

(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES
(PCT)

(19) Organização Mundial da
Propriedade Intelectual
Secretaria Internacional



(10) Número de Publicação Internacional
WO 2016/074048 A1

(43) Data de Publicação Internacional
19 de Maio de 2016 (19.05.2016)

WIPO | PCT

(51) Classificação Internacional de Patentes :
F28F 3/02 (2006.01) F28D 9/00 (2006.01)
F28F 3/12 (2006.01)

(21) Número do Pedido Internacional :
PCT/BR2014/000408

(22) Data do Depósito Internacional :
14 de Novembro de 2014 (14.11.2014)

(25) Língua de Depósito Internacional : Português

(26) Língua de Publicação : Português

(71) Requerentes : PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. -
PETROBRAS [BR/BR]; Avenida República do Chile n.º
65, Centro, CEP: 20035-900, Rio de Janeiro, RJ (BR).
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
- UFSC [BR/BR]; Campus Universitário, s/nº Trindade,
Florianópolis - SC, CEP: 88040-900 (BR).

(72) Inventores; e

(71) Requerentes : CARVALHO DOS SANTOS, Mauricio
[BR/BR]; Rua Aquidabã, 1102/B/603, Lins, Rio de
Janeiro, RJ, CEP: 20720-290 (BR). BARBOSA
HENRIQUES MANTELLI, Marcia [BR/BR]; Rua João
Pio Duarte Silva, casa 12, Florianópolis - SC, CEP: 88037-
000 (BR). VIEIRA DE PAIVA, Kleber [BR/BR]; Rua
José Dutra, 70/306, Florianópolis - SC, CEP: 88036-205

(BR). VOLPONI MOTEAN, Marcus Vinícius [BR/BR];
Avenida Capitão Romualdo de Barros, 861/303, Bl. 5,
Florianópolis / SC, CEP: 88040-600 (BR).

(74) Mandatário : DE CASTRO SÁ, Fernando; PETRÓLEO
BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, Avenida Horácio
Macedo, 950 - Cidade Universitária - Ilha do Fundão,
CEP: 21941-915, Rio de Janeiro, RJ (BR).

(81) Estados Designados (sem indicação contrária, para todos
os tipos de proteção nacional existentes) : AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Estados Designados (sem indicação contrária, para todos
os tipos de proteção regional existentes) : ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), Europeu (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(Continua na página seguinte)

(54) Title : PROCESS FOR MANUFACTURE OF A HEAT EXCHANGER CORE

(54) Título : PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UM NÚCLEO DE UM TROCADOR DE CALOR

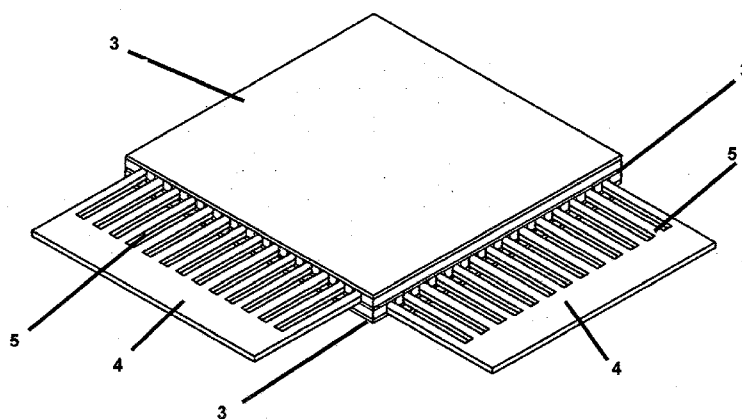


Figura 2

(57) Abstract : The present invention relates to a process for manufacture of a core (1) of a heat exchanger (10) that comprises the steps of arranging a plurality of spacers (2, 20, 200) between planar plates (3, 30, 300); stacking, in an ordered manner, a set of planar plates (3, 30, 300) with spacers (2, 20, 200) between the planar plates in such a manner as to form an exchanger block; and applying a welding process to the formed block. In an alternative embodiment of the present invention, the process dispenses with the use of the planar plates (3, 30, 300), using the surface of the hollow spacers (2) as separation surface.

(57) Resumo :

(Continua na página seguinte)



WO 2016/074048 A1



LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, **Publicado:**

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,

GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))*

Declarações sob a Regra 4.17 :

— *relativa à autoria da invenção (Regra 4.17(iv))*

A presente invenção refere-se a um processo para a fabricação de um núcleo (1) de um trocador de calor (10) que compreende as etapas de dispor uma pluralidade de espaçadores (2, 20, 200) entre placas planas (3, 30, 300); empilhar, de modo ordenado, um conjunto de placas planas (3, 30, 300) com espaçadores (2, 20, 200) entre as placas planas, de modo a formar um bloco de trocador; e submeter o bloco formado a um processo de soldagem. Em uma concretização alternativa da presente invenção, o processo dispensa o uso das placas planas (3, 30, 300), utilizando a superfície dos espaçadores ociosos (2) como superfície de separação.

PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UM NÚCLEO DE UM TROCADOR DE CALOR

CAMPO DA INVENÇÃO

[001]. A presente invenção refere-se a um processo para a fabricação de um núcleo de um trocador de calor.

[002]. Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um processo de fabricação de um núcleo de um trocador de calor compacto, onde perfis ocos e/ ou sólidos são utilizados para a formação dos microcanais do trocador.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[003]. Trocadores de calor são equipamentos utilizados para realizar a transferência de calor entre fluidos. Mais precisamente, trocadores de calor realizam trocas térmicas entre fluidos com temperaturas diferentes que podem ou não estar separados por uma parede.

[004]. Normalmente, os trocadores de calor são utilizados para resfriar ou aquecer um determinado fluido. Por esse motivo, esses equipamentos são amplamente utilizados em diversos setores industriais, desde a indústria alimentar até plataformas de petróleo e aeronaves.

[005]. Um trocador é basicamente formado por elementos de troca de calor (superfície de contato) e elementos de distribuição de fluidos (como tanques, tubulações e vedações), os quais na maioria dos casos são elementos fixos.

[006]. A superfície que está em contato direto com ambos os fluidos, de alta e de baixa temperatura, trocando o calor entre eles, é chamada de superfície direta ou primária. Além disso, é possível acrescentar aletas à superfície principal para aumentar a área de contato térmico - a chamada superfície estendida, secundária ou superfície indireta. Como consequência da adição de aletas primárias sobre a superfície, a resistência térmica diminui e aumenta a transferência de calor total para a mesma diferença de temperatura.

[0007]. Os trocadores de calor podem ser classificados de diversas maneiras, uma delas é pelo grau de compactação, sendo divididos em dois grupos principais: compactos e não-compactos. O grau de compactação é expresso pela razão entre a área e o volume do trocador de calor.

[0008]. Trocadores de calor compactos são caracterizados por possuírem uma grande área de transferência de calor e um pequeno volume, por esse motivo, são empregados em locais onde há limitação de peso e/ou tamanho, como, por exemplo, nas áreas naval, automotiva e aeroespacial.

[0009]. O principal parâmetro que define um permutador de calor compacto é o estado físico do fluxo no qual o permutador de calor trabalha. Se operar com correntes de gás, ele deve ter uma densidade de área de superfície maior que 700 m²/m³ ou diâmetro hidráulico inferior a 6 mm, mas operando com mudança de fase líquida ele deve trabalhar com um valor maior do que ou igual a 400 m² / m³. O diâmetro hidráulico (d_h) é um parâmetro importante para a análise de trocadores de calor, que é definido como: $d_h = 4A_c L / A_s$, onde A_s é a área da superfície interna onde a troca térmica ocorre, L é o comprimento do canal e A_c é a área da seção transversal do canal e d_h corresponde ao diâmetro do tubo.

[0010]. Em alguns tipos de equipamento, pode haver uma variação na geometria da seção transversal ao longo do comprimento do fluxo. Nestes casos, uma definição alternativa para d_h pode ser escrita como: $d_h = 4V_s / A_s$ onde: V_s representa o volume que envolve a superfície de troca térmica (volume ocupado por um paralelepípedo que envolve a superfície).

[0011]. A densidade de área superficial (β), que representa o grau de compactação do permutador de calor, e a porosidade (σ) são expressos respectivamente por: $A\beta = A_s / V$ e $\sigma = V_s / V$, onde V corresponde ao volume da superfície total (volume delineado pela superfície de transferência de calor). A porosidade indica a quantidade de volume de

superfície que pode ser colocado no interior do volume de paralelepípedo V_s (volume que envolve a superfície de troca). Isto significa que quanto maior V menor é a porosidade. Ou seja, quanto maior for a porosidade, menos volume V pode ser colocado no paralelepípedo e consequentemente menor é a compactação da superfície.

[0012]. A seguinte expressão relaciona estes dois parâmetros com o diâmetro hidráulico: $\beta = 4 \sigma / d_h$.

[0013]. Examinando-se a última equação é possível perceber que a compactação é diretamente proporcional à porosidade e inversamente proporcional ao diâmetro hidráulico. Portanto, para melhorar a capacidade do equipamento o diâmetro hidráulico deve ser diminuído e/ou aumentado o valor da porosidade. A desvantagem é que na redução do diâmetro hidráulico o diferencial (queda) de pressão aumenta tornando necessário uma bomba mais potente para empurrar o fluxo.

[0014]. É conhecida da técnica anterior uma grande variedade de trocadores de calor que são designados para operar nestas condições específicas. Os três principais dispositivos de trocadores de calor compactos são: o trocador de calor de circuito impresso, o trocador de calor Marbond e o trocador de calor Rolls Laval super plasticamente formado / soldado por difusão.

[0015]. O trocador de calor do tipo Circuito Impresso (PCHE) consiste em pilhas de pratos cujos canais são obtidos a partir de processo de corrosão fotoquímica, que é um processo adaptado da tecnologia de fabricação de placas de circuito impresso. As placas são unidas pelo processo de soldagem de difusão. O fluido flui através de canais de seção transversal semicircular, com uma largura que varia entre 1 e 2 mm e a profundidade de entre 0,5 e 1 mm, o que resulta num diâmetro hidráulico de 1,5 a 3 mm.

[0016]. Existem três vantagens em utilizar o processo de soldagem por difusão: proporcionar uma maior resistência mecânica ao material de base;

sustentar altas pressões; e evitar a corrosão por formação de células galvânicas.

[0017]. O trocador de calor do tipo "Marbond" é fabricado pela empresa Chart Heat Exchangers Company e consiste em placas planas com aberturas gravadas por ataque químico. O dispositivo é fabricado com várias placas ranhuradas que são empilhadas e unidas por soldagem por difusão. Deste modo são obtidos diâmetros hidráulicos baixos. Este processo é muito versátil quanto à formatação da superfície, propiciando formas precisas para a passagem do fluxo, permitindo também o uso de uma variedade de materiais durante a construção do permutador de calor.

[0018]. Segundo a literatura, trocadores de calor de placas finas e soldadas pelo processo de difusão foram desenvolvidos pela Rolls Laval Heat Exchangers. Este processo é capaz de soldar materiais como o titânio e aço inoxidável, conferindo-lhes melhores propriedades mecânicas e uma grande resistência à corrosão. O núcleo é formado a partir da soldagem por difusão de duas placas separadas por uma superfície intermédia (placa interna) com a finalidade de formar canais de passagem do fluido. Um inibidor de ligação é aplicado sobre as superfícies interiores das placas, de modo que possa ser formada no seu interior uma superfície intermédia e tipicamente ondulada. Em seguida, o elemento é colocado num molde e um gás de alta pressão é injetado dentro da borda para separar as placas, enquanto elas são aquecidas. Deste modo a placa central é deformada plasticamente dando forma a superfície intermédia. Para finalizar, vários destes elementos são ligados por solda de difusão formando a base do permutador de calor.

[0019]. Em suma, o núcleo de permutadores de calor compacto deve ter pequenos canais, a fim de aumentar a área de contato e deste modo aumentar a transferência de calor. A principal desvantagem é a queda de pressão provocada por esses microcanais. O custo para fabricar os microcanais por ataque químico é alto e o controle dimensional do canal é

limitado.

[0020]. Nesse sentido, uma solução encontrada no estado da técnica é descrita pelo pedido de patente US 20120261104, que descreve uma máquina para a fabricação de microcanais de um trocador de calor. A máquina possui uma pluralidade de fios que são colados, por meio de adesivos, na superfície de uma folha de metal, os fios são espaçados de maneira a formar os canais de passagem dos fluidos.

[0021]. No entanto, essa solução possui o inconveniente de que a máquina é capaz de fabricar apenas um tipo de núcleo. Mais precisamente, a máquina somente é capaz de fabricar um núcleo com canais espaçados.

[0022]. Além disso, maquinários desse tipo estão constantemente passando por manutenção preventiva e, ocasionalmente, manutenção corretiva, fazendo com que a máquina fique parada, e, conseqüentemente, pare a produção.

[0023]. Outra solução encontrada no estado da técnica é descrita pelo pedido de patente JP2005083674, que descreve um núcleo de trocador de calor dotado de uma chapa com dobras nas laterais no qual microtubos são posicionados lado a lado em sua superfície e posteriormente são soldados.

[0024]. Entretanto, esta solução apresenta o inconveniente de utilizar chapas entre as fileiras de microtubos, elevando, assim, o custo de produção e diminuindo a eficiência de troca térmica.

[0025]. Sendo assim, não existe no estado da técnica um processo de fabricação de núcleos de trocadores de calor que possua um baixo custo de fabricação, uma melhor precisão dimensional e que possibilite a fabricação de diferentes tipos de núcleo.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

[0026]. Assim, é um objetivo da presente invenção proporcionar um processo de fabricação de núcleos de trocador de calor que seja

economicamente viável e tecnicamente eficiente.

[0027]. É outro dos objetivos da presente invenção proporcionar um processo de fabricação de núcleos de trocador de calor que permita fabricar microcanais com abertura variável e com uma melhor precisão dimensional.

[0028]. É ainda um dos objetivos da presente invenção proporcionar um processo de fabricação de núcleos de trocador de calor que apresente um melhor desempenho energético.

[0029]. É mais um dos objetivos da presente invenção proporcionar um processo de fabricação de núcleos de trocador de calor que permita a fabricação de diferentes tipos de núcleo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0030]. A presente invenção atinge esses e outros objetivos por meio de um processo para a fabricação de um núcleo de um trocador de calor, que compreende as etapas de dispor uma pluralidade de espaçadores entre placas planas; empilhar, de modo ordenado, um conjunto de placas planas com espaçadores entre as placas planas, de modo a formar um bloco de trocador; e submeter o bloco formado a um processo de soldagem.

[0031]. Os espaçadores têm uma altura que equivale substancialmente à altura de microcanais que serão criados no núcleo do trocador.

[0032]. O processo de soldagem compreende, preferencialmente, um processo de soldagem por difusão ou um processo de soldagem por brasagem. Assim, as uniões resultantes do processo de soldagem apresentam microestrutura similar e essencialmente as mesmas propriedades do material de base.

[0033]. Em uma concretização da invenção, os espaçadores são tubos ocos e guias espaçadoras são utilizadas no empilhamento. Assim, nessa concretização o empilhamento compreende ainda a etapa de submeter o conjunto formado pelas placas, espaçadores e guias e um processo de prensagem, e etapa de remoção das guias após o processo de

prensagem.

[0034]. Em outras concretizações da presente invenção, os espaçadores compreendem perfis sólidos em formato de grelha ou formato de pente formados a partir de um processo de corte de uma placa plana.

[0035]. Quando espaçadores em formato de pente são utilizados, o processo compreende ainda a etapa de remover as bordas laterais dos espaçadores.

[0036]. Em concretizações preferidas da presente invenção, o empilhamento compreende a formação de camadas intercaladas, onde uma camada inclui espaçadores dispostos em um primeiro sentido e a outra camada inclui espaçadores dispostos com uma diferença de 90 graus em relação ao primeiro sentido.

[0037]. Em uma concretização da presente invenção, o processo dispensa o uso das placas planas. Nessa concretização, o processo de fabricação compreende as etapas de dispor uma primeira pluralidade de espaçadores ocos arranjados lado a lado de modo a formar uma primeira camada de espaçadores dispostos lado a lado que define uma superfície de separação; dispor uma segunda pluralidade de espaçadores ocos arranjados lado a lado em um sentido com uma diferença de 90 graus em relação ao sentido da primeira camada, de modo a formar uma segunda camada de espaçadores dispostos lado a lado que define uma superfície de separação; empilhar, de modo ordenado e intercalado, um conjunto de primeiras camadas e segunda camadas, de modo a formar um bloco de trocador; e submeter o bloco formado a um processo de soldagem.

[0038]. Nessa concretização, o processo compreende ainda a etapa de incluir pelo menos um tubo de perfil sólido entre pelo menos dois dos espaçadores ocos das primeira e segunda camadas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0039]. A presente invenção será descrita a seguir com mais detalhes, com referências aos desenhos anexos, nos quais:

[0040]. A **Figura 1** é uma representação da seção transversal do núcleo do trocador de calor de acordo com uma primeira concretização da presente invenção;

[0041]. A **Figura 2** é uma vista em perspectiva do núcleo do trocador de calor de acordo com a primeira concretização da presente invenção;

[0042]. A **Figura 3** é uma vista em perspectiva de um espaçador do trocador de calor fabricado pelo processo de acordo com uma segunda concretização da presente invenção;

[0043]. A **Figura 4** é uma vista em perspectiva do núcleo do trocador de calor fabricado pelo processo de acordo com a segunda concretização da presente invenção;

[0044]. A **Figura 5** é uma vista em perspectiva de um espaçador do trocador de calor fabricado pelo processo de acordo com uma terceira concretização da presente invenção;

[0045]. A **Figura 6** é uma vista em perspectiva do núcleo do trocador de calor fabricado pelo processo de acordo com a terceira concretização da presente invenção;

[0046]. A **Figura 7** é uma vista da seção transversal do núcleo do trocador de calor de acordo com uma quarta concretização da presente invenção;

[0047]. A **Figura 8** é uma vista em perspectiva de um exemplo de trocador de calor que incorpora um núcleo de trocador de calor de acordo com a presente invenção;

[0048]. As Figuras 9a e 9b são exemplos de cortes que podem ser utilizados no processo de acordo com a presente invenção; e

[0049]. As Figuras 10a e 10b são exemplos de caminhos de fluxo que podem ser alcançados pelo processo de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0050]. Em uma primeira concretização, a presente invenção compreende um processo para a fabricação de um núcleo de trocador de

calor que compreende essencialmente as etapas de dispor de uma pluralidade de espaçadores entre placas planas, empilhar, de modo ordenado, um conjunto de placas planas com espaçadores entre elas até formar um bloco de trocador, e submeter o bloco de trocador formado a um processo de soldagem.

[0051]. A soldagem do bloco formado é preferencialmente realizada por difusão e/ou brasagem, de modo que as uniões resultantes do processo de soldagem apresentem microestrutura similar e essencialmente as mesmas propriedades do material de base e de modo que as distorções são minimizadas sem a necessidade de posterior usinagem ou conformação.

[0052]. As placas planas são preferencialmente placas de metal usinadas, e os espaçadores podem compreender perfis ocos (por exemplo, fios ou tubos) e/ou perfis sólidos dependendo das características de microcanais e fluxo que se deseja alcançar.

[0053]. Assim, os microcanais que serão formados terão aproximadamente a altura dos espaçadores utilizados no processo de fabricação.

[0054]. Na concretização da invenção mostrada na figuras 1, os espaçadores (2) utilizados compreendem tubos (2) dispostos em configuração alternada. Embora a figura mostre tubos (2), deve ser entendido que outros perfis ocos podem ser igualmente utilizados, e tais perfis podem ter geometria variada, como por exemplo, quadrada, retangular ou elíptica.

[0055]. A Figura 1 mostra uma vista da seção transversal da montagem do bloco formado pelo empilhamento de um conjunto de placas planas (3) com uma pluralidade de espaçadores (2) dispostos entre as placas (3).

[0056]. A figura 1 mostra um bloco formado com camadas intercaladas, onde em uma camada, os espaçadores (2) são dispostos separados em um primeiro sentido (vide a segunda camada da figura, onde pode ser

visto o corte transversal dos espaçadores 2) e uma outra camada onde os espaçadores (2) são dispostos espaçados em com uma diferença de 90 graus em relação ao primeiro sentido (vide a primeira camada da figura, onde pode ser vista a lateral (2') dos espaçadores (2)).

[0057]. Essa construção onde os tubos foram posicionados como uma diferença de 90 graus entre si permite o escoamento cruzado dos fluidos que passarão pelos microcanais assim formados.

[0058]. Como pode ser percebido na figura, a altura dos tubos (2) define substancialmente a altura dos microcanais que serão formados.

[0059]. De modo a facilitar o posicionamento dos tubos (2), o processo de fabricação da presente invenção pode compreender ainda a utilização de guias espaçadoras (4).

[0060]. Como pode ser visto na figura 2, o guia espaçador (4) possui uma porção de filetes, que fazem com que o guia (4) tenha um formato de pente. O formato dos filetes corresponde ao formato dos espaçadores (2).

[0061]. O conjunto de placas (3), espaçadores (2) e guias (4) são dispostos em pilha ordenadamente, até que se alcance um núcleo de trocador (1) com a dimensão desejada. Ou seja, com a quantidade de camadas de placas e espaçadores desejados.

[0062]. Na concretização das figuras 1 e 2, as camadas de espaçadores (2) e guias (4) são intercaladamente dispostas com uma diferença de 90 graus, de modo a formar o escoamento cruzado como descrito anteriormente.

[0063]. O bloco formado pelo empilhamento ordenado das placas (3), espaçadores (2) e guias (4) é então submetido à prensagem em um sistema hidráulico de pressão, e então as guias (4) são removidas.

[0064]. Após a remoção das guias (4), o bloco formado pelo conjunto de espaçadores (2) e guias (4) é submetido ao um processo de soldagem por difusão ou a um processo de soldagem de brasagem.

[0065]. As figuras 3 e 4 e 5 e 6 mostram concretizações da invenção com um processo de fabricação similar ao descrito em relação às figuras 1 e 2, mas onde os espaçadores utilizados são perfis sólidos.

[0066]. Assim, na concretização mostrada nas figuras 3 e 4, os espaçadores (20) compreendem perfis em formato de grelha formados a partir de um processo de corte de uma placa plana. Preferencialmente, o processo de corte utilizado é um processo que permite o corte de canais (21) de abertura variável, como, por exemplo, processos de corte a laser, jato de água plasma ou processo de chama.

[0067]. Assim, para a formação do núcleo de trocador 1, os espaçadores sólidos (20) são empilhados entre as placas planas (30) (vide figura 4), sendo que não há necessidade de utilização de guias.

[0068]. O bloco formado pelo empilhamento das placas planas (30) e placas espaçadoras (20) é então submetido a um processo de soldagem por difusão ou brasagem.

[0069]. Após o bloco soldado, as extremidades dos canais (21) que se estendem quando da intercalação das placas dá origem a pequenos orifícios para a entrada de fluido no trocador.

[0070]. Conforme será discutido a diante, para a formação do trocador, bocais de entrada e saída são fixados ao bloco que forma o núcleo de trocador.

[0071]. Na concretização mostrada nas figuras 5 e 6, os espaçadores (200) compreendem perfis em formato de pente formados a partir de um processo de corte de uma placa plana. Preferencialmente, o processo de corte utilizado é um processo que permite o corte de canais (210) de abertura variável, como, por exemplo, processos de corte a laser, jato de água plasma ou processo de chama.

[0072]. Essa concretização difere daquela mostrada nas figuras 3 e 4 na medida em que, após o processo de soldagem do bloco formado pelo empilhamento do conjunto de placas espaçadoras (210) e placas planas

(300), o processo compreende ainda a remoção das bordas laterais (220) para abertura plena dos microcanais do trocador.

[0073]. Os processos que utilizam os espaçadores em perfil sólido (20), (200) formados por placas planas apresentam como vantagem a economia de material, visto que são utilizadas apenas chapas quadradas e placas retangulares.

[0074]. Outra vantagem desses processos é a possibilidade de se fabricar microcanais com abertura variável.

[0075]. A figura 7 mostra uma concretização do processo de fabricação da presente invenção que não utiliza placas planas entre os espaçadores. Nessa concretização, o uso de espaçadores de perfil oco dispostos lado a lado cria uma superfície de separação (2a) que é suficiente para separar os fluidos nos microcanais formados.

[0076]. Embora a figura mostre espaçadores (2) em forma de tubos com seção transversal quadrada, deve ser ressaltado que tubos com seção transversal triangular, retangular, circular ou elíptica poderiam ser igualmente utilizadas.

[0077]. Da mesma maneira que a concretização mostrada nas figuras 1, o empilhamento aqui compreende camadas intercaladas de tubos 2 dispostos em um primeiro sentido e camadas de tubos 2 dispostos em uma diferença de 90° em relação ao primeiro sentido.

[0078]. Adicionalmente, as camadas intercaladas podem incluir ainda tubos de perfil sólido (6) inseridos entre os espaçadores ocos (2) para aumentar a resistência mecânica do bloco formado.

[0079]. Também conforme as demais concretizações, o bloco formado pelo empilhamento dos espaçadores ocos (2) é submetido a um processo de soldagem.

[0080]. A soldagem do bloco formado é preferencialmente realizada por difusão e/ou brasagem, de modo que as uniões resultantes do processo de soldagem apresentam microestrutura similar e essencialmente as

mesmas propriedades do material de base e de modo que as distorções são minimizadas sem a necessidade de posterior usinagem ou conformação.

[0081]. Esse processo possui a vantagem de não se utilizar placas intermediárias, aumentando assim, a eficiência de troca térmica, uma vez que espessura das paredes entre a primeira e segunda fileiras diminui. Além disso, ainda economiza-se material, fazendo com que o custo de fabricação seja menor.

[0082]. A figura 8 mostra um exemplo de construção de trocador de calor (10) com o núcleo do trocador (1) fabricado pelo processo da presente invenção.

[0083]. Como pode ser visto na figura 8, para a construção do trocador, bocais (7) são fixados às laterais do núcleo (1) por meio de solda.

[0084]. Alcança-se assim um processo de fabricação de núcleos de trocadores de calor de baixo custo de fabricação, com um melhor desempenho energético, microcanais de abertura variável e com uma melhor precisão dimensional.

[0085]. Deve ser entendido que a presente invenção possibilita uma grande flexibilidade na formação dos microcanais, já que os perfis sólidos utilizados para formação dos microcanais podem ter vários desenhos diferentes de corte. Nesse sentido, as figuras 9a e 9b mostram diferentes sinuosidades de corte que podem ser obtidos pelo processo da presente invenção, e as figuras 10a 10b mostram diferentes caminhos de fluxo que podem ser alcançados pelo processo da presente invenção.

[0086]. Tendo sido descrito exemplos de concretizações da presente invenção, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras variações possíveis do conceito inventivo descrito, sendo limitadas tão somente pelo teor das reivindicações apenas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a fabricação de um núcleo (1) de um trocador de calor (10), caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

a) dispor uma pluralidade de espaçadores (2, 20, 200) entre placas planas (3, 30, 300) na direção desejada, os espaçadores tendo uma altura que equivale substancialmente à altura de microcanais que serão criados no núcleo do trocador;

b) empilhar, de modo ordenado, um conjunto de placas planas (3, 30, 300) com espaçadores (2, 20, 200) entre as placas planas, de modo a formar um bloco de trocador; e

c) submeter o bloco formado a um processo de soldagem.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o processo de soldagem compreende um processo de soldagem por difusão ou um processo de soldagem por brasagem.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que os espaçadores compreendem perfis ocos (2) em forma de tubo, e onde a etapa b) compreende:

b1) dispor os espaçadores (2) em guias espaçadoras (4);

b2) empilhar, de modo ordenado, um conjunto de placas planas (3) com os espaçadores (2) nas guias espaçadoras (4) entre as placas planas;

b3) submeter o conjunto formado a um processo de prensagem; e

b4) remover as guias espaçadoras (4).

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que os espaçadores (20) compreendem perfis sólidos em formato de grelha (20) formados a partir de um processo de corte de uma placa plana.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que os espaçadores (200) compreendem perfis sólidos em formato de pente (200) formados a partir de um processo de corte de uma placa plana.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de

que compreende ainda a etapa de e) remoção de bordas laterais (220) dos espaçadores (200).

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o empilhamento da etapa (b) compreende a formação de camadas intercaladas, onde uma camada inclui espaçadores (2, 20, 200) dispostos em um primeiro sentido e a outra camada inclui espaçadores (2, 20, 200) dispostos com uma diferença de 90 graus em relação ao primeiro sentido.

8. Processo para a fabricação de um núcleo (1) de um trocador de calor (10), caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

a) dispor uma primeira pluralidade de espaçadores ocos (2) arranjados lado a lado de modo a formar uma primeira camada de espaçadores dispostos lado a lado, os espaçadores definindo uma superfície de separação (2a);

b) dispor uma segunda pluralidade de espaçadores ocos (2) arranjados lado a lado em um sentido com uma diferença de 90 graus em relação ao sentido da primeira camada, de modo a formar uma segunda camada de espaçadores dispostos lado a lado, os espaçadores definindo uma superfície de separação (2a);

c) empilhar, de modo ordenado e intercalado, um conjunto de primeiras camadas e segunda camadas, de modo a formar um bloco de trocador; e

d) submeter o bloco formado a um processo de soldagem.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que compreende ainda a etapa de incluir pelo menos um tubo de perfil sólido (6) entre pelo menos dois dos espaçadores ocos (2) das primeira e segunda camadas.

10. Processo, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o processo de soldagem compreende um processo de soldagem por difusão ou um processo de soldagem por brasagem.

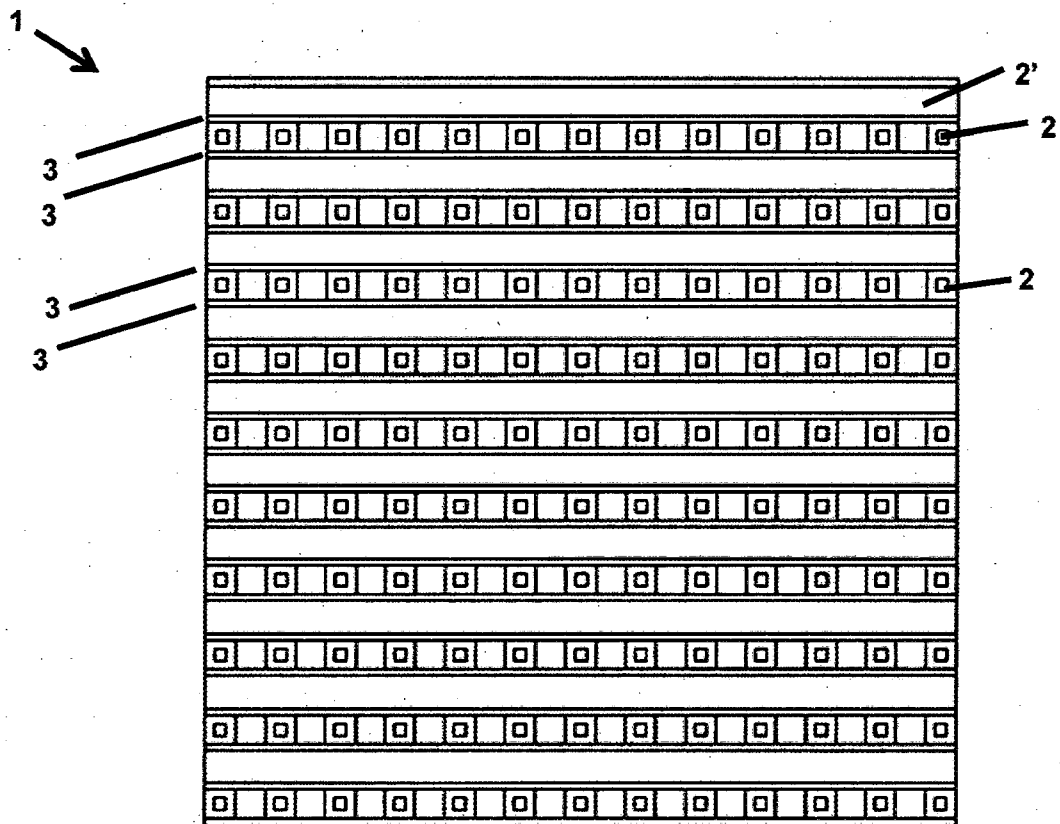


Figura 1

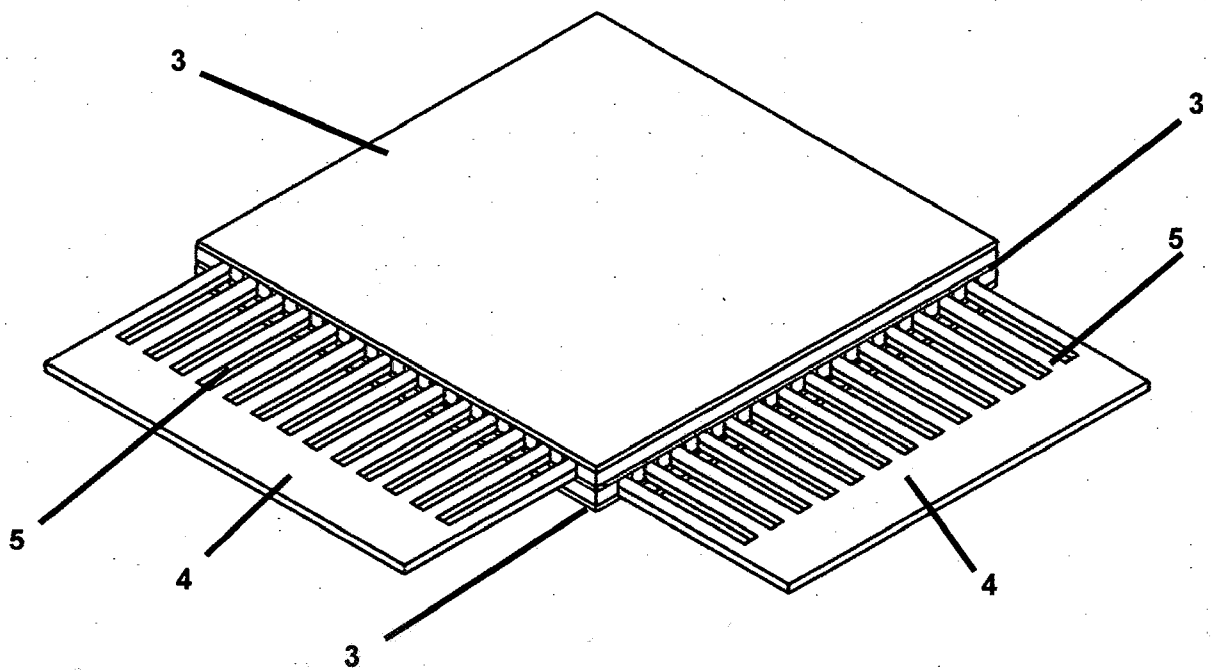


Figura 2

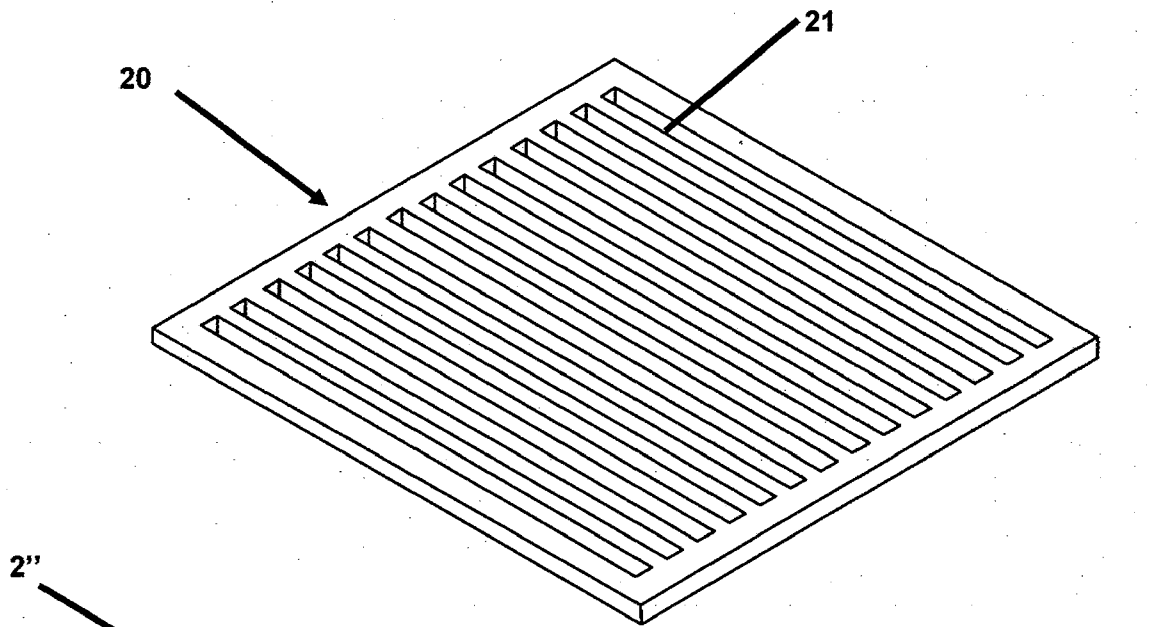


Figura 3

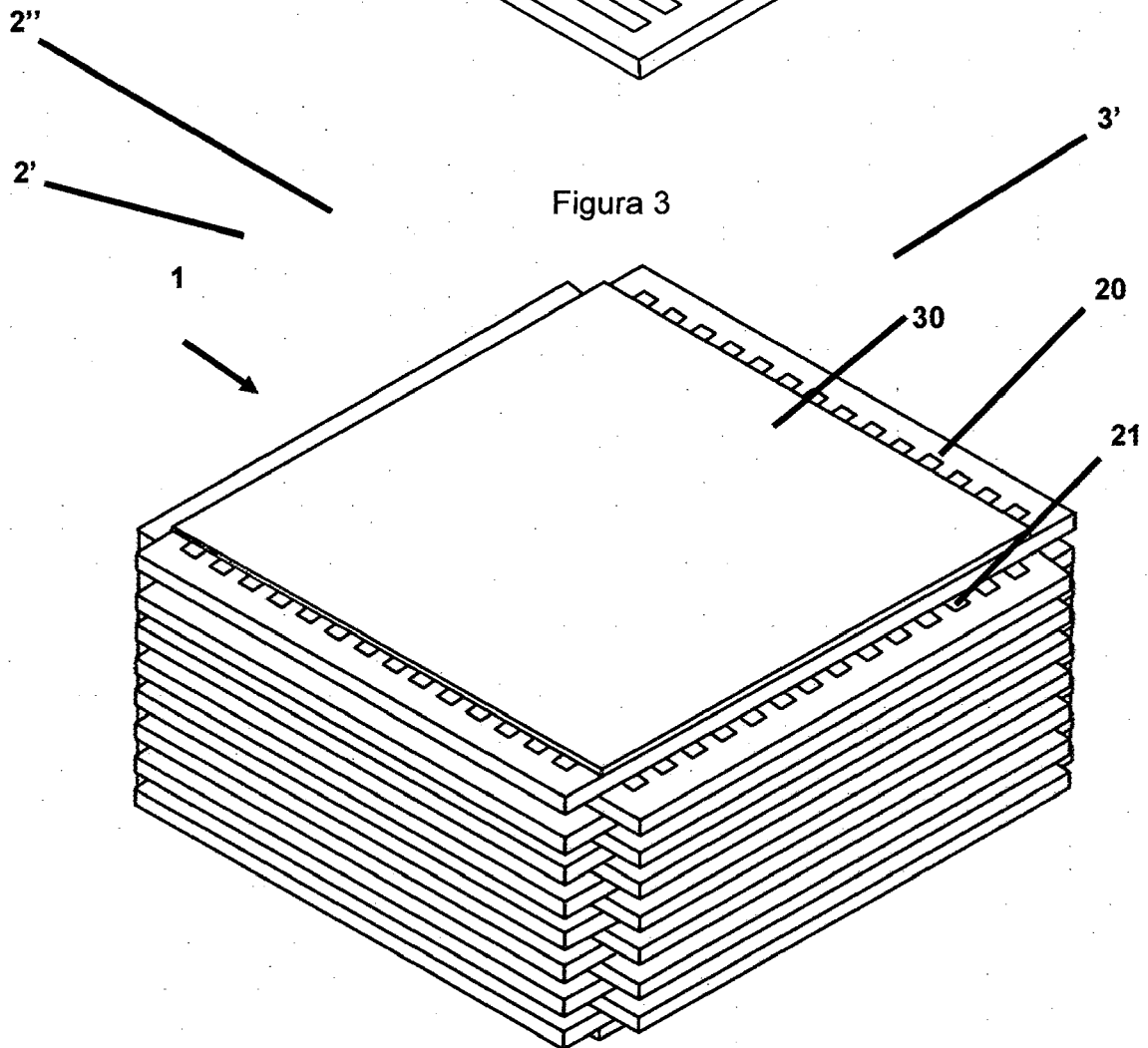


Figura 4

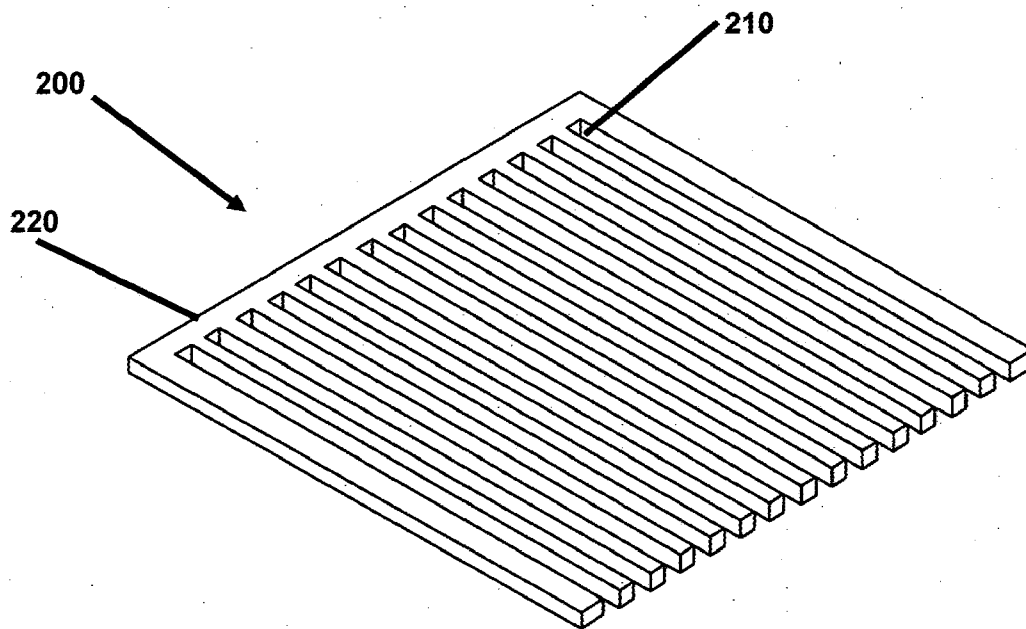


Figura 5

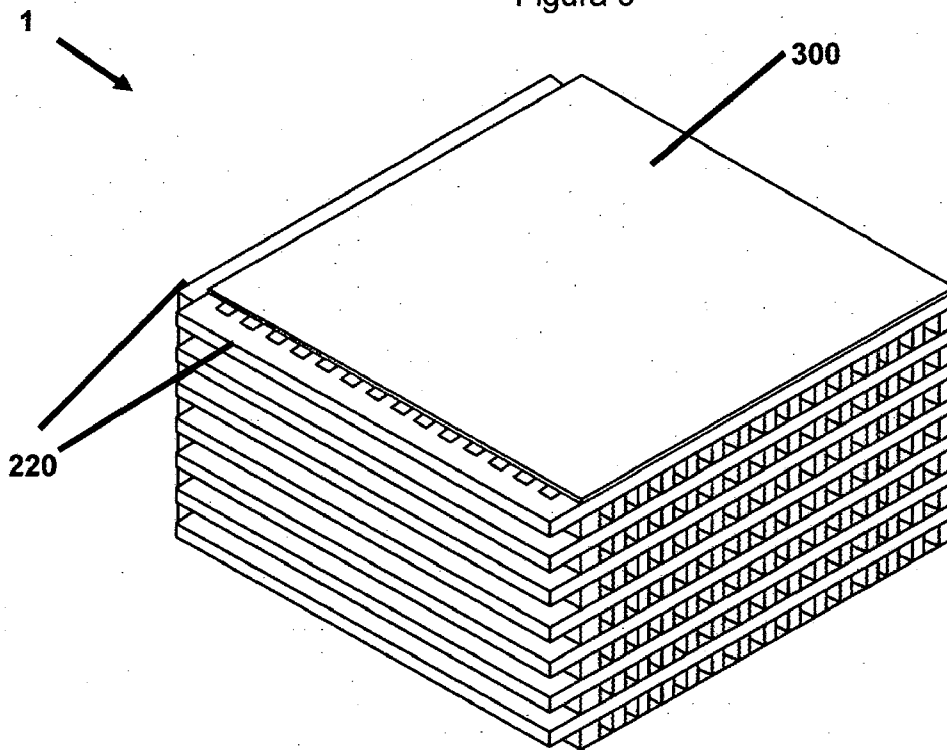


Figura 6

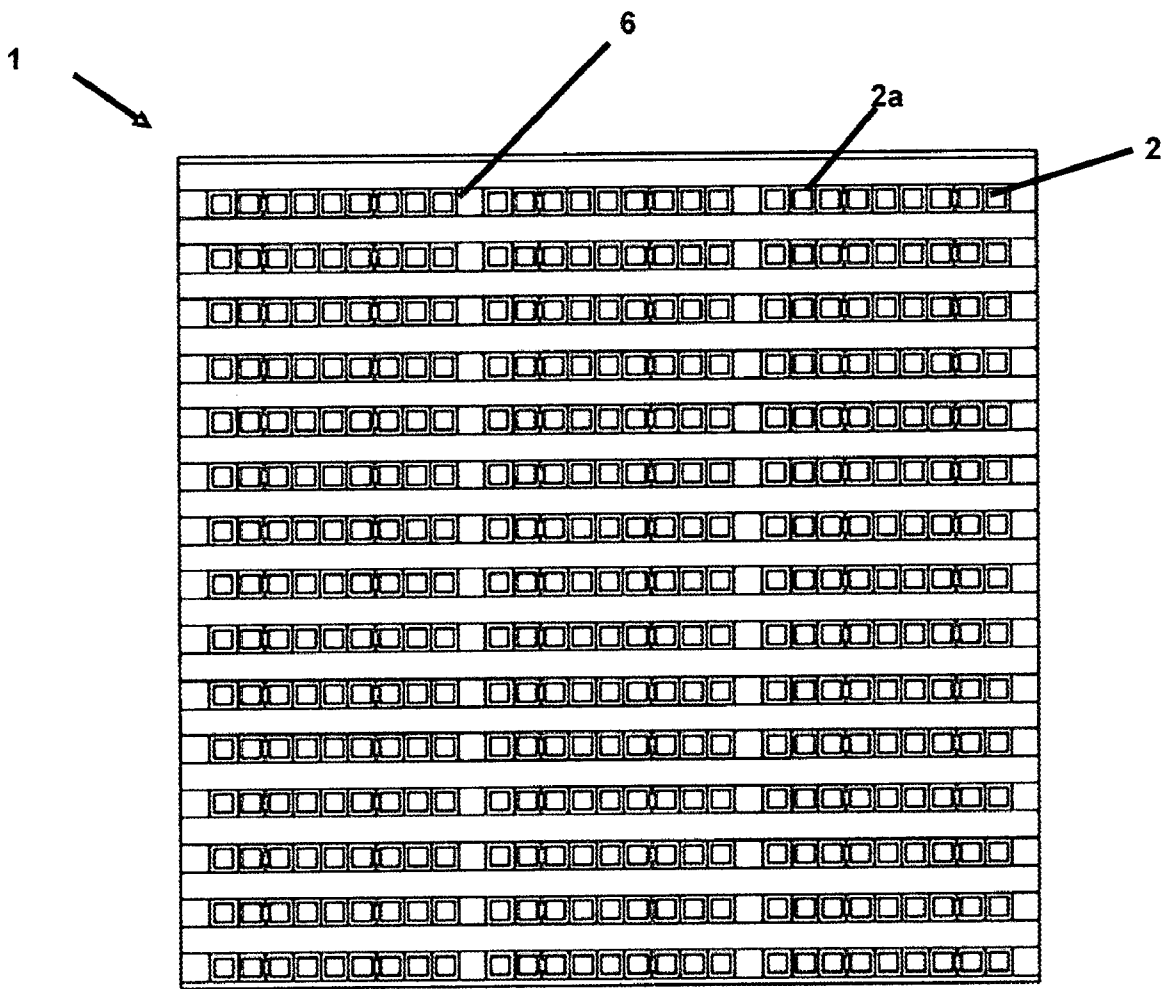


Figura 7

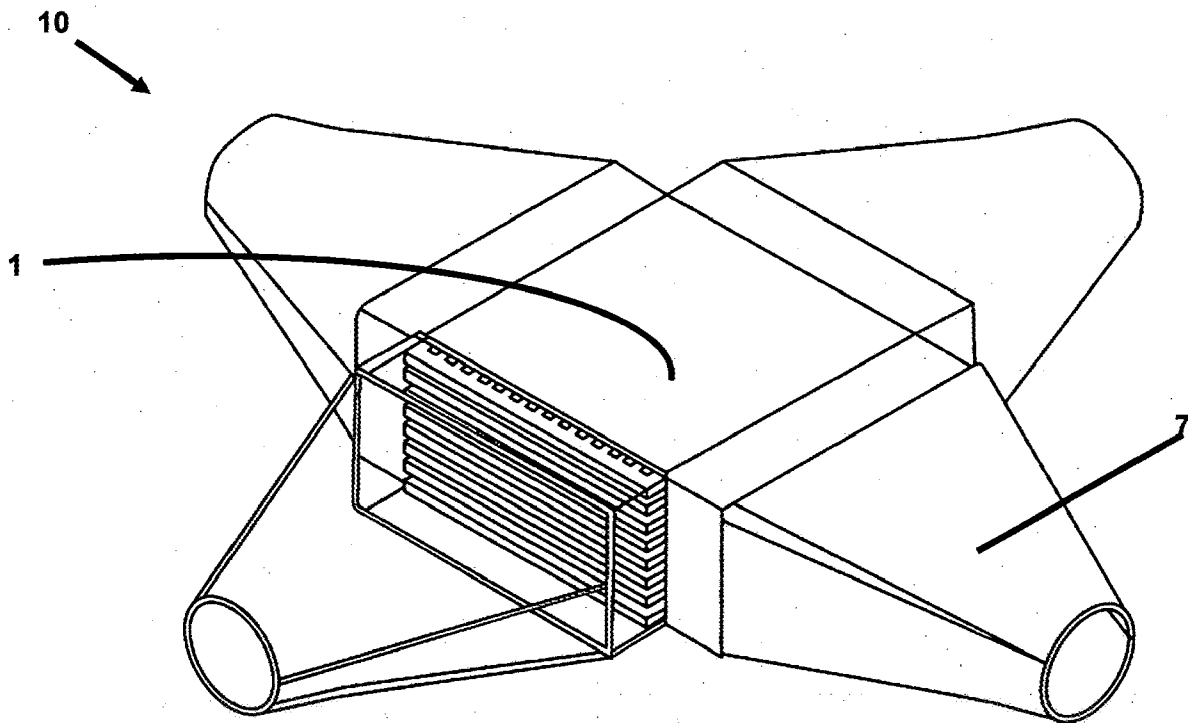


Figura 8

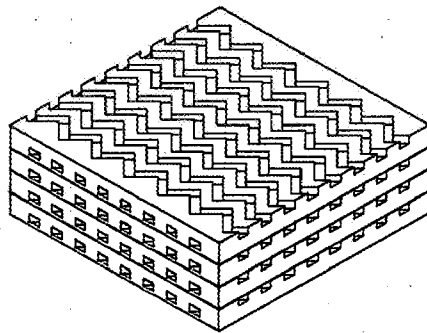


Figura 9a

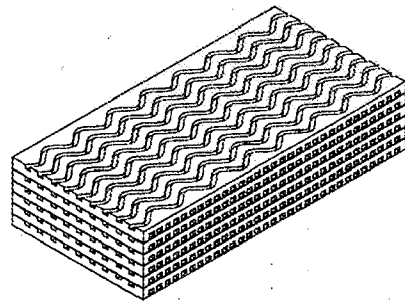


Figura 9b

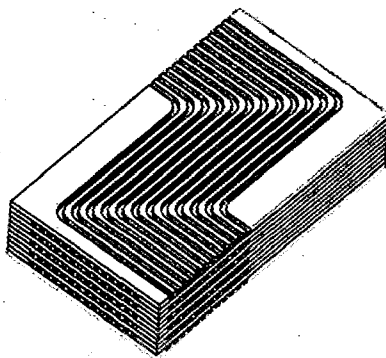


Figura 10a

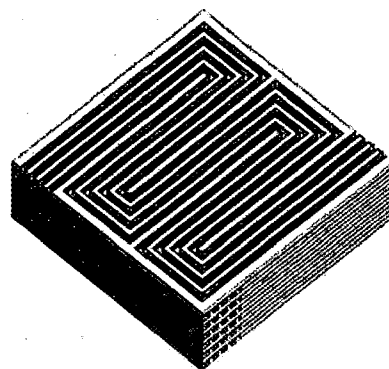


Figura 10b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2014/000408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28F 3/02 (2006.01), F28F 3/12 (2006.01), F28D 9/00 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC F28F; F28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

BANCO DE PATENTE BRASILEIRO - INPI

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, WPI data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2011006613 A2 (JAEHN PETER [DE]) 20 January 2011 (2011-01-20) figures 3, 8, 9	1 – 6
Y	US 2004099712 A1 (TONKOVICH ANNA LEE [US]) 27 May 2004 (2004-05-27) figures 2, 6, 13; paragraphs 2, 28, 55 – 60	1 – 10
X	US 2004098854 A1 (SCHMITT STEPHEN C [US]) 27 May 2004 (2004-05-27) figures 3 – 5, 9;	1
Y		2 – 10
Y	JP S61175487 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 07 August 1986 (1986-08-07) figures 1 – 14; claims	1 – 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10/08/2015

Date of mailing of the international search report

24/08/2015Name and mailing address of the ISA/ **BR**

Facsimile No.

INSTITUTO NACIONAL DA
 PROPRIEDADE INDUSTRIAL
 Rua Sao Bento nº 1, 17º andar
 cep: 20090-010, Centro - Rio de Janeiro/RJ
 +55 21 3037-3663

Authorized officer

Flávio Costa

Telephone No.

+55 21 3037-3493/3742

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2014/000408

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP S6229898 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 07 February 1987 (1987-02-07) figures 1 – 14; claims -----	1, 3, 5, 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/BR2014/000408

WO 2011006613 A2	2011-01-20	WO 2011006613 A3 DE 102009033661 A1 DE 112010002969 A5	2011-12-01 2011-01-20 2012-12-13
-----	-----	-----	-----
US 2004099712 A1	2004-05-27	US 6989134 B2 AU 2003304489 A1 BR 0315753 A CA 2507650 A1 CN 1795044 A CN 100460053 C CN 101480598 A EP 1572349 A2 EP 2457650 A1 JP 2006511345 A JP 4509935 B2 US 2006108397 A1 WO 2005032708 A2 ZA 200505194 A	2006-01-24 2005-04-21 2005-09-06 2005-04-14 2006-06-28 2009-02-11 2009-07-15 2005-09-14 2012-05-30 2006-04-06 2010-07-21 2006-05-25 2005-04-14 2006-04-26
-----	-----	-----	-----
US 2004098854 A1	2004-05-27	US 6851171 B2 AT 373540 T AU 2003295799 A1 BR 0316617 A CA 2505119 A1 CN 1717295 A DE 60316470 D1 EP 1572417 A1 ES 2293069 T3 JP 2006507953 A PT 1572417 E RU 2005120015 A WO 2004050295 A1 ZA 200504006 A	2005-02-08 2007-10-15 2004-06-23 2005-10-11 2004-06-17 2006-01-04 2007-10-31 2005-09-14 2008-03-16 2006-03-09 2007-10-09 2006-01-20 2004-06-17 2006-07-26
-----	-----	-----	-----
JP S61175487 A	1986-08-07	NONE	
-----	-----	-----	-----
JP S6229898 A	1987-02-07	JP H0481718 B2	1992-12-24
-----	-----	-----	-----

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Depósito internacional Nº

PCT/BR2014/000408

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

F28F 3/02 (2006.01), F28F 3/12 (2006.01), F28D 9/00 (2006.01)

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC

B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)

IPC F28F; F28D

Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados

BANCO DE PATENTE BRASILEIRO - INPI

Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)

EPODOC, WPI data, PAJ

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
Y	WO 2011006613 A2 (JAEHN PETER [DE]) 20 janeiro 2011 (2011-01-20) figuras 3, 8, 9	1 – 6
Y	US 2004099712 A1 (TONKOVICH ANNA LEE [US]) 27 maio 2004 (2004-05-27) figuras 2, 6, 13; parágrafos 2, 28, 55 – 60	1 – 10
X Y	US 2004098854 A1 (SCHMITT STEPHEN C [US]) 27 maio 2004 (2004-05-27) figuras 3 – 5, 9;	1 2 – 10
Y	JP S61175487 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 07 agosto 1986 (1986-08-07) figuras 1 – 14; reivindicações	1 – 10

☒ Documentos adicionais estão listados na continuação do quadro C☒ Ver o anexo de famílias das patentes

* Categorias especiais dos documentos citados:

“A” documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.

“E” pedido ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional

“L” documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial

“O” documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.

“P” documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.

“T” documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não conflita como depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.

“X” documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.

“Y” documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.

“&” documento membro da mesma família de patentes.

Data da conclusão da pesquisa internacional

10/08/2015

Data do envio do relatório de pesquisa internacional:

24/08/2015

Nome e endereço postal da ISA/BR



INSTITUTO NACIONAL DA
PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Rua São Bento nº 1, 17º andar
cep: 20090-010, Centro - Rio de Janeiro/RJ
+55 21 3037-3663

Nº de fax:

Funcionário autorizado

Flávio Costa

Nº de telefone:

+55 21 3037-3493/3742

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações N°
Y	JP S6229898 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 07 fevereiro 1987 (1987-02-07) figuras 1 – 14; reivindicações -----	1, 3, 5, 7

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL
 Informação relativa a membros da família da patentes

Depósito internacional Nº

PCT/BR2014/000408

Documentos de patente citados no relatório de pesquisa	Data de publicação	Membro(s) da família de patentes	Data de publicação
WO 2011006613 A2	2011-01-20	WO 2011006613 A3 DE 102009033661 A1 DE 112010002969 A5	2011-12-01 2011-01-20 2012-12-13
-----	-----	-----	-----
US 2004099712 A1	2004-05-27	US 6989134 B2 AU 2003304489 A1 BR 0315753 A CA 2507650 A1 CN 1795044 A CN 100460053 C CN 101480598 A EP 1572349 A2 EP 2457650 A1 JP 2006511345 A JP 4509935 B2 US 2006108397 A1 WO 2005032708 A2 ZA 200505194 A	2006-01-24 2005-04-21 2005-09-06 2005-04-14 2006-06-28 2009-02-11 2009-07-15 2005-09-14 2012-05-30 2006-04-06 2010-07-21 2006-05-25 2005-04-14 2006-04-26
-----	-----	-----	-----
US 2004098854 A1	2004-05-27	US 6851171 B2 AT 373540 T AU 2003295799 A1 BR 0316617 A CA 2505119 A1 CN 1717295 A DE 60316470 D1 EP 1572417 A1 ES 2293069 T3 JP 2006507953 A PT 1572417 E RU 2005120015 A WO 2004050295 A1 ZA 200504006 A	2005-02-08 2007-10-15 2004-06-23 2005-10-11 2004-06-17 2006-01-04 2007-10-31 2005-09-14 2008-03-16 2006-03-09 2007-10-09 2006-01-20 2004-06-17 2006-07-26
-----	-----	-----	-----
JP S61175487 A	1986-08-07	Nenhum	
-----	-----	-----	-----
JP S6229898 A	1987-02-07	JP H0481718 B2	1992-12-24
-----	-----	-----	-----