribuição inferior (15) é menor que uma profundidade de prensagem das placas.

9. Trocador de calor de placas de acordo com reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o ângulo intermediário entre as cristas e ranhuras em qualquer uma das zonas de transferência de calor (23, 24, 25, 26) está no intervalo entre 90° e 130° .

10. Trocador de calor de placas de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 9, caracterizado pelo fato de que a distância entre o plano neutro (22) de duas áreas de distribuição superiores adjacentes (119, 219) da passagem de distribuição superior (19) é maior que uma profundidade de prensagem das placas.

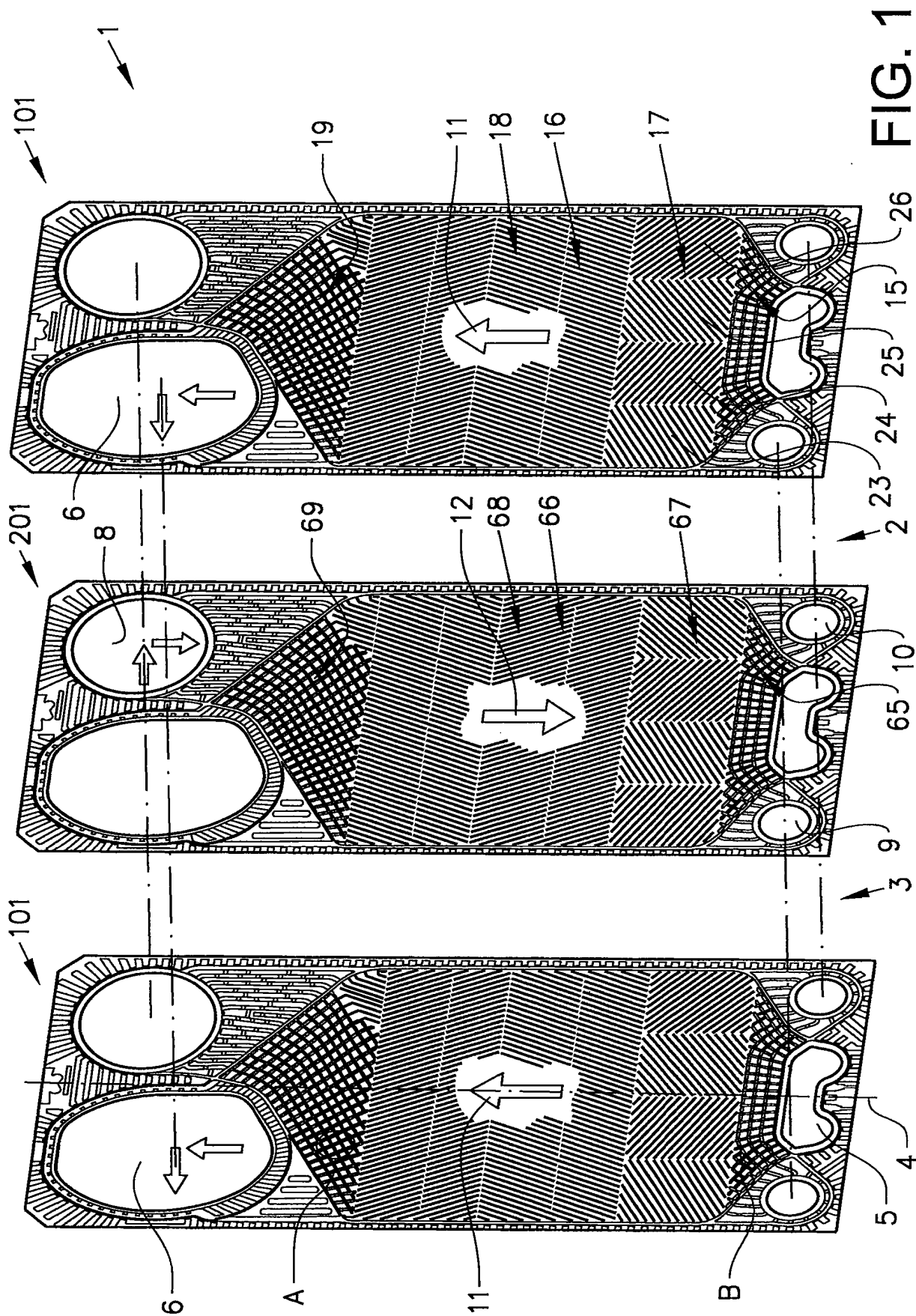


FIG. 1

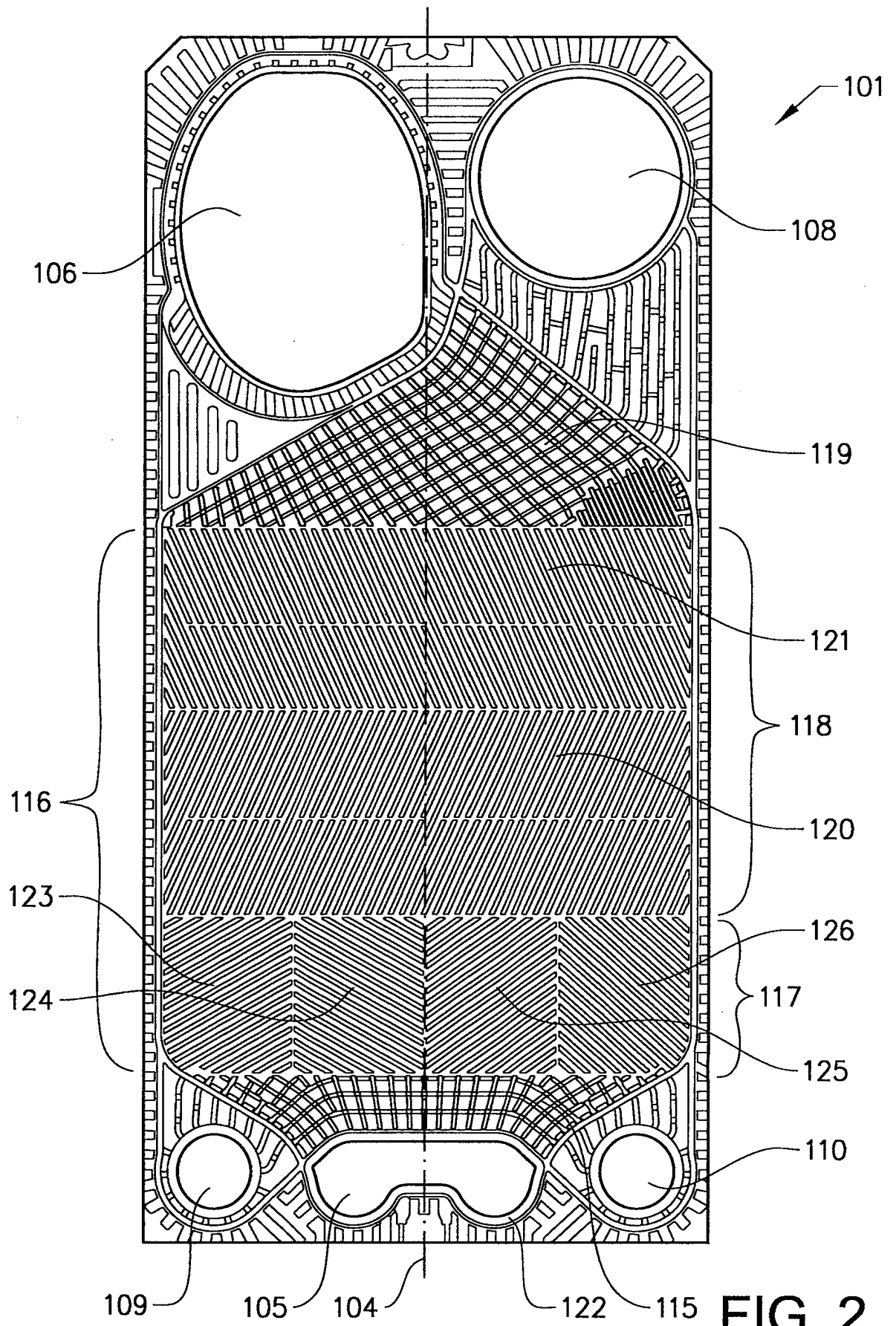


FIG. 2

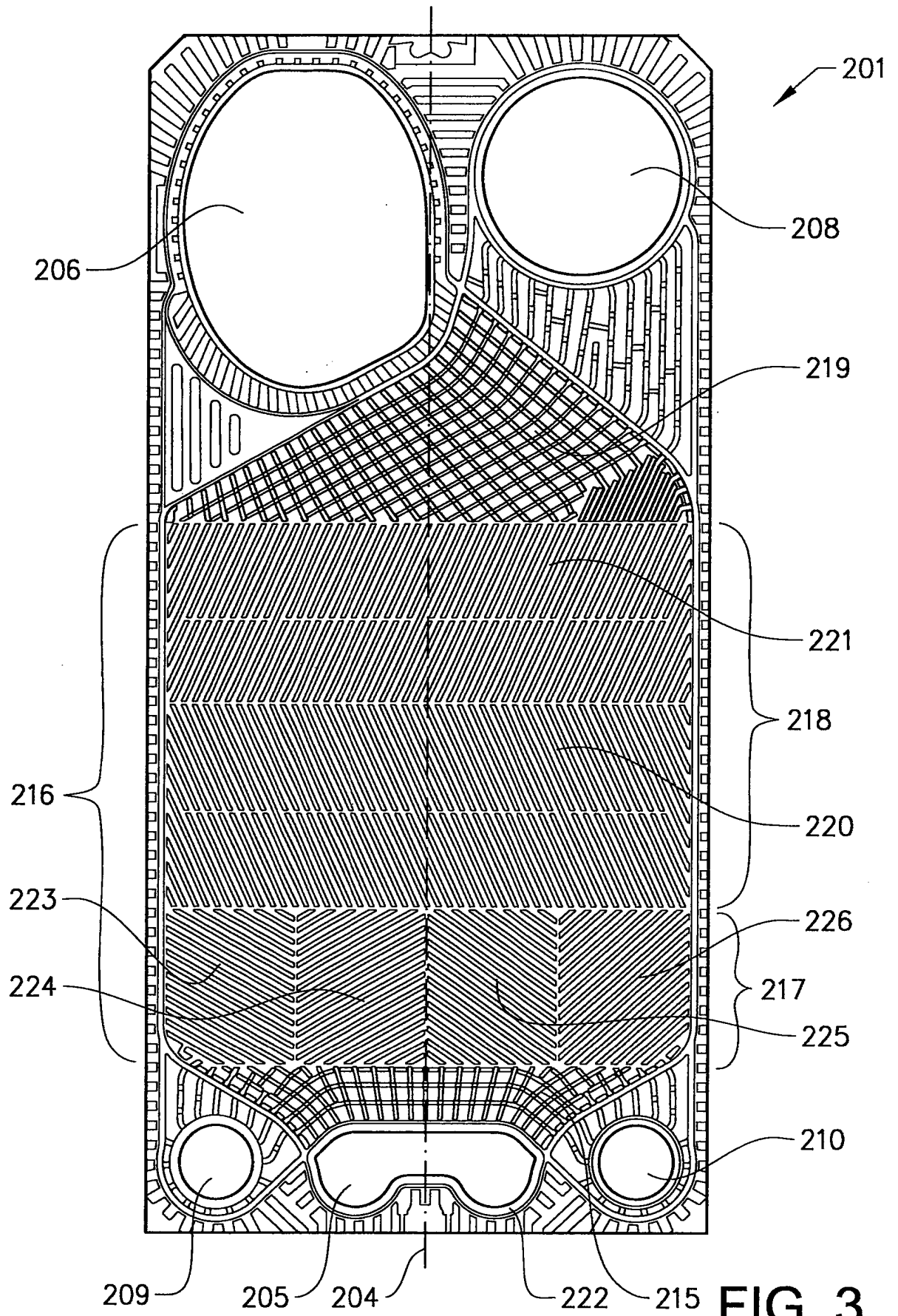


FIG. 3

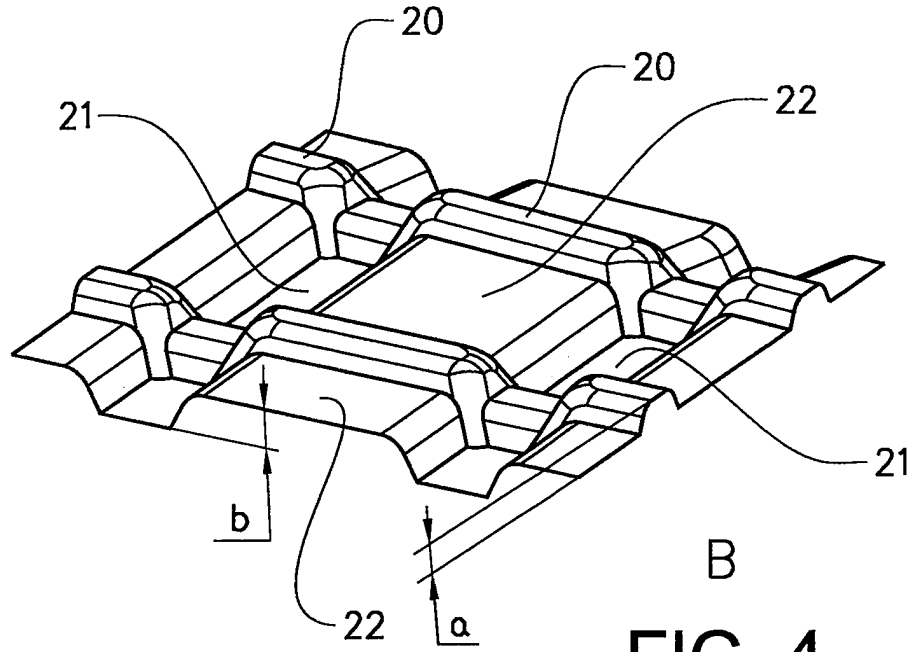


FIG. 4

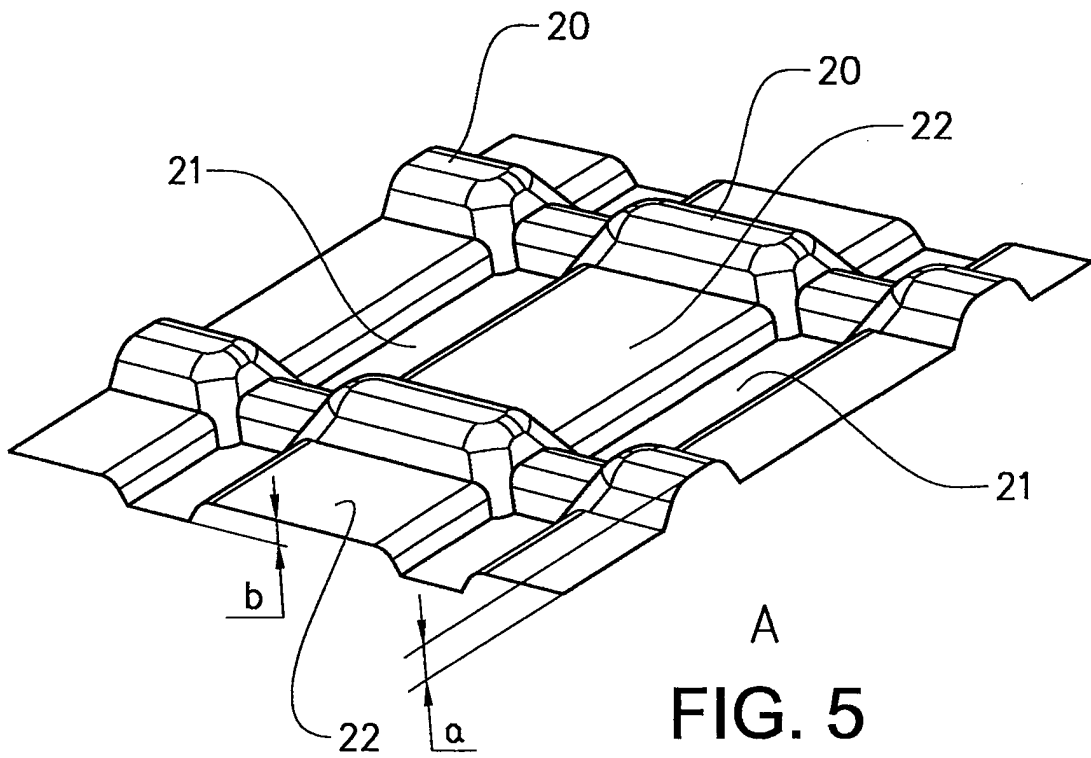


FIG. 5