



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

(11) PI 0822498-6 B1



(22) Data do Depósito: 04/04/2008

(45) Data de Concessão: 19/05/2020

(54) Título: TROCADOR DE CALOR DE PLACAS

(51) Int.Cl.: F28D 9/00; F28F 3/02; F28F 3/08.

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

(72) Inventor(es): ROLF BERMHULT; FREDRIK ANDREASSON; MAGNUS SVENSSON; HAKAN LARSSON; ROLF CHRISTENSEN.

(86) Pedido PCT: PCT SE2008050397 de 04/04/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/123517 de 08/10/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/09/2010

(57) Resumo: TROCADOR DE CALOR DE PLACAS É descrito um trocador de calor de placas que compreende uma pluralidade de placas do trocador de calor (1) formada de uma chapa fina metálica e unidas permanentemente umas nas outras por meio de um material de brasagem para formar o pacote de placas com primeiros interespaços das placas (4) e segundos interespaços das placas (5). Cada placa do trocador de calor tem um padrão que forma uma área de transferência de calor e uma pluralidade de áreas de janela. Cada placa do trocador de calor estende-se ao longo de um plano de extensão principal (p). As áreas estendem-se, em um lado da placa do trocador de calor, entre um nível primário (p) a uma distância do plano de extensão principal e um nível secundário (p) a uma distância do plano de extensão principal e oposto a ele. Cada placa do trocador de calor tem uma profundidade (d) definida pela distância entre o nível primário e o nível secundário. A profundidade é menor ou igual a 1,0 mm.

“TROCADOR DE CALOR DE PLACAS”

CAMPO DA INVENÇÃO

[1] A presente invenção diz respeito a um trocador de calor de placas de acordo com o preâmbulo de acordo com a reivindicação 1.

[2] Em muitas aplicações de trocador de calor é desejável atingir uma pressão de projeto alta, ou muito alta, isto é, poder permitir uma pressão alta, ou muito alta, de um ou ambos os meios que escoam através dos interespaços das placas. É também desejável poder permitir que tais altas pressões nos trocadores de calor de placas do tipo supradefinido tenham placas do trocador de calor unidas permanentemente, por exemplo, por meio de brasagem. Tais altas pressões de projeto são difíceis de atingir sem a provisão de componentes de reforço externos.

[3] Uma área fraca em tais trocadores de calor é a área da janela, isto é, a área imediatamente em torno das janelas. Essas áreas determinam a pressão de projeto nos trocadores de calor de placas usados atualmente. Entretanto, embora um certo projeto da área da janela melhore a pressão de projeto, este projeto não melhoraria a resistência em uma outra área do trocador de calor de placas, isto é, o problema então seria meramente transferido.

[4] Um exemplo de uma aplicação que exige pressões de projeto muito altas são trocadores de calor de placas para evaporadores e condensadores em circuitos de resfriamento com dióxido de carbono como um agente de resfriamento. Dióxido de carbono neste contexto é muito vantajoso do ponto de vista ambiental, em comparação com agentes de resfriamento tradicionais, tais como freons.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[5] O objetivo da presente invenção é prover um trocador de calor de placas com uma alta pressão de projeto e, mais precisamente, um trocador de calor de placas que permite uma pressão muito alta de pelo menos um dos

meios que escoam nele.

[6] Este objetivo é alcançado pelo trocador de calor de placas inicialmente definido, que é caracterizado em que a profundidade é menor ou igual a 1,0 mm.

[7] Uma pequena profundidade como esta das placas do trocador de calor melhora a resistência da placa e do trocador de calor de placas. A pequena profundidade das placas do trocador de calor permite uma pequena distância entre elementos corrugados, tais como cristas e vales, na área de transferência de calor. Uma pequena distância como esta entre os elementos corrugados significa que a distância entre as áreas de contato ou áreas de união entre placas do trocador de calor adjacentes no pacote de placas também será relativamente pequena. Conseqüentemente, uma pequena profundidade resulta em uma pequena distância entre as áreas de união e assim em um grande número de tais áreas de união sobre a área de transferência de calor.

[8] De acordo com uma modalidade da invenção, a profundidade é menor ou igual a 0,9 mm, mais preferivelmente menor ou igual a 0,85 mm, e acima de tudo preferivelmente menor ou igual a 0,80 mm.

[9] De acordo com uma modalidade adicional da invenção, cada placa do trocador de calor, antes da formação, tem uma espessura de chapa fina metálica t , que fica na faixa de $0,2 \leq t \leq 0,4$ mm. Vantajosamente, a espessura de chapa fina metálica t é aproximadamente 0,3 mm.

[10] De acordo com uma modalidade adicional da invenção, o material de brasagem tem um volume de brasagem com relação à área do trocador de calor do trocador de calor de placas, em que os primeiros interespaços e os segundos interespaços têm um volume de interespaços com relação à área de transferência de calor do trocador de calor de placas e em que a proporção do volume de brasagem para o volume de interespaços é pelo menos 0,05. Um volume relativamente grande como este de material de

brasagem melhora a resistência da união entre as placas do trocador de calor e assim a resistência do trocador de calor de placas.

[11] De acordo com uma modalidade adicional da invenção, cada placa do trocador de calor define uma linha de centro longitudinal, em que a área de transferência de calor compreende cristas e vales arranjados de uma maneira tal que as cristas de uma das placas do trocador de calor apóiem-se nos vales de uma placa adjacente das placas do trocador de calor para formar uma pluralidade de áreas de união. Vantajosamente, as cristas e vales estendem-se ao longo de pelo menos uma linha de extensão, formando um ângulo de inclinação α com a linha de centro, em que o ângulo de inclinação α fica na faixa de $20^\circ \leq \alpha \leq 70^\circ$. Preferivelmente, o ângulo de inclinação α é aproximadamente 45° . Um ângulo de inclinação α como este proporciona um máximo das áreas de união e assim contribui para uma alta resistência do pacote de placas e para o trocador de calor de placas.

[12] De acordo com uma modalidade adicional da invenção, a linha de extensão de cada crista e vale forma um ângulo de inclinação α positivo em um lado da linha de centro e um ângulo de inclinação negativo correspondente no outro lado da linha de centro, em que as cristas e vales formam áreas de união na linha de centro. Tais áreas de união na linha de centro proporcionam uma alta resistência nesta área.

[13] De acordo com uma modalidade adicional da invenção, as cristas são dispostas a uma distância umas das outras, e estendem-se paralelas umas com as outras. Vantajosamente, a distância entre cristas adjacentes na área de transferência de calor é menor que 4 mm. Uma pequena distância como esta entre cristas adjacentes é vantajosa, como anteriormente explicado, e contribui para um grande número de áreas de união na área de transferência de calor. Vantajosamente, esta distância pode ser aproximadamente 3 mm.

[14] De acordo com uma modalidade adicional da invenção, cada área de janela compreende uma primeira área de janela, uma segunda área de

janela, uma terceira área de janela e uma quarta área de janela.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[15] A presente invenção será agora explicada com mais detalhes por meio de uma descrição de várias modalidades e com referência aos desenhos anexos.

[16] A figura 1 mostra uma vista lateral de um trocador de calor de placas de acordo com a invenção.

[17] A figura 2 mostra uma vista plana do trocador de calor de placas da figura 1.

[18] A figura 3 mostra uma vista plana de uma placa do trocador de calor do trocador de calor de placas da figura 1.

[19] A figura 4 mostra uma outra vista plana de uma placa do trocador de calor do trocador de calor de placas da figura 1.

[20] A figura 5 mostra uma vista plana de uma parte de uma área da janela da placa do trocador de calor da figura 4.

[21] A figura 6 é uma vista seccional transversal de algumas das placas do trocador de calor em uma área de transferência de calor do trocador de calor de placas da figura 1.

[22] A figura 7 mostra uma vista plana de uma parte da área de transferência de calor de um trocador de calor do trocador de calor de placas da figura 1.

[23] A figura 8 mostra uma vista seccional de uma parte da janela S1 do trocador de calor de placas da figura 1.

[24] A figura 9 mostra uma vista seccional de uma parte da janela S3 do trocador de calor de placas da figura 1.

[25] A figura 10 mostra uma vista seccional similar a uma da figura 8 de uma outra modalidade.

[26] A figura 11 mostra uma vista seccional similar a uma da figura 9 da outra modalidade.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE VÁRIAS MODALIDADES DA INVENÇÃO

[27] As figuras 1 e 2 mostram um trocador de calor de placas compreendendo uma pluralidade de placas do trocador de calor 1, uma primeira placa de extremidade 2, que é provida ao lado de uma placa mais externa das placas do trocador de calor 1, e uma segunda placa de extremidade 3 que é provida ao lado da outra placa do trocador de calor mais externa oposta 1.

[28] As placas do trocador de calor 1 são produzidas pela formação de uma chapa fina metálica e providas ao lado uma da outra. A primeira placa de extremidade 2, a segunda placa de extremidade 3 e as placas do trocador de calor 1 são unidas permanentemente umas nas outras por meio de brasagem por meio de um material de brasagem para formar um pacote de placas. O pacote de placas define ou tem primeiros interespaços de placas 4 para um primeiro meio e segundos interespaços de placas 5 para um segundo meio, vide figura 6. Os primeiros e segundos meios podem ser quaisquer meios de transferência de calor adequados. Por exemplo, o primeiro e/ou segundo meio pode ser dióxido de carbono.

[29] O trocador de calor de placas das modalidades reveladas tem quatro janelas S1, S2, S2 e S4, em que a janela S1 é conectada a um tubo de conexão 11 e comunica com os primeiros interespaços de placas 4, a janela S2 é conectada a um tubo de conexão 12 e comunica com os primeiros interespaços de placas 4, a janela S3 é conectada a um tubo de conexão 13 e comunica com os segundos interespaços de placas 5 e a janela S4 é conectada a um tubo de conexão 14 e comunica com os segundos interespaços de placas 5. Deve-se notar que o trocador de calor de placas pode ter um outro número de janelas além dos revelados, por exemplo, 2, 3, 5, 6, 7 ou oito janelas. Tubos de conexão podem ser providos estendendo-se da primeira placa de extremidade 2, como revelado, e/ou da segunda placa de extremidade 3.

[30] Cada placa do trocador de calor 1 tem, nas modalidades reveladas, uma forma retangular com duas bordas laterais compridas 15 e duas bordas laterais pequenas 6, vide figura 3. Um eixo central longitudinal x estende-se entre as duas bordas laterais compridas 15, e paralelo a elas, e transversalmente às bordas laterais pequenas 16. Cada placa do trocador de calor 1 também se estende ao longo de um plano de extensão principal p , vide figura 6.

[31] Como se pode ver pelas figuras 3 e 4, cada placa do trocador de calor 1 tem uma área de transferência de calor 20, na qual a parte principal de transferência de calor entre o primeiro e o segundo meio ocorre, e uma pluralidade de áreas de janela 21-24. Nas modalidades reveladas, as áreas de janelas 21-24 compreendem uma primeira área de janela 21, uma segunda área de janela 22, uma terceira área de janela 23 e uma quarta área de janela 24. Cada área de janela 21-24 envolve uma respectiva janela através da placa do trocador de calor 1. Cada janela é definida por uma borda da janela 25.

[32] Todas as áreas 20-24 estendem-se, em um lado da placa do trocador de calor 1, entre um nível primário p' a uma distância do plano de extensão principal p , e um nível secundário p'' a uma distância do plano de extensão principal p , e oposto a ele, vide figura 6. Com relação ao dito um lado da placa do trocador de calor 1, o nível primário p' forma um nível superior da placa do trocador de calor 1, e o nível secundário p'' forma um nível inferior da placa do trocador de calor 1, visto na figura 6. O nível primário p' é assim localizado mais perto da primeira placa de extremidade 2 do que o nível secundário p'' . Cada placa do trocador de calor 1 também tem um flange 26 que estende-se em torno da placa do trocador de calor 1 ao longo das bordas laterais compridas 15 e das bordas laterais pequenas 16. Como pode-se ver na figura 6 o flange 26 estende-se ainda mais para fora do plano de extensão principal p do que o nível secundário p'' .

[33] Cada placa do trocador de calor 1 é feita pela formação de uma

chapa fina metálica com uma espessura da chapa fina metálica t . Deve-se notar que a espessura da chapa fina metálica t pode variar e ser um pouco alterada depois da formação da placa do trocador de calor 1. A espessura da chapa fina metálica t , antes da formação, pode ficar na faixa de $0,2 \leq t \leq 0,4$ mm. Vantajosamente, a espessura da chapa fina metálica t , antes da formação, pode ser 0,3 mm ou aproximadamente 0,3 mm.

[34] Cada placa do trocador de calor 1 também tem uma profundidade d , vide figura 6. A profundidade d é definida pela distância entre o nível primário p' e o nível secundário p'' . A profundidade d pode ser menor ou igual a 1,0 mm, preferivelmente menor ou igual a 0,90 mm, mais preferivelmente menor ou igual a 0,85 mm e acima de tudo preferivelmente menor ou igual a 0,80 mm.

[35] Como se pode ver nas figuras 3, 6 e 7, a área de transferência de calor 20 compreende uma corrugação de cristas 27 e vales 27' arranjada de uma maneira tal que as cristas 27 de uma placa vizinha das placas do trocador de calor 1 formem uma pluralidade de áreas de união 28 entre uma placa do trocador de calor 1, indicada por linhas cheiras na figura 7, e uma placa do trocador de calor adjacente 1, indicada por linhas pontilhadas na figura 7. As cristas 27 ficam dispostas a uma distância r umas das outras, e estendem-se em paralelo umas com as outras e com os vales 27'.

[36] As cristas 27 e os vales 27' estendem-se ao longo de uma linha de extensão e formando um ângulo de inclinação α com a linha de centro x , vide figura 7. O ângulo de inclinação α pode ficar na faixa de $20^\circ \leq \alpha \leq 70^\circ$. Vantajosamente, o ângulo de inclinação α pode ser 45° , ou aproximadamente 45° . Nas modalidades reveladas, a linha de extensão e de cada crista 27 e vale 27' forma um ângulo de inclinação α positivo em um lado da linha de centro x e um ângulo de inclinação α negativo correspondente no outro lado da linha de centro. Como se pode ver na figura 7, as cristas 27 e vales 27' também formam áreas de união 29 na linha de centro x . Além disso, as áreas de união

30 são formadas entre os flanges 26 de placas do trocador de calor adjacentes 1. A distância r entre as cristas adjacentes 27, ou entre uma respectiva linha de extensão central e de cristas adjacentes 27, pode ser menor que 4 mm, ou pode ser aproximadamente 3 mm, ou 3 mm, vide figura 7.

[37] Como mencionado anteriormente, o trocador de calor de placas é brasado por meio de um material de brasagem colocado entre as placas do trocador de calor 1 antes da operação de brasagem. O material de brasagem tem um volume de brasagem com relação à área de transferência de calor 20 do trocador de calor de placas. Os primeiros interespaços 4 e os segundos interespaços 5 do trocador de calor de placas têm um volume de interespaços com relação à área de transferência de calor 20 do trocador de calor de placas. A fim de obter uma alta resistência do trocador de calor de placas, é vantajoso prover uma quantidade suficientemente grande de material de brasagem formando as áreas de união supramencionadas 28, 29 entre placas do trocador de calor adjacentes 1. Conseqüentemente, a proporção do volume de brasagem para o volume de interespaços pode ser pelo menos 0,05, pelo menos 0,06, pelo menos 0,08 ou pelo menos 0,1.

[38] Cada área de janela 21-24 compreende uma área plana anular 31, um conjunto de porções internas 32 disposto na área plana anular 31 e distribuído ao longo da borda da janela 25. As porções internas 32 são deslocadas da área plana anular 31 em uma direção normal com relação ao plano de extensão principal p . Cada área de janela 21-24 também compreende um conjunto de porções externas 33 disposto e distribuído ao longo da área plana anular 31 a uma distância das porções internas 32. As porções internas 32, que unem a borda da janela 25, estendem-se até o mesmo nível das porções externas 33, ou ficam localizadas nele, ao passo que a área plana anular 31 fica localizada em um outro nível em relação às porções internas 32 e às porções externas 33. Mais especificamente, as porções internas 32 e as porções externas 33 da primeira área de janela 21 e da segunda área de janela

22 estendem-se até o nível secundário p", ou ficam localizadas nele, ao passo que a área plana anular 31 da primeira área de janela 21 e da segunda área de janela 22 fica localizada no nível primário p'. Além disso, as porções internas 32 e as porções externas 33 da terceira área de janela 23 e da quarta área de janela 24 estendem-se até o nível primário p', ou ficam localizadas nele, ao passo que a área plana anular 31 da terceira área de janela p" e da quarta área de janela 24 fica localizada no nível secundário p". Cada porção interna 32 tem uma extensão plana no respectivo nível p' e p", e cada porção externa 33 tem uma extensão plana no respectivo nível p' e p". Isto significa que a extensão plana das porções internas 32 e das porções externas 33 das primeira e segundas áreas de janelas 21, 22 fica localizada no nível secundário p", ao passo que a extensão plana das porções internas 32 e das porções externas 33 da terceira área de janela 23 e da quarta área de janela 24 fica localizada no nível primário p'.

[39] No pacote de placas, cada segunda placa do trocador de calor 1 é rotacionada 180 ° no plano de extensão principal p. Isto significa que as porções internas 32 da placa do trocador de calor 1 se encontrarão e unirão a uma respectiva porção das porções internas 32 de uma placa do trocador de calor adjacente 1. Da mesma maneira, as porções externas 33 de uma placa do trocador de calor 1 se encontrarão e unirão a uma respectiva porção das porções externas 33 de uma placa do trocador de calor adjacente 1. Mais especificamente, as porções internas 32 e as porções externas 33 da primeira área de janela 21 de uma placa do trocador de calor 1 se unirá a uma respectiva porção das porções internas 32 e das porções externas 33 da terceira área de janela 23 de uma placa do trocador de calor adjacente 1 no pacote de placas. Da mesma maneira, as porções internas 32 e as porções externas 33 da segunda área de janela 22 de uma placa do trocador de calor 1 se unirão a uma respectiva porção das porções internas 32 e das porções externas 33 da quarta área de janela 24 de uma placa de trocador de calor

adjacente 1 no pacote de placas da modalidade revelada.

[40] Como se pode ver na figura 5, cada porção interna 32 tem uma parte interna 41 estendendo-se até a borda de janela 24, e unindo-se a ela. Além disso, cada porção interna 32 tem um segmento externo 42 unindo a parte interna 41 e tendo uma extensão angular de pelo menos 180° . O segmento externo 42 une-se na porção plana anular 31. O segmento externo 42 tem um contorno contínuo e um raio R . O raio R é substancialmente constante e pode variar na faixa de $0,8 R \leq R \leq 1,2 R$, mais especificamente na faixa de $0,9 R \leq R \leq 1,1 R$, e acima de tudo especificamente na faixa de $0,95 R \leq R \leq 1,05 R$.

[41] Além disso, cada uma das porções externas 33 pode ter um segmento interno 45 unindo a área plana anular 31 e tendo uma extensão angular de pelo menos 90° , pelo menos 120° ou pelo menos 150° . O segmento interno 45 preferivelmente também tem um contorno contínuo, e pode ter um raio R' , que é constante ou substancialmente constante, e pode variar em uma faixa de $0,9 R' \leq R' \leq 1,2 R'$, mais especificamente na faixa de $0,8 R \leq R \leq 1,1 R$, e acima de tudo especificamente na faixa de $0,95 R \leq R \leq 1,05 R$.

[42] Como se pode ver na figura 4, tanto as porções internas 32 quanto as porções externas 33 de cada área de janela 21-24 são uniformemente distribuídas em torno da respectiva janela. Mais especificamente, as porções internas 32 apresentam uma distância angular interna igual entre porções internas adjacentes 32. As porções externas 33 apresentam uma distância angular externa igual entre porções externas adjacentes 33. Além disso, as porções externas 33 da primeira área de janela 21 e a terceira área de janela 23 têm uma primeira posição periférica relativa referente às porções internas 32 dessas duas áreas de janela 21 e 23. As porções externas 33 da segunda área de janela 22 e da quarta área de janela 24 têm uma segunda posição periférica relativa referente às porções internas 32

dessas duas áreas de janela 22 e 24. Pode-se ver pela figura 4 que a primeira posição periférica relativa é deslocada periféricamente, ou inclui um deslocamento periférico, em relação à segunda posição periférica relativa. O deslocamento periférico, nesta modalidade revelada, é igual à metade, ou aproximadamente a metade, da distância angular externa igual entre as porções externas adjacentes 33.

[43] Na modalidade revelada, cada área de janela 21-24 compreende 9 porções internas 32 e 18 porções externas 33. Este é um número adequado de porções internas 32 e porções externas 33. Nas modalidades reveladas, a distância angular interna é aproximadamente o dobro da distância angular externa. Entretanto, deve-se notar que o número de porções internas 32 e o número de porções externas 33 podem variar e fugir dos números revelados.

[44] Cada um dos quatro tubos de conexão 11-14 é unido a uma respectiva área das áreas de janela 21-24 e compreende um elemento plano 50. Cada elemento plano 50 forma um flange de anexação anexado ou integral com um respectivo tubo de conexão 11-14 e unido no pacote de placas, vide figuras 8 e 9. Todos os elementos planos 50 são providos entre uma das placas de extremidade 2, 3 e uma das placas do trocador de calor mais externas 1. Mais especificamente, nas modalidades reveladas, cada elemento plano 50 é provido entre uma das placas do trocador de calor mais externa 1 e a primeira placa de extremidade 2. Os elementos planos 50 são brasados na placa do trocador de calor mais externa 1 e na primeira placa de extremidade 2. A área em torno de cada janela da primeira placa de extremidade 2 é saliente em uma porção saliente 2a para prover um espaço para o respectivo elemento plano 50, como se pode ver nas figuras 1, 8 e 9. Com relação às primeira e segunda janelas S1 e S2, o elemento plano 50 tem uma superfície inferior plana, ou substancialmente plana, 51 apoiando-se e unida na área plana anular 31 da placa do trocador de calor mais externa 1 na

primeira área de janela 21 e na segunda área de janela 22, respectivamente. A área plana anular 31 fica assim localizada no nível primário p', vide figura 8.

[45] Com relação às terceira e quarta janelas S3, S4, cada elemento plano 50 compreende uma protuberância anular 52 que salienta-se da superfície inferior plana 51 e vira em direção ao pacote de placas. A protuberância anular 52 apóia-se firmemente na área plana anular 31 da placa do trocador de calor mais externa 1 na terceira área de janela 23 e na quarta área de janela 24, respectivamente. A área plana anular 31 fica assim localizada no nível secundário p'', vide figura 9. Consequentemente, um apoio seguro e firme dos elementos planos 50 é garantido para todas as janelas S1-S4.

[46] Entre a segunda placa de extremidade 3 e a outra placa do trocador de calor mais externa 1, é provido um elemento plano 53 que forma uma arruela de reforço 53. Os elementos planos 53 não formam uma parte de um tubo de conexão 11-14 e cobrem a respectiva janela. O elemento plano 53 para as janelas S1 e S2 tem uma superfície inferior plana, ou substancialmente plana 51 que se apóia firmemente e é unida na área plana anular 31 da outra placa do trocador de calor mais externa 1 da mesma maneira que o elemento plano 50. O elemento plano 53 para as janelas S3 e S4 tem uma superfície inferior plana 51 com uma protuberância anular 52 que se apóia firmemente e é unida na área plana anular da outra placa do trocador de calor mais externa 1. Também, a segunda placa de extremidade 3 tem uma porção saliente 3a em torno de cada janela.

[47] Nota-se que um ou mais dos elementos planos 53 podem ser substituídos por um respectivo tubo de conexão com um elemento plano 50 no caso de uma entrada e/ou uma saída tem que ser provida como uma alternativa ou suplemento através da segunda placa de extremidade 3.

[48] As figuras 10 e 11 revelam uma modalidade adicional que difere da modalidade revelada nas figuras 8 e 9 meramente em que o tubo de

conexão 11-15 compreende uma rosca externa 55 e que o elemento plano 50 é brasado no tubo de conexão 11-15. Desta maneira, o elemento plano 50 pode ficar disposto entre a placa do trocador de calor mais externa 1 e a primeira placa de extremidade 2. O tubo de conexão 11-15 pode em seguida ser introduzido na respectiva janela a ser brasada no elemento plano 50 com relação à brasagem do trocador de calor de placas.

[49] A presente invenção não está limitada às modalidades reveladas, mas pode ser variada e modificada sem fugir do escopo das reivindicações seguintes.

REIVINDICAÇÕES

1. Trocador de calor de placas, compreendendo uma pluralidade de placas do trocador de calor (1), que são produzidas pela formação de uma chapa fina metálica e que são providas uma ao lado da outra e unidas permanentemente umas nas outras por meio de um material de brasagem para formar um pacote de placas tendo primeiros interespaços de placas (4) configurados para acomodar um primeiro meio e segundos interespaços de placas (5) configurados para acomodar um segundo meio, pelo menos um dos primeiro e segundo meios sendo dióxido de carbono,

em que cada placa de trocador de calor (1) tem um padrão formando uma área de transferência de calor (20), uma pluralidade de áreas de janela (21-24), cada área de janela (21-24) envolvendo uma respectiva janela definida por uma borda de janela (25),

em que cada placa do trocador de calor (1) define uma linha de centro longitudinal (x) e em que a área de transferência de calor (20) compreende cristas (27) e vales (27') arranjados de maneira tal que as cristas (27) de uma das placas de trocador de calor (1) apoiem-se nos vales (27') de uma placa vizinha das placas de trocador de calor (1) para formar uma pluralidade de áreas de união (28),

em que cada placa do trocador de calor (1) estende-se ao longo de um plano de extensão principal (p), em que dita área de transferência de calor (20) e dita área de janela (21-24), em um lado da placa de trocador de calor (1), se estendem entre um nível primário (p') superior a uma distância do plano de extensão principal (p) e um nível secundário (p'') inferior a uma distância do e em um lado oposto ao plano de extensão principal (p),

caracterizado pelo fato de que cada placa de trocador de calor (1) tem uma profundidade (d) definida pela distância entre o nível primário (p') superior e o nível secundário (p'') inferior,

em que a profundidade (d) é igual a ou menor do que 0,90 mm,

em que as cristas (27) são dispostas a uma distância e se estendem em paralelo umas com as outras, e

em que a distância entre as cristas (27) adjacentes na área de transferência de calor (20) é menor do que 4 mm.

2. Trocador de calor de placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a profundidade (d) é menor ou igual a 0,85 mm.

3. Trocador de calor de placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a profundidade (d) é menor ou igual a 0,80 mm.

4. Trocador de calor de placas de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que cada placa do trocador de calor (1), antes da formação, tem uma espessura da chapa fina metálica (t) que fica na faixa de $0,2 \leq t \leq 0,4$ mm.

5. Trocador de calor de placas de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a espessura da chapa fina metálica (t) é de aproximadamente 0,3 mm.

6. Trocador de calor de placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o material de brasagem tem um volume de brasagem com relação à área de transferência de calor (20) do trocador de calor de placas, em que os primeiros interespaços (4) e os segundos interespaços (5) têm um volume de interespaços com relação à área de transferência de calor (20) do trocador de calor de placas, e em que a proporção do volume de brasagem para o volume de interespaços é pelo menos 0,05.

7. Trocador de calor de placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as cristas (27) e vales (27') estendem-se ao longo de pelo menos uma linha de extensão (e) formando um ângulo de inclinação α com a linha de centro, e em que o ângulo de inclinação α fica na

faixa de $20^\circ \leq \alpha \leq 70^\circ$.

8. Trocador de calor de placas de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o ângulo de inclinação α é de aproximadamente 45° .

9. Trocador de calor de placas de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que a linha de extensão (e) de cada crista (27) e vale (27') forma um ângulo de inclinação α positivo em um lado da linha de centro (x) e um ângulo de inclinação α negativo correspondente no outro lado da linha de centro (x), e em que as cristas (27) e vales (27') formam áreas de união (29) na linha de centro (x).

10. Trocador de calor de placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a distância (r) entre cristas adjacentes (27) na área de transferência de calor (20) é de aproximadamente 3 mm.

11. Trocador de calor de placas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as áreas de janela (21-24) compreendem uma primeira área de janela (21), uma segunda área de janela (22), uma terceira área de janela (23) e uma quarta área de janela (24).

Fig 1

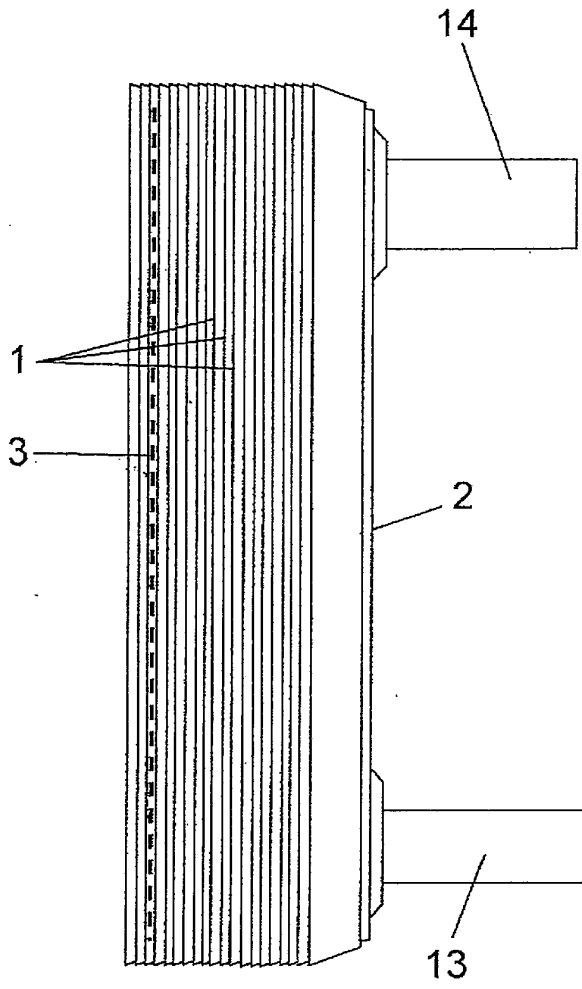


Fig 2

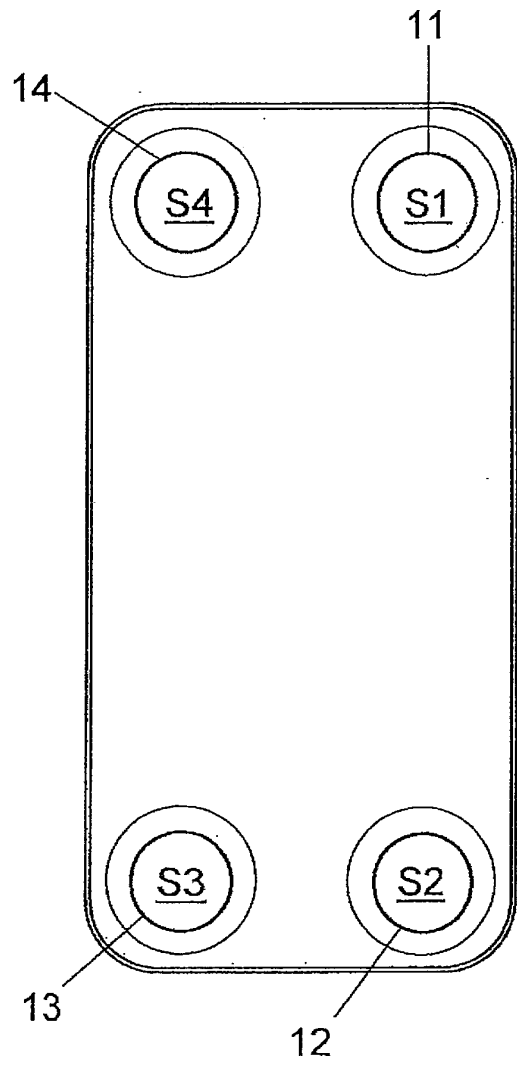


Fig 3

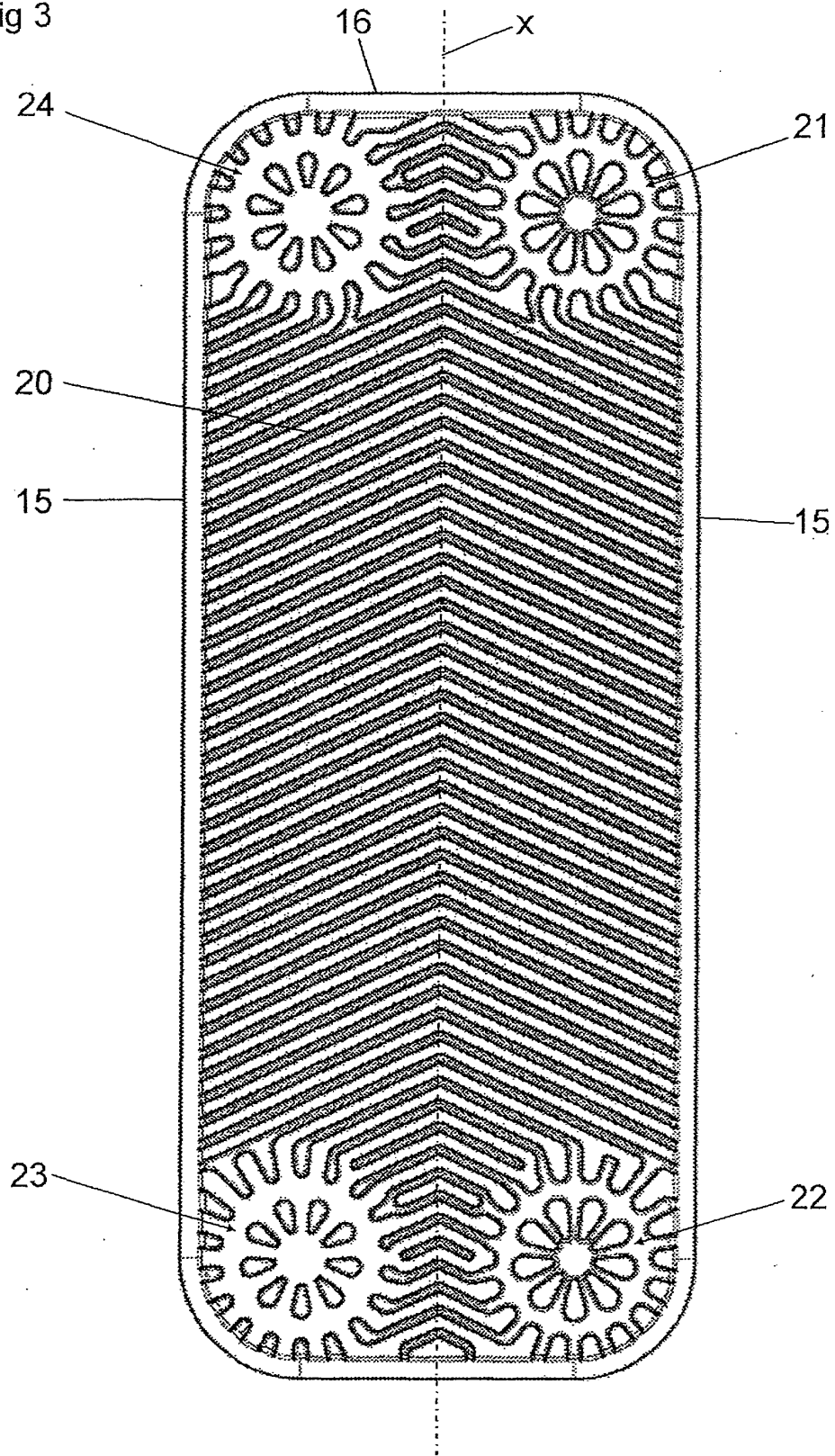


Fig 4

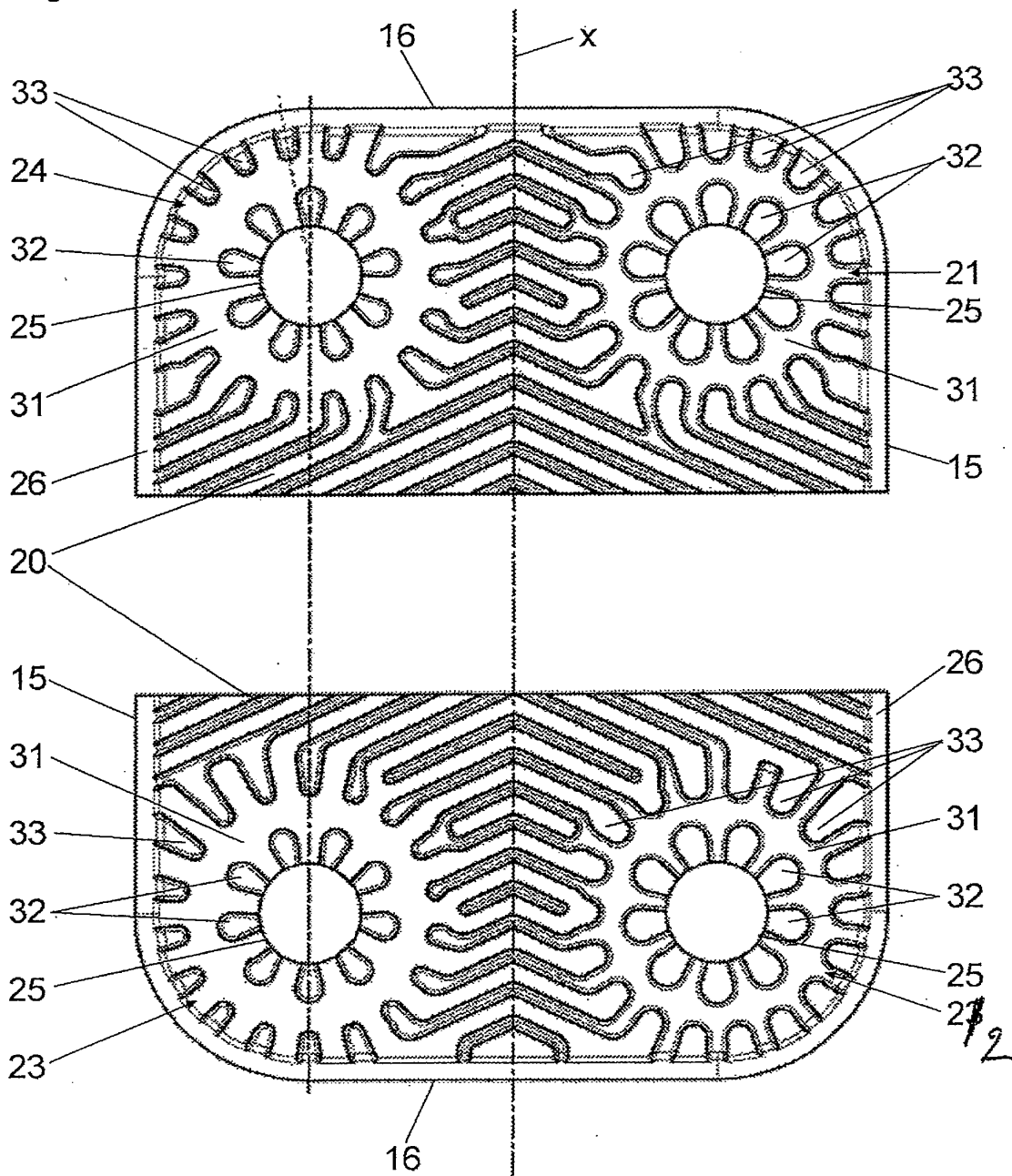


Fig 5

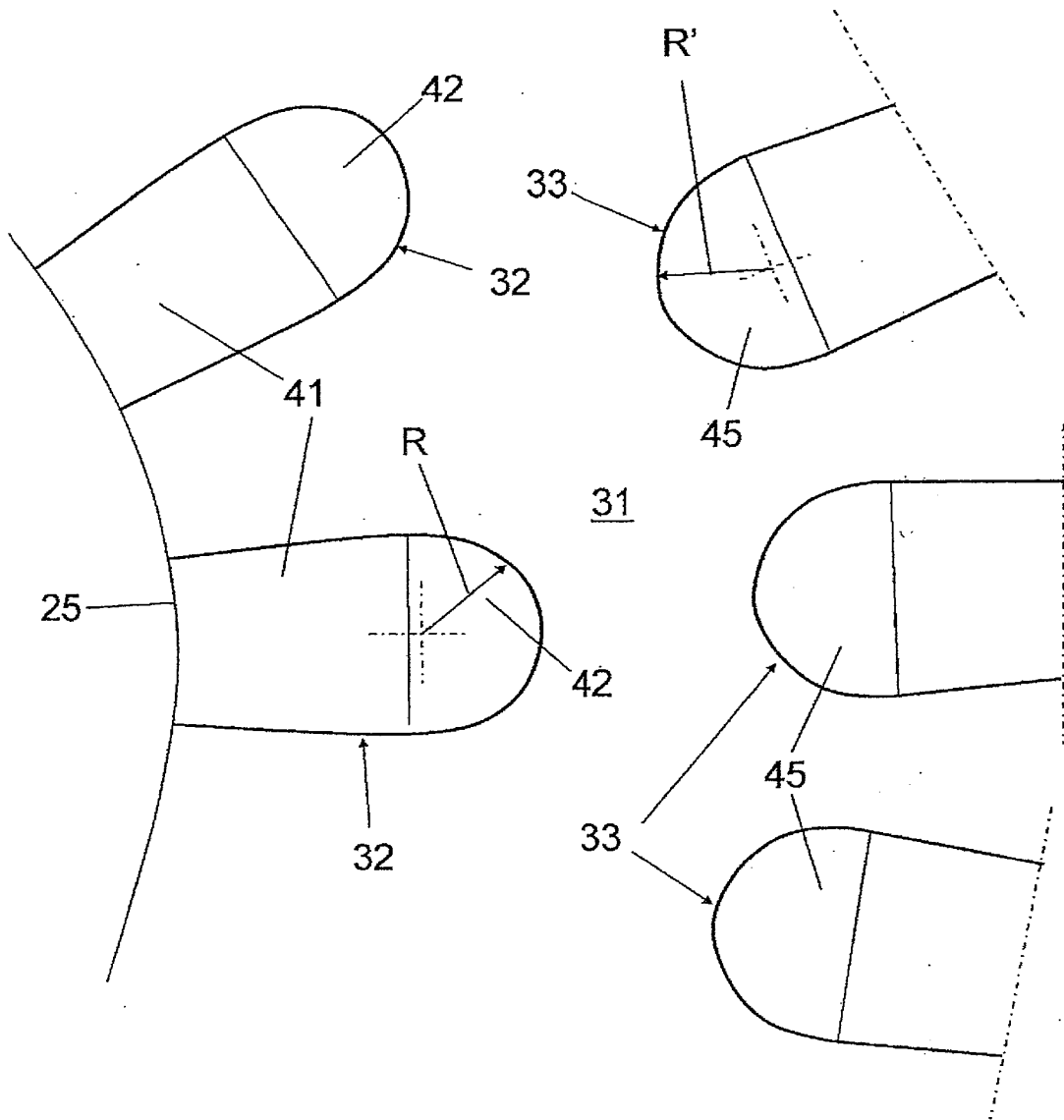


Fig 6

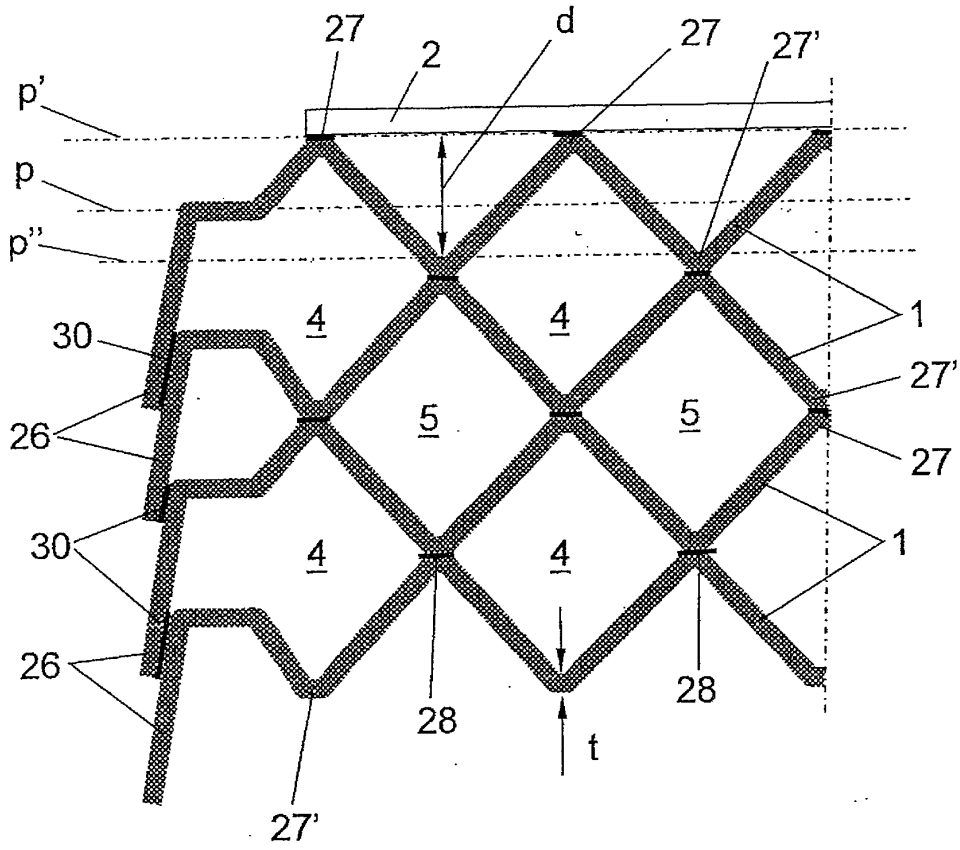


Fig 7

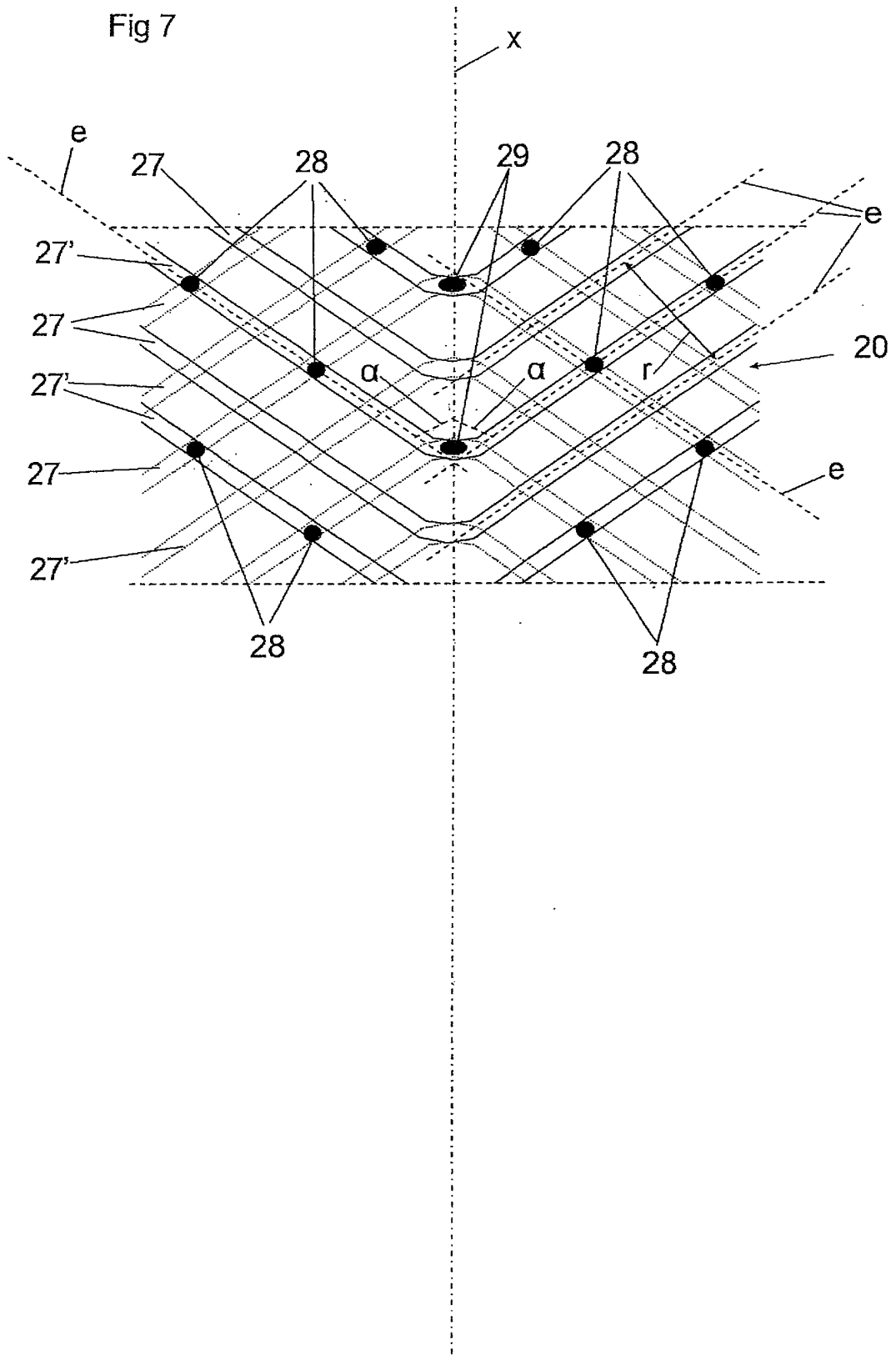


Fig 8

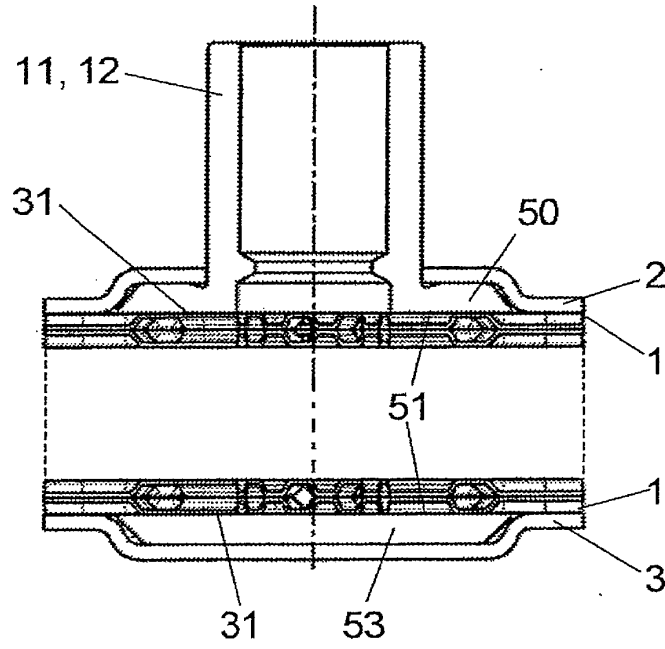


Fig 9

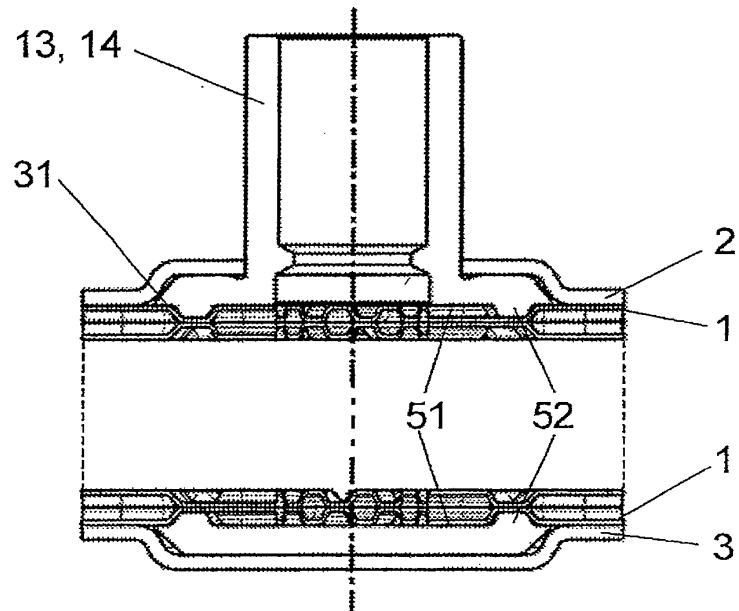


Fig 10

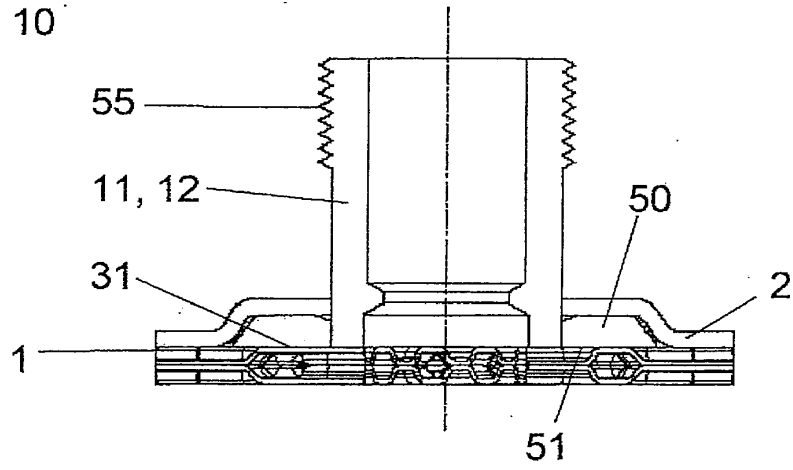


Fig 11

