



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0404767-2 B1**

**(22) Data do Depósito:** 03/11/2004

**(45) Data de Concessão:** 14/02/2018



---

**(54) Título:** ALETA UNIVERSAL, TROCADOR DE CALOR DE TUBO SOBRE ALETA E MÉTODO PARA FABRICAR UM TROCADOR DE CALOR DE TUBO SOBRE ALETA

**(51) Int.Cl.:** F28F 1/10

**(30) Prioridade Unionista:** 30/10/2003 US 10/696,913

**(73) Titular(es):** BRAZEWAY, INC.

**(72) Inventor(es):** DAVID W. SMITHEY; MILAN A. VIRSIK

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**ALETA UNIVERSAL, TROCADOR DE CALOR DE TUBO SOBRE ALETA E MÉTODO PARA FABRICAR UM TROCADOR DE CALOR DE TUBO SOBRE ALETA**".

**CAMPO DA INVENÇÃO**

[001] A presente invenção refere-se a trocadores de calor, e mais especificamente a aletas universais que podem ser utilizadas em aletas de trocadores de calor de tubo.

**ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

[002] Os trocadores de calor são utilizados em uma ampla variedade de aplicações e vêm em uma ampla variedade de configurações para adaptar-se a estas várias aplicações. Uma aplicação específica na qual os trocadores de calor são utilizados é como condensadores em gabinetes de refrigeração. Os condensadores nos gabinetes de refrigeração podem vir em uma variedade de configurações. Quando um condensador está instalado sob o gabinete de refrigeração, o trocador de calor é geralmente um condensador de arame sobre tubo. Estes condensadores sob o gabinete de refrigeração tem uma dimensão horizontal muito maior do que a dimensão vertical, assumindo um fluxo de ar horizontal. Quando os condensadores estão instalados dentro do compartimento de máquina do gabinete de refrigeração, os condensadores terão uma dimensão vertical maior do que a dimensão horizontal, assumindo um fluxo de ar horizontal. Como estes condensadores tem uma dimensão vertical maior do que a dimensão horizontal, a configuração destes condensadores é tipicamente aquela de um condensador em rosquinha ou uma configuração de arame sobre tubo de camadas múltiplas. Portanto, a configuração do condensador em um gabinete de refrigeração pode variar dependendo se o condensador está posicionado sob o gabinete de refrigeração ou dentro de um compartimento de máquina do gabinete.

[003] Como a configuração varia, um fabricante de gabinetes de refrigeração precisa ter disponível uma variedade de configurações de trocadores de calor dependendo de onde o condensador deve ser colocado. Em um esforço de simplificar o processo de fabricação e reduzir o custo, seria desejável ter-se uma configuração de condensador comum que possa ser utilizada em qualquer local. Seria ainda desejável se a configuração de condensador comum pudesse utilizar uma aleta universal que poderia ser cortada ou separada para formar uma ou mais aletas de qualquer configuração independentemente das dimensões verticais ou horizontais da configuração de condensador.

[004] Nos refrigeradores domésticos, os trocadores de calor são utilizados para formar tanto os evaporadores quanto os condensadores. Quando os trocadores de calor estão configurados para serem evaporadores nos refrigeradores domésticos, estes tem uma entrada de ar relativamente pequena e um percurso de ar relativamente longo através do evaporador. Isto é, assumindo um fluxo de ar vertical, os evaporadores estão configurados para ter uma dimensão vertical muito maior do que a dimensão horizontal.

[005] Os trocadores de calor que estão tipicamente configurados para operarem ou como evaporadores ou condensadores para os refrigeradores domésticos utilizam um padrão de tubos e aletas que é diferente dependendo se os trocadores de calor estão configurados como evaporadores ou condensadores. As diferentes configurações não permitem a utilização de uma aleta comum para fabricar os trocadores de calor. Portanto, um fabricante destes trocadores de calor precisam manter não somente diferentes configurações mas também uma variedade de padrões de aletas que podem ser utilizadas nas diferentes configurações dos trocadores de calor. Seria desejável se as configurações dos trocadores de calor fossem similares o bastante, que um padrão de aletas universal ou comum pudesse ser utilizado para pro-

ver as aletas para o trocador de calor independentemente se os trocadores de calor fossem configurados como condensadores ou evaporadores. A utilização de um padrão de aletas universal ou comum reduzirá o custo de fabricação do trocador de calor pela redução da variedade de aletas que o fabricante de trocadores de calor será requerido produzir e/ou estocar e reduzindo o investimento de capital requerido para adquirir e manter as matrizes de estampagem para cada diferente padrão de aletas.

[006] Portanto, seria desejável prover um trocador de calor de calor que possa ser configurado com ou um maior número de passadas de tubo paralelas ao fluxo de ar ou passadas de tubo perpendiculares ao fluxo de ar e que utilizará o mesmo padrão de aletas universal ou comum. A utilização de um padrão de aletas universal ou comum por meio disto reduz o custo de fabricação e provê trocadores de calor de configurações variáveis. Além disso, seria desejável se o padrão de tubos fosse tal que as passadas de tubo fossem orientadas em relação ao fluxo de ar para uma transferência de calor ótima ou altamente eficiente.

### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

[007] A presente invenção permite a construção de trocadores de calor que podem estar configurados ou como evaporadores ou condensadores e utilizam uma aleta comum ou universal independentemente do número de passadas de tubo verticais e horizontais nos trocadores de calor. Uma aleta universal para utilização em um trocador de calor de tubo sobre aleta de acordo com os princípios da presente invenção inclui uma chapa de material condutor de calor que está configurada para ser separada para formar uma ou mais aletas para utilização no trocador de calor de tubo sobre aleta independentemente de um número de pares verticais e horizontais de segmentos de tubo no trocador de calor. A chapa tem uma largura e uma altura. Existe uma

pluralidade de aberturas na chapa. Cada uma das aberturas está configurada para permitir que um par de segmentos de tubo geralmente paralelos do trocador de calor passe através da mesma. As aberturas estão inclinadas em relação à largura e à altura da chapa. As aberturas estão dispostas na chapa em uma pluralidade de filas e uma pluralidade de colunas com as filas adjacentes sendo geralmente igualmente espaçadas e as colunas adjacentes sendo geralmente igualmente espaçadas. O espaçamento entre as filas adjacentes e as colunas adjacentes está dimensionado para permitir que a chapa seja separada entre pelo menos uma das filas adjacentes e das colunas adjacentes para formar uma ou mais aletas que cada uma contém uma pluralidade de aberturas pelo menos igual a um número de pares de segmentos de tubo no trocador de calor.

[008] Um trocador de calor de tubo sobre aleta que tem uma aleta formada de uma chapa de aleta universal está também descrito. O trocador de calor inclui uma porção de tubo que tem uma pluralidade de segmentos retos de tubo interconectados por uma pluralidade de segmentos de tubos de conexão com cada segmento de conexão interconectando dois segmentos retos. Os segmentos retos e de conexão estão dispostos em uma configuração sinuosa. A porção de tubo tem uma quantidade conhecida de pares de passadas de tubo verticais e horizontais. Existe pelo menos uma aleta sobre a porção de tubo. A aleta está separada de uma chapa de aleta universal que tem uma largura, uma altura e uma pluralidade de aberturas com cada abertura configurada para permitir que um par de passadas de tubo passe através da mesma. As aberturas estão dispostas na chapa de aleta universal em uma pluralidade de filas e uma pluralidade de colunas com as filas adjacentes sendo geralmente igualmente espaçadas e as colunas adjacentes sendo geralmente igualmente espaçadas. O espaçamento entre as filas adjacentes e as colunas adjacentes está

dimensionado de modo que a chapa de aleta universal possa ser separada entre pelo menos uma das filas adjacentes e das colunas adjacentes para formar a aleta que tem uma quantidade de aberturas pelo menos igual ao número de pares de passadas de tubo independentemente de um número de pares de passadas de tubo verticais e horizontais na porção de tubo. A aleta formada por meio disto tem uma quantidade de aberturas pelo menos igual ao número de pares de passadas de tubo na porção de tubo e está disposta sobre a porção de tubo com cada par de passadas de tubo da porção de tubo que passa através de uma das aberturas na aleta.

[009] A presente invenção também descreve um método para fabricar uma aleta sobre o trocador de calor de tubo. O método inclui: (1) separar pelo menos uma aleta que tem uma quantidade predeterminada de aberturas de uma chapa de aleta universal preformada que está configurada para ser separada para prover uma ou mais aletas para utilização em um trocador de calor independentemente de um número de pares de passadas de tubo verticais e horizontais em uma porção de tubo do trocador de calor sobre a qual a pelo menos uma aleta deve ser utilizada; e (2) posicionar a aleta sobre a porção de tubo do trocador de calor com os pares de passadas de tubo passando através das aberturas.

[0010] Áreas de aplicabilidade adicionais da presente invenção ficarão aparentes da descrição detalhada provida aqui após. Deve ser compreendido que a descrição detalhada e os exemplos específicos, apesar de indicarem a modalidade preferida da invenção, são destinados para propósitos de ilustração somente e não pretendem limitar o escopo da invenção.

### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[0011] A presente invenção se tornará mais completamente compreendida da descrição detalhada e dos desenhos acompanhantes,

em que:

[0012] Figura 1A é uma vista em elevação dianteira de uma aleta universal de acordo com os princípios da presente invenção;

[0013] Figuras 1B e 1C são vistas em elevação dianteira de aletas contínuas que podem ser formadas da aleta universal na Figura 1A;

[0014] Figura 2 é uma vista em perspectiva de uma porção de tubo de um trocador de calor de acordo com os princípios da presente invenção;

[0015] Figura 3 é uma vista em perspectiva de um trocador de calor de acordo com os princípios da presente invenção que tem mais passadas de tubo verticais do que passadas de tubo horizontais;

[0016] Figura 4 é uma vista em perspectiva de um trocador de calor de acordo com os princípios da presente invenção que tem mais passadas de tubo horizontais do que passadas de tubo verticais;

[0017] Figura 5 é uma vista em perspectiva de uma aleta universal de acordo com os princípios da presente invenção sendo estampada de uma chapa de material condutor de calor;

[0018] Figura 6 é uma vista em perspectiva de aletas contínuas da aleta universal da Figura 1 sendo dispostas sobre a porção de tubo da Figura 2;

[0019] Figura 7 é uma vista em perspectiva da porção de tubo da Figura 2 sendo formada pelo dobramento de um comprimento de tubulação contínua;

[0020] Figura 8A é uma vista em elevação dianteira de uma segunda modalidade preferida de uma aleta universal de acordo com os princípios da presente invenção;

[0021] Figuras 8B-D são vistas em elevação dianteira de aletas contínuas exemplares que podem ser formadas da aleta universal da Figura 8A; e

[0022] Figura 9 é uma vista em perspectiva de um trocador de ca-

lor que tem aletas formadas da aleta universal de acordo com a segunda modalidade preferida da presente invenção.

### **DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS**

[0023] A descrição seguinte da(s) modalidade(s) preferida(s) é meramente exemplar em natureza e de nenhum modo pretende limitar a invenção, sua aplicação, ou utilizações.

[0024] Referindo agora à Figura 1A, é mostrada uma aleta universal 20 de acordo com os princípios da presente invenção. A aleta universal 20 tem uma pluralidade de aberturas 22 que estão cada uma configuradas e adaptadas para permitir que passadas de tubo em um trocador de calor passem através das mesmas quando a aleta universal 20 ou uma porção da aleta universal 20 é utilizada como uma aleta em um trocador de calor de tubo sobre a aleta, como será abaixo explicado em mais detalhes. A aleta universal 20 tem uma altura H e uma largura W. As aberturas 22 estão dispostas em uma pluralidade de colunas 24 e uma pluralidade de filas 26. As colunas 24 e as filas 26 estão espaçadas de tal modo que a aleta universal 20 possa ser separada entre as colunas 24 ou entre as filas 26 para formar uma ou mais aletas 28, tais como aquelas mostradas nas Figuras 1B e 1C, para utilização sobre uma porção de tubo 30, tal como aquela mostrada na Figura 2, de um trocador de calor de tubo sobre aleta 32, como será abaixo discutido em mais detalhes.

[0025] Referindo agora à Figura 2, é mostrada uma porção de tubo 30 que pode ser utilizada para fabricar um trocador de calor de tubo sobre aleta 32 de acordo com os princípios da presente invenção. A porção de tubo 30 está compreendida de uma pluralidade de segmentos retos 34 e uma pluralidade de segmentos de conexão 36. Cada segmento de conexão 36 interconecta dois segmentos retos 34 de modo que todos os segmentos retos 34 fiquem interconectados e formem a porção de tubo 30 para utilização no trocador de calor 32. A

porção de tubo 30, como é conhecido na técnica, tem pelo menos uma passagem interna (não-mostrada) que permite que um fluido flua através da porção de tubo 30.

[0026] A porção de tubo 30 tem uma pluralidade de passadas de tubo horizontais e verticais 38. Uma passada de tubo 38 é definida como a parte da porção de tubo 30 que passa através de uma abertura comum 22 em uma aleta 28. A porção de tubo 30 será configurada para a aplicação específica na qual o trocador de calor 32 é desejado ser utilizado. Isto é, o número de passadas de tubo verticais e horizontais 38 variará dependendo da aplicação na qual o trocador de calor 32 formado da porção de tubo 30 deve ser utilizado. Por exemplo, como mostrado nas Figuras 2 e 3, a porção de tubo 30 pode estar configurada para ter duas passadas de tubo horizontais 38 e oito passadas de tubo verticais 38 (uma configuração 2 x 8) ou, como mostrado na Figura 4, a porção de tubo 30 pode estar configurada para ter oito passadas de tubo horizontais 38 e quatro passadas de tubo verticais 38 (uma configuração 8 x 4). De preferência, a porção de tubo 30 está configurada de modo que as passadas de tubo 38 fiquem inclinadas de modo que o trocador de calor 32 formado da porção de tubo 30 transfira eficientemente o calor.

[0027] Cada passada de tubo 38 está compreendida de um par 40 de segmentos retos 34 os quais passam através de toda ou uma porção das aletas 28 no trocador de calor 32. Os dois segmentos retos 34 estão interconectados por um segmento de conexão 36. Os segmentos retos 34 e os segmentos de conexão 36 estão formados em uma porção de tubo sinuoso ou de serpentina 30, como é conhecido na técnica, para serem utilizados no trocador de calor 32. De preferência, cada segmento reto 34 que forma um par 40 de segmentos retos são paralelos um ao outro. Ainda mais de preferência, todos os segmentos retos 34 que compreendem as passadas de tubo 38 são geralmente

paralelos. Um único segmento reto 34 poderia também passar através de toda ou uma porção de cada aleta 28 no trocador de calor 32.

[0028] De preferência a porção de tubo 30 está configurada de modo que as passadas de tubo horizontais 38 adjacentes sejam uniformemente espaçadas. Também de preferência, as passadas de tubo verticais 38 adjacentes são uniformemente espaçadas. Ainda mais de preferência, o espaçamento entre as passadas de tubo horizontais 38 adjacentes é geralmente o mesmo que o espaçamento entre as passadas de tubo verticais 38 adjacentes. O espaçamento uniforme entre as passadas de tubo horizontais e verticais 38 adjacentes permite que a aleta universal 20 provenha uma ou mais aletas 28 para serem utilizadas com a porção de tubo 30 para formarem os trocadores de calor 32 independentemente do número de passadas de tubo horizontais e verticais 38, como será abaixo descrito em mais detalhes.

[0029] A porção de tubo 30 pode ser feita em uma variedade de modos. Por exemplo, como mostrado na Figura 7, a porção de tubo 30 pode ser feita pelo dobramento de uma peça de tubulação contínua 42 na configuração desejada. Apesar da peça de tubulação contínua 42 ser mostrada na Figura 7 como sendo dobrada por um dobrador de tubo 44, deve ser compreendido que outros métodos para dobrar uma peça de tubulação contínua 42 em uma porção de tubo 30 que tem a configuração desejada, como ficará aparente para aqueles versados na técnica, pode ser empregado e ainda estar dentro do escopo da invenção como descrito pelas reivindicações. Alternativamente, a porção de tubo 30 pode ser formada pela conexão de segmentos retos 34 independentes com segmentos de conexão independentes 36. Isto é, a porção de tubo 30, como é conhecido na técnica, pode ser montada de uma pluralidade de componentes discretos. Os segmentos de conexão 36 podem ser conectados nos segmentos retos 34 por braçagem, adesivos, ou outros meios conhecidos na técnica, sem afastar-se

do escopo da invenção como definido pelas reivindicações. Os segmentos de conexão 36, independentemente de serem componentes discretos ou parte do tubo são ligeiramente achatados em uma matriz retangular (não-mostrada) para facilitar a inserção através das aberturas 22 na aleta universal 20.

[0030] Referindo agora à Figura 1A, pode ser visto que as aberturas 22 na aleta universal 20 estão configuradas para permitir uma passada de tubo 38 passe através das mesmas. Isto é, as aberturas 22 estão configuradas para permitir que um par 40 de segmentos retos e um segmento de conexão 36 ligeiramente achatado passem através da abertura 22. As aberturas 22, são compreendidas de porções de extremidade 46 conectadas por uma porção central 48. As porções de extremidade 46 são arredondadas e substancialmente complementares aos segmentos retos 34 que compõem a porção de tubo 30. As porções de extremidade 34 tem uma porção de colar ou flange 49 (mostrada somente na Figura 6) que contacta os segmentos retos 34. As porções de extremidade 46 tem um raio que é ligeiramente menor do que os segmentos retos 34 para permitir uma conexão de ajuste por pressão com bom contato de superfície entre os segmentos retos 34 e as aletas 28. A porção central 48 conecta as porções de extremidade 46 e permite que o segmento de conexão ligeiramente achatado 36 preso no par de segmentos retos 40 passe através da mesma de modo que uma aleta 28 que tem as aberturas 22 possa ficar posicionada sobre uma porção de tubo 30 com cada passada de tubo 38 passando através de diferentes aberturas 22 para formar um trocador de calor 32. De preferência, as porções de extremidades 46 e a porção intermediária 48 estão configuradas para compor uma forma de "osso de cachorro", como é conhecido na técnica. Ainda mais de preferência, cada abertura 22 na aleta universal 20 é geralmente idêntica. As aberturas 22 estão inclinadas em relação à altura H e à largura W. A por-

ção de tubo 30 está configurada de modo que as passagens de tubo 38 fiquem também inclinadas e sejam complementares à inclinação das aberturas 22.

[0031] Como acima notado, a aleta universal 20 está configurada de modo que uma ou mais aletas 28 possam ser separadas da aleta universal 20 e utilizadas no trocador de calor 32 independentemente do número de passadas de tubo horizontais ou verticais 38 que compreendem o trocador de calor 32. Para permitir que a aleta universal 20 provenha uma ou mais aletas 28 para utilização em um trocador de calor 32 independentemente do número de passadas de tubo horizontais e verticais 38, o espaçamento entre as aberturas 22 da aleta universal 20 geralmente precisa ser o mesmo que o espaçamento entre as passadas de tubo 38 sobre uma porção de tubo 30. De preferência, as colunas 24 adjacentes de aberturas 22 estão geralmente igualmente espaçadas. Também de preferência, as filas 26 adjacentes de aberturas 22 estão geralmente igualmente espaçadas. A porção de tubo 30 está configurada de modo que o espaçamento entre as passadas de tubo verticais 38 é geralmente o mesmo que o espaçamento entre as filas 26 adjacentes de aberturas 22 na aleta universal 20 e o espaçamento entre as passadas de tubo horizontais 38 é geralmente o mesmo que o espaçamento entre as colunas 24 adjacentes de aberturas 22 na aleta universal 20.

[0032] Como a porção de tubo 30 está configurada de modo que o espaçamento entre as passadas de tubo verticais e horizontais 38 é o mesmo que o espaçamento entre as colunas 24 e as filas 26, a aleta universal 20 pode ser separada entre as filas 26 e/ou colunas 24 para formar uma ou mais aletas contínuas 28 que podem ser utilizadas sobre a porção de tubo 30 para formar um trocador de calor 32 independentemente do número de passadas de tubo horizontais e verticais 38. Por exemplo, quando a porção de tubo 30 está configurada na forma

mostrada nas Figuras 2 e 3, a porção de tubo 30 tem duas passadas de tubo horizontais 38 e oito passadas de tubo verticais 38, uma configuração 2 x 8. Para fabricar uma aleta contínua 28 para utilização na configuração de 2 x 8, a aleta universal 20 é separada entre as colunas 24 adjacentes e as filas 26 adjacentes de modo que uma aleta contínua 28, como mostrado na Figura 1B, é formada que tem duas colunas 24 de aberturas 22 e oito filas 26 de aberturas 22. A aleta 28, mostrada na Figura 1B, pode então ser utilizada sobre a porção de tubo 30 mostrada na Figura 2 para formar o trocador de calor 32 mostrado na Figura 3. A aleta universal 20 pode também ser utilizada para prover uma ou mais aletas contínuas 28 para utilização sobre uma porção de tubo 30 que tem oito passadas de tubo horizontais 38 e quatro passadas de tubo verticais 38, uma configuração 8 x 4, como mostrado na Figura 4. Uma aleta 28 para utilização sobre a porção de tubo 30 mostrada na Figura 4 pode ser separada da aleta universal 20. Isto é, a aleta universal 20 é separada entre as colunas 24 adjacentes e as filas 26 adjacentes para formar uma aleta contínua 28, como mostrado na Figura 1C, que tem oito colunas 24 de aberturas 22 e quatro filas 26 de aberturas 22. A aleta 28 mostrada na Figura 1C pode então ser utilizada sobre uma porção de tubo 30 mostrada na Figura 4 para formar o trocador de calor 32 mostrado na Figura 4.

[0033] De preferência, a aleta universal 20 é separada de modo a formar uma pluralidade de aletas contínuas 28 que tem o mesmo número de colunas 24 e de filas 26 de modo que a pluralidade de aletas 28 possa ser alinhada para formar um banco de aletas 50 através do qual as passadas de tubo 38 da porção de tubo 30 passam. Isto é, a pluralidade de aletas 28 formadas de uma aleta universal 20 ficam posicionadas sobre a porção de tubo 30 e espaçadas ao longo das passadas de tubo 38 para formarem um trocador de calor 32 eficiente. Deve ser apreciado que a aleta universal 20 pode ser separada de

modo a formar aletas contínuas 28 que tem um número maior ou menor de colunas 24 e/ou filas 26 do que o número de passadas de tubo horizontais e/ou verticais 38 se desejado e ainda estar dentro do escopo da presente invenção.

[0034] Opcionalmente, para facilitar a separação da aleta universal 20 para formar uma ou mais aletas contínuas 28, a aleta universal 20 pode ser provida com indicadores 51 que estendem-se entre as colunas 24 adjacentes e/ou entre as filas 26 adjacentes. Os indicadores 51 indicam os locais sobre a aleta universal 20 onde a aleta universal 20 pode ser separada para formar uma ou mais aletas 28. Os indicadores 51 podem ser perfurações na aleta universal 20. As perfurações facilitam a separação de uma ou mais aletas 28 da aleta universal 20.

[0035] A uma ou mais aletas contínuas 28 formadas da aleta universal 20 são montadas sobre a porção de tubo 30 ou por deslizamento das passadas de tubo 38 através das aberturas 22 até que as aletas 28 fiquem posicionadas nos locais desejados sobre a porção de tubo 30, ou pelo deslizamento das aletas 28 ao longo das passadas de tubo 38 até que as aletas 28 fiquem localizadas nas posições desejadas sobre a porção de tubo 30. As aletas 28 podem então ser presas na porção de tubo 30, por uma variedade de métodos. De preferência as aletas 28 são presas na porção de tubo por um ajuste mecânico ou de interferência. As aberturas 22 podem estar configuradas de modo que as porções de extremidade 48 deformem ligeiramente como um resultado das passadas de tubo 38 estendendo-se através das aberturas 22. A deformação das porções de extremidade 48 retém mecanicamente as aletas 28 nos locais desejados sobre a porção de tubo 30 e provê um bom contato de superfície entre as aletas 28 e a porção de tubo 30. Alternativamente, outros métodos para prender as aletas 28 no local desejado da porção de tubo 30, tal como por brazagem e/ou adesivos, podem ser empregados.

[0036] A uma ou mais aletas contínuas 28 que são feitas da aleta universal 20 podem ser separadas da aleta universal 20 em uma variedade de modos. Por exemplo, a aleta universal 20 pode ser cortada entre as filas 26 adjacentes e/ou as colunas 24 adjacentes para formar a uma ou mais aletas 28 que tem o número desejado de colunas 24 e de filas 26 de aberturas 22. Outros métodos para separar a aleta universal 20 entre as colunas 24 e as filas 26, com ficará aparente para aqueles versados na técnica, podem também ser empregados sem afastar-se do escopo da invenção como definido pelas reivindicações.

[0037] A aleta universal 20 pode ser formada por uma variedade de métodos, como ficará aparente para aqueles versados na técnica. Por exemplo, como mostrado na Figura 5, a aleta universal 20 pode ser estampada por matriz de uma chapa 52 de material condutor de calor. A chapa 52 de material condutor de calor fica posicionada dentro de um estampo de matriz 54. O estampo de matriz então estampa a chapa 52 de material condutor de calor na forma de uma aleta universal 20, como é conhecido na técnica.

[0038] Como foi acima mencionado, a configuração da porção de tubo 30 em um trocador de calor 32 variará dependendo da aplicação na qual o trocador de calor 32 é desejado ser utilizado. Por exemplo, quando o trocador de calor 32 é desejado ser utilizado em um refrigerador doméstico, o trocador de calor 32 pode ser configurado para ser ou um evaporador 56 ou um condensador 58. Quando o trocador de calor 32 está configurado para ser um condensador 58 para aplicação dentro de um compartimento de máquina, o trocador de calor 32 terá uma forma geral como mostrado na Figura 3. O condensador 58 está caracterizado por ter uma entrada de fluxo de ar relativamente grande e um curto percurso através do condensador 58 através do qual o ar flui. Isto é, o condensador 58 terá significativamente mais passadas de tubo verticais 38 do que passadas de tubo horizontais 38 com um fluxo

de ar horizontal. Apesar do condensador 58 ser mostrado como uma configuração de 2 x 8, deve ser compreendido que a configuração real variará e tais variações estão dentro do escopo da invenção. Para fabricar o condensador 58, a porção de tubo 30 é formada na configuração mostrada na Figura 2. As aletas 28 que têm o mesmo número de filas horizontais 26 e colunas verticais 24 como o número de passadas de tubo horizontais e verticais 38 (metade do número de filas 26 e de colunas 24 que o número de segmentos retos 34) são removidas da aleta universal 20. A pluralidade de aletas 28 e a porção de tubo 30 são então montados, como mostrado na Figura 6, para formar o condensador 58.

[0039] A porção de tubo 30 pode também estar configurada de modo que o trocador de calor 32 tome a forma de um evaporador ou um condensador 56 para aplicação sob um refrigerador. O evaporador ou condensador 56 está caracterizado por ter uma entrada relativamente pequena para o fluxo de ar e um percurso comparativamente longo através do evaporador ou condensador 56 através do qual o ar flui. Portanto, como pode ser visto na Figura 4, o evaporador ou condensador 56 está caracterizado por ter um número significativamente grande de passadas de tubo horizontais 38 do que passadas de tubo verticais 38 com um fluxo de ar horizontal. Apesar do evaporador ou condensador 56 ser mostrado como uma configuração de 8 x 4, deve ser compreendido que a configuração real variará e tais variações estão dentro do escopo da invenção. Uma ou mais aletas contínuas 28, como mostrado na Figura 1C, são separadas da aleta universal 20 de modo que o número de filas 26 e colunas 24 de aberturas 22 das aletas 28 é igual ao número de passadas de tubo horizontais e verticais 38 (metade do número de filas 26 e de colunas 24 que o número de segmentos retos 34) da porção de tubo 30. As aletas 28 e a porção de tubo 30 são então montados, para formar o evaporador 56.

[0040] Opcionalmente, mas de preferência, o espaçamento entre as colunas 24 adjacentes é geralmente igual ao espaçamento entre as filas 26 adjacentes. Quando o espaçamento entre as colunas 24 adjacentes e as filas 26 adjacentes é o mesmo, a porção de tubo 30 a qual está configurada para utilizar uma ou mais aletas contínuas 28 da aleta universal 20 tem as passadas de tubo verticais e horizontais 38 também igualmente espaçadas e igual aos espaçamentos entre as colunas 24 adjacentes e as filas 26 adjacentes. A porção de tubo 30 pode então utilizar a aleta universal 20 para prover uma ou mais aletas contínuas 28 para serem montadas com a porção de tubo 30 para formarem um trocador de calor 32 que tem qualquer número desejado de passadas de tubo verticais e horizontais 38.

[0041] Referindo agora à Figura 8A, uma segunda modalidade preferida de uma aleta universal 20' é mostrada. Nesta modalidade, as aberturas 22' estão dispostas em uma configuração mais apertada de tal modo que uma linha reta não possa ser traçada entre as colunas 24' adjacentes de aberturas 22'. Isto é, as aberturas 22' estão inclinadas e as colunas 24' estão espaçadas a uma distância tal que uma porção superior de uma das aberturas 22' irá sobrepor-se a uma porção inferior de uma abertura 22' em uma coluna 24' adjacente. Com este espaçamento entre as colunas 24' adjacentes, um corte reto entre as colunas 24' não é possível. Ao contrário, as colunas 24' adjacentes são separadas pela execução de um corte denteado ou ondulado entre as diferentes colunas 24' adjacentes, como mostrado nas Figuras 8B-D as quais são aletas 28' de um número variável de colunas 24' que foram cortadas da aleta universal 20' e que tem bordas ondulantes.

[0042] A sobreposição parcial de uma abertura 22' em uma coluna 24' com uma abertura 22' em uma coluna 24' adjacente permite um espaçamento mais próximo entre as passadas de tubo 38' em um trocador de calor 32' formado com aletas denteadas 28', tal como o tro-

gador de calor 32' mostrado na Figura 9. A aleta universal 20' pode ser cortada ou separada entre as colunas 24' e/ou filas 26' adjacentes para formar uma aleta 28' com um número desejado de colunas 24' e de filas 26', tais como as aletas 28' mostradas nas Figuras 8B-D. Opcionalmente, como mostrado na Figura 8A, a aleta universal 20' pode ter uma fila mais inferior 60 a qual tem uma abertura 62 geralmente horizontal para cada duas colunas 24'. As aberturas 62 estão projetadas para corresponderem com uma passada de tubo que vai de uma coluna 24' para uma coluna 24' adjacente. Assim, a aleta universal 20' é substancialmente a mesma que a aleta universal 20 com o posicionamento das colunas 24' adjacentes sendo diferentes juntamente com a adição opcional de uma fila mais inferior 60 de aberturas 62.

[0043] Como ficará aparente para aqueles versados na técnica, a aleta universal 20 pode ser utilizada para prover uma ou mais aletas contínuas 28, 28' para uma variedade de configurações de um trocador de calor 32, 32' que tem passos de tubo horizontais e verticais que estão espaçados geralmente iguais aos espaçamentos entre as colunas 24, 24' e as filas 26, 26' das aberturas 22, 22' na aleta universal 20, 20'. Portanto, apesar da aleta universal 20, 20' ter sido mostrada como sendo capaz de prover uma ou mais aletas contínuas 28, 28' para utilização em uma configuração de 2 x 8 e em uma configuração de 8 x 4, deve ser compreendido que a aleta universal 20, 20' pode ser utilizada para prover aletas 28, 28' para n x n configurações, onde n é um inteiro positivo, sem afastar-se do escopo da invenção como definido pelas reivindicações.

[0044] A descrição da invenção é meramente exemplar em natureza e, assim, as variações que não afastam-se da essência da invenção pretendem estar dentro do escopo da invenção. Tais variações não devem ser vistas como um afastamento do espírito e do escopo da invenção.

## REIVINDICAÇÕES

1. Aleta universal (20) para utilização em um trocador de calor de tubo sobre aleta (32), **caracterizada pelo fato de que** compreende:

uma chapa de material condutor de calor configurada para ser separada para formar uma ou mais aletas (28) para utilização no trocador de calor de tubo sobre aleta (32) independentemente de um número de pares verticais e horizontais de segmentos de tubo no trocador de calor, a chapa tendo uma largura (W) e uma altura (H); e

uma pluralidade de aberturas (22) na chapa (20), cada uma das aberturas (22) configurada para permitir que um par de segmentos de tubo (34) geralmente paralelos do trocador de calor (32) passe através da mesma, cada uma das aberturas (22) sendo inclinadas em relação à largura (W) e altura (H) da chapa (20), cada uma das aberturas (22) sendo dispostas na chapa (20) em uma pluralidade de filas (26) e em uma pluralidade de colunas (24) com as filas adjacentes (26) sendo geralmente e igualmente espaçadas e com as colunas adjacentes (24) sendo geralmente e igualmente espaçadas, e o espaçamento entre as filas adjacentes (26) e entre as colunas adjacentes (24) sendo dimensionado para permitir que a chapa (20) seja separada entre pelo menos uma das filas adjacentes (26) e das colunas adjacentes (24) para formar uma ou mais aletas contínuas (28), cada uma contendo uma pluralidade de aberturas (22) pelo menos igual a um número total de pares de segmentos de tubo (34) no trocador de calor (32).

2. Aleta universal, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** ainda compreende indicadores (51) sobre a chapa (20) indicando os locais onde a chapa (20) pode ser separada para formar as aletas (28), os indicadores (51) estendendo-se ao longo da chapa (20) entre pelo menos uma das colunas (26) e das filas (24).

3. Aleta universal, de acordo com a reivindicação 2, **carac**

**terizada pelo fato de que** os indicadores (51) são perfurações na chapa (20).

4. Aleta universal, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** as colunas (24) estão espaçadas de tal modo que uma porção das aberturas (22) em uma das colunas (24) sobrepõe-se a uma porção das aberturas (22) em uma coluna adjacente (24) e tendo uma borda ondulada.

5. Aleta universal, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** o espaçamento entre as filas adjacentes (26) é geralmente igual ao espaçamento entre as colunas adjacentes (24).

6. Trocador de calor de tubo sobre aleta (32) tendo uma aleta (28) formada a partir de uma chapa de aleta universal (20), o trocador de calor compreendendo:

uma porção de tubo (30) tendo uma pluralidade de segmentos retos (34) de tubos interconectados por uma pluralidade de segmentos de conexão (36) de tubos com cada segmento de conexão (36) interconectando dois segmentos retos (34), os segmentos retos (34) e de conexão (36) sendo dispostos em uma configuração sinuosa, a porção de tubo tendo uma quantidade conhecida de pares de passadas de tubo (40) verticais e horizontais;

**caracterizado pelo fato de que** pelo menos uma aleta contínua (28) sobre a porção de tubo (30), a aleta contínua (28) sendo separada de uma chapa de aleta universal (20) tendo uma largura (W), uma altura (H) e uma pluralidade de aberturas (22) com cada abertura (22) configurada para permitir que um par de passadas de tubo (40) passe através da mesma, cada uma das aberturas (22) sendo dispostas na chapa de aleta universal (20) em uma pluralidade de filas (26) e em uma pluralidade de colunas (24) com as filas adjacentes (26) sendo geralmente e igualmente espaçadas e com as colunas adjacentes

(24) sendo geralmente e igualmente espaçadas, e o espaçamento entre as filas adjacentes (26) e entre as colunas adjacentes (24) sendo dimensionado de modo que a chapa de aleta universal (20) possa ser separada entre pelo menos uma das filas adjacentes (26) e colunas adjacentes (24) para formar a aleta contínua (28) tendo uma quantidade de aberturas (22) pelo menos igual ao número de pares de passadas de tubo (40) independentemente de um número de pares de passadas de tubo (40) verticais e horizontais na porção de tubo (30),

em que a aleta contínua (28) tem uma quantidade de aberturas (32) pelo menos igual ao número de pares de passadas de tubo (40) na porção de tubo (30) e a aleta contínua (28) está disposta sobre a porção de tubo (30) com cada par de passadas de tubo (40) da porção de tubo (30) passando através de uma das aberturas (22) na aleta contínua (28).

7. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** a porção de tubo (30) é um único tubo contínuo.

8. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos uma aleta (28) é uma de uma pluralidade de aletas (28) e a pluralidade de aletas (28) está alinhada em uma configuração geralmente paralela com as aberturas (22) nas aletas (28) ficando alinhadas para formarem um banco de aletas (50) que fica disposto sobre a porção de tubo (30).

9. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** a porção de tubo (30) tem mais passadas de tubo (40) verticais do que passadas de tubo (40) horizontais.

10. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** a porção de tubo (30) tem mais passadas de tubo (40) horizontais do que passadas de tubo (40) verticais.

11. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 6, **ca-**

**racterizado pelo fato de que** o espaçamento entre as filas adjacentes (26) é geralmente igual ao espaçamento entre as colunas adjacentes (24).

12. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** as colunas (24) da chapa de aleta universal (20) estão espaçadas de tal modo que uma porção das aberturas (22) em uma das colunas (24) sobrepõe-se a uma porção das aberturas (22) em uma coluna adjacente (24) e a aleta (20) tem uma borda ondulada.

13. Método para fabricar um trocador de calor de tubo sobre aleta (32) **caracterizado pelo fato de que** compreende as etapas de:

(a) separar pelo menos uma aleta contínua (28) que tem uma quantidade predeterminada de aberturas (22) a partir de uma chapa de aleta universal (20) pré-formada que é configurada para ser separada para proporcionar uma ou mais aletas contínuas (28) para utilização no trocador de calor (32) independentemente de um número de pares de passadas de tubo (40) verticais e horizontais em uma porção de tubo (30) do trocador de calor (32) sobre a qual pelo menos uma aleta contínua (28) deve ser utilizada, a chapa de aleta universal (20) tendo uma pluralidade de colunas (24) e uma pluralidade de filas (26) de aberturas (22) configuradas para permitir que um par de passadas de tubo (40) passe através da mesma; e

(b) posicionar a aleta contínua (28) sobre a porção de tubo (30) do trocador de calor (32) com os pares de passadas de tubo (40) passando através das aberturas (22).

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** (a) separar pelo menos uma aleta contínua (28) a partir de uma chapa de aleta universal (20) tendo uma largura (W), uma altura (H) e uma pluralidade de aberturas (22) com cada

abertura (22) configurada para permitir que um par de passadas de tubo (40) do trocador de calor (32) passe através da mesma, cada uma das aberturas (22) sendo disposta na chapa de aleta universal (20) em uma pluralidade de filas (26) e em uma pluralidade de colunas (24) com as filas adjacentes (26) sendo geralmente e igualmente espaçadas e com as colunas adjacentes (24) sendo geralmente e igualmente espaçadas, e o espaçamento entre as filas adjacentes (26) e entre as colunas adjacentes (24) sendo dimensionado de modo que a aleta universal (20) possa ser separada entre pelo menos uma das filas adjacentes (26) e colunas adjacentes (24) para formar pelo menos uma aleta (28) independentemente de um número de pares de passadas de tubo (40) horizontais e verticais.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de pré-formar a chapa de aleta universal (20) inclui colocar indicadores (51) sobre a chapa de aleta universal (20) entre pelo menos uma das colunas (24) e das filas (26), os indicadores (51) indicando os locais onde a chapa de aleta universal (20) pode ser separada para formar pelo menos uma aleta (28).

16. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de pré-formar a chapa de aleta universal (20) inclui estampar por matriz a chapa de aleta universal (20) a partir de uma chapa de material condutor de calor.

17. Método, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende formar uma porção de tubo (30) tendo um número predeterminado de pares de passadas de tubo (40) verticais e horizontais.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de formar a porção de tubo (30) inclui formar a porção de tubo (30) com um número maior pares de passadas de tubo (40) horizontais do que de pares de passadas de tubo (40)

verticais.

19. Método, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de formar a porção de tubo (30) inclui formar a porção de tubo (30) com um número maior pares de passadas de tubo (40) verticais do que de pares de passadas de tubo (40) horizontais.

20. Método, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de formar a porção de tubo (30) inclui dobrar um comprimento de tubulação contínuo de modo que a tubulação forme a porção de tubo (30).

21. Método, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** a etapa (a) inclui cortar pelo menos uma aleta (28) a partir da chapa de aleta universal (20) pré-formada.

22. Método, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** porções de aberturas (22) em uma coluna (24) sobrepõem-se a porções de aberturas (22) em uma coluna adjacente (24) e a aleta (28) tem uma borda ondulante.

37

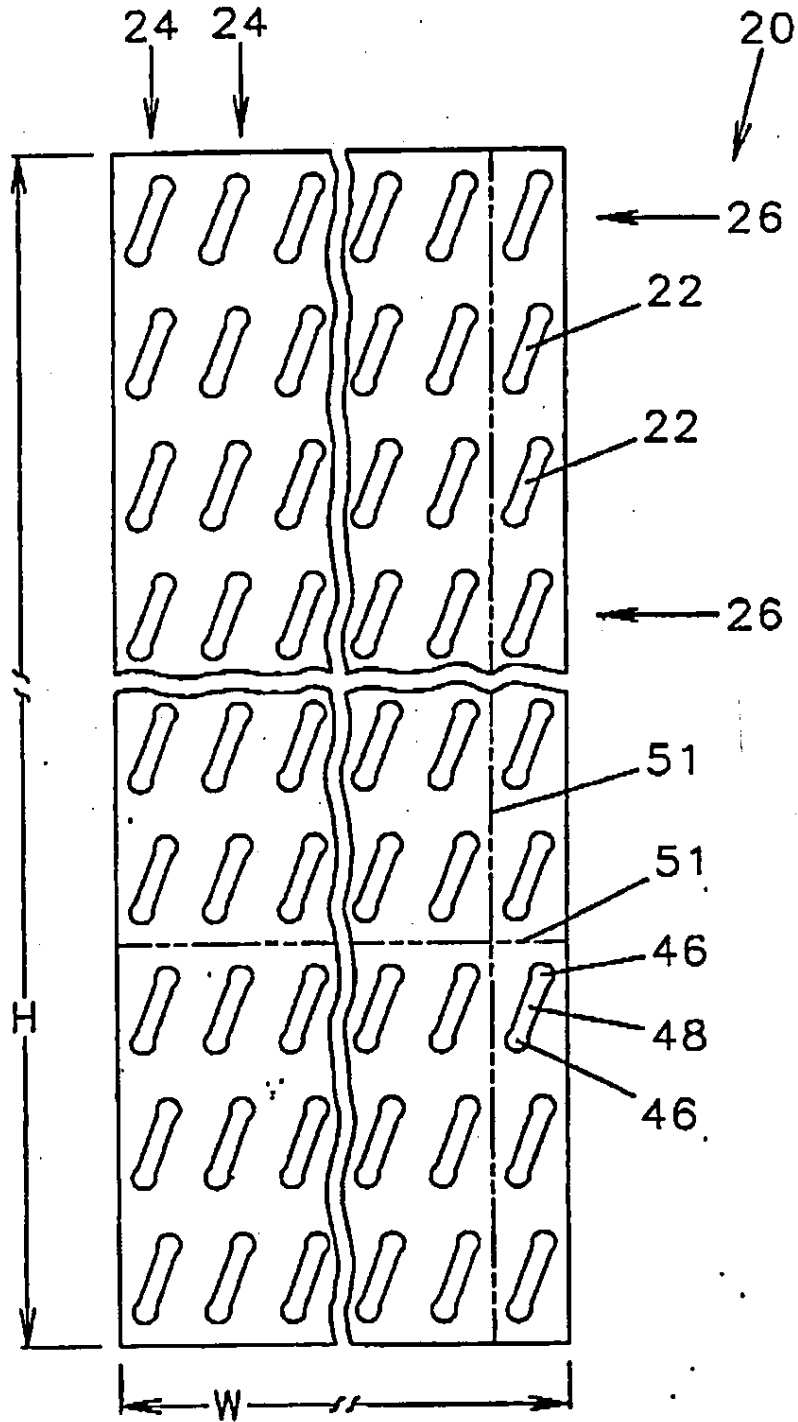


Fig 1A

28

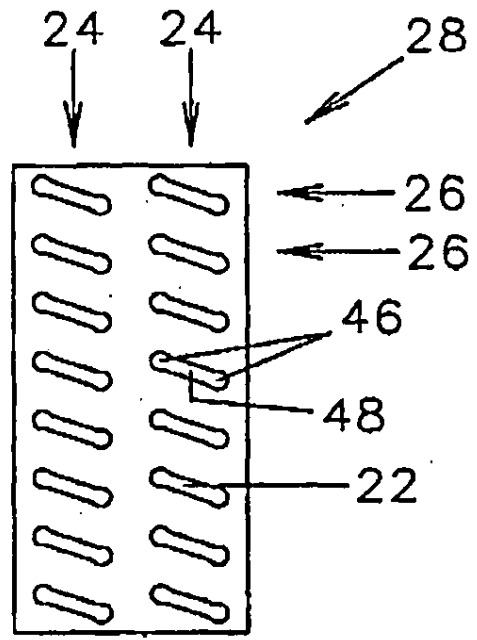


Fig 1B

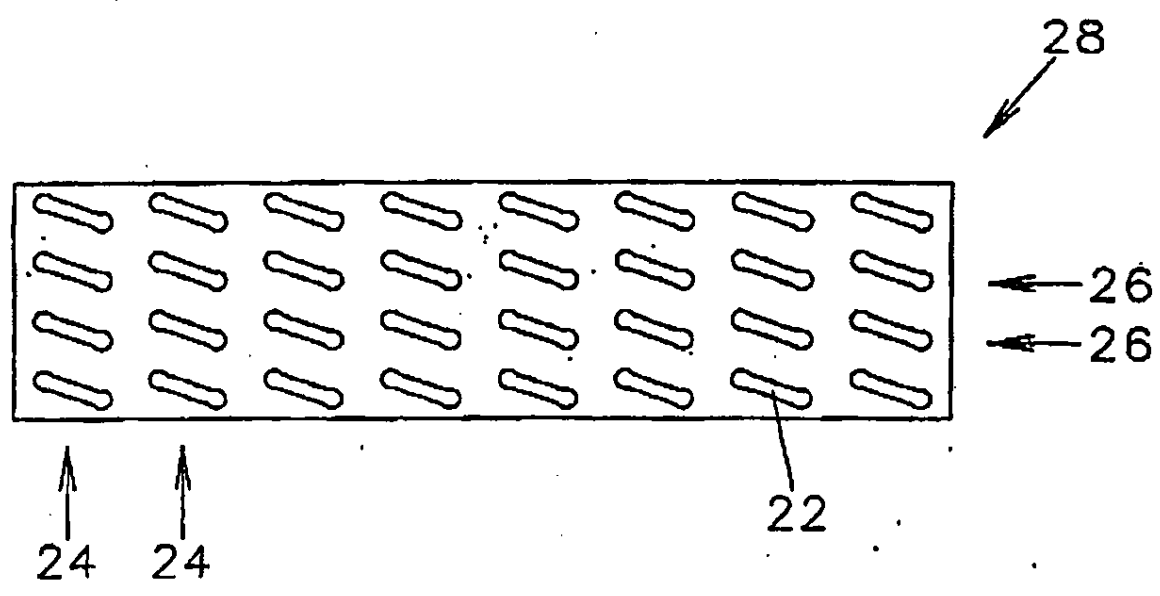


Fig 1C

3/11

39

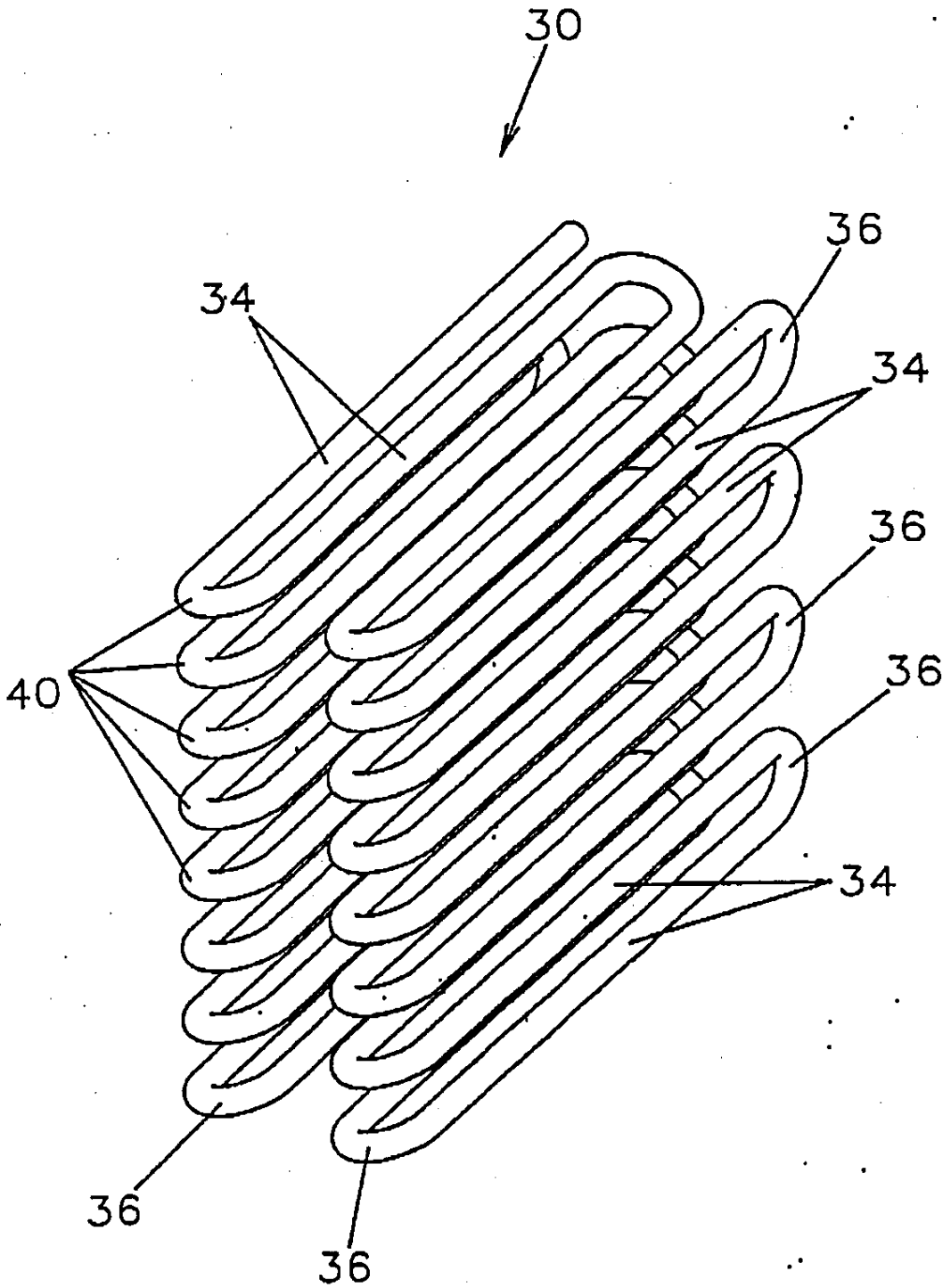


Fig 2

4/11

40

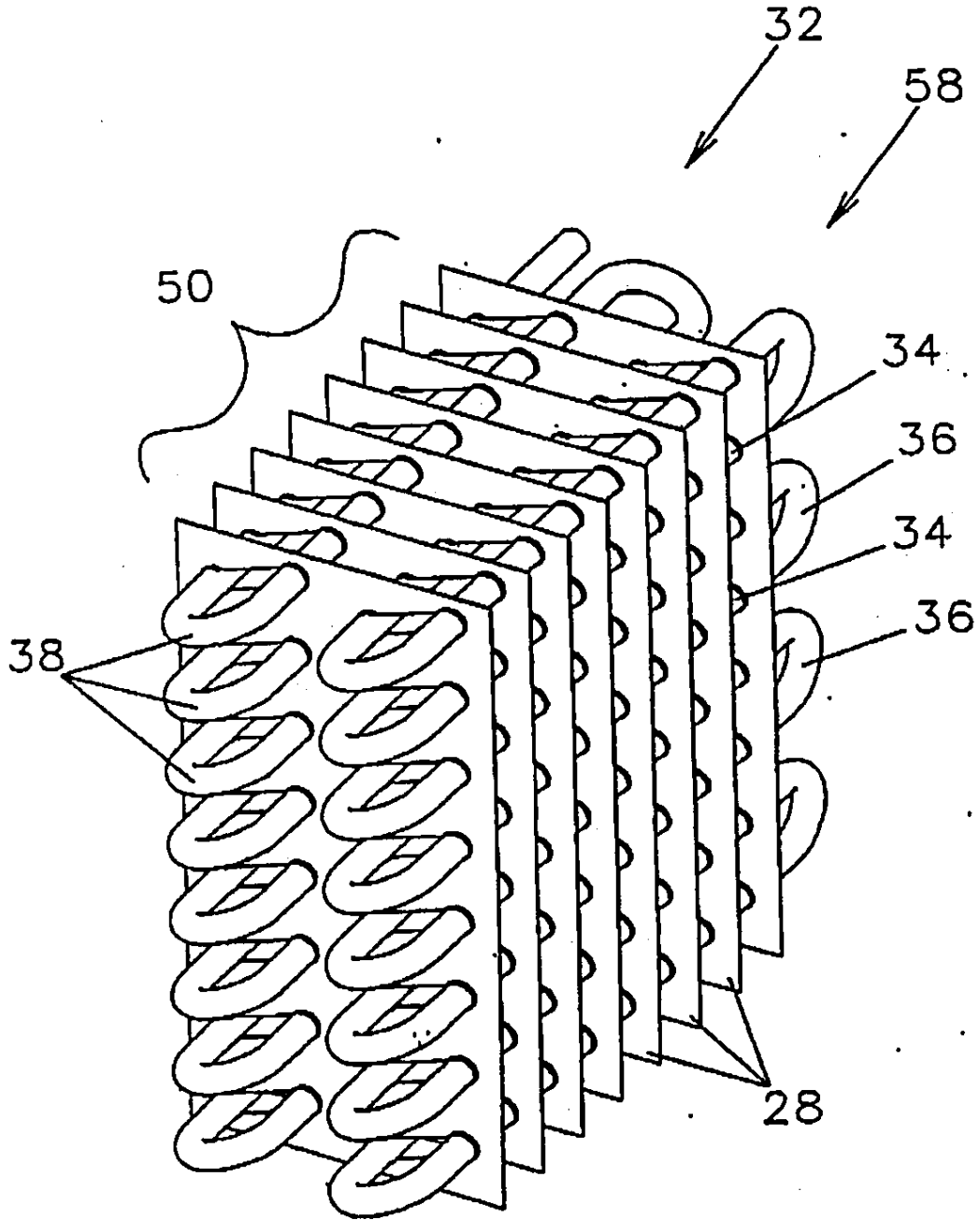


Fig 3

P 1040787

5/11

41

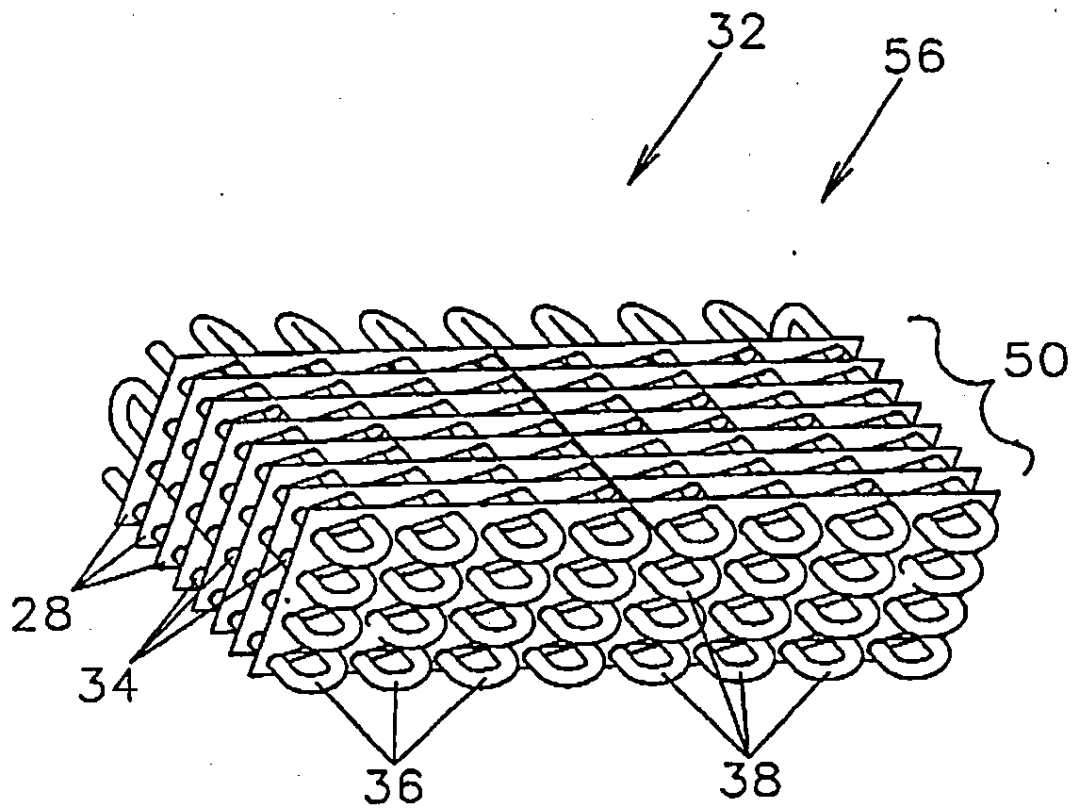


Fig 4

6/11

4/c

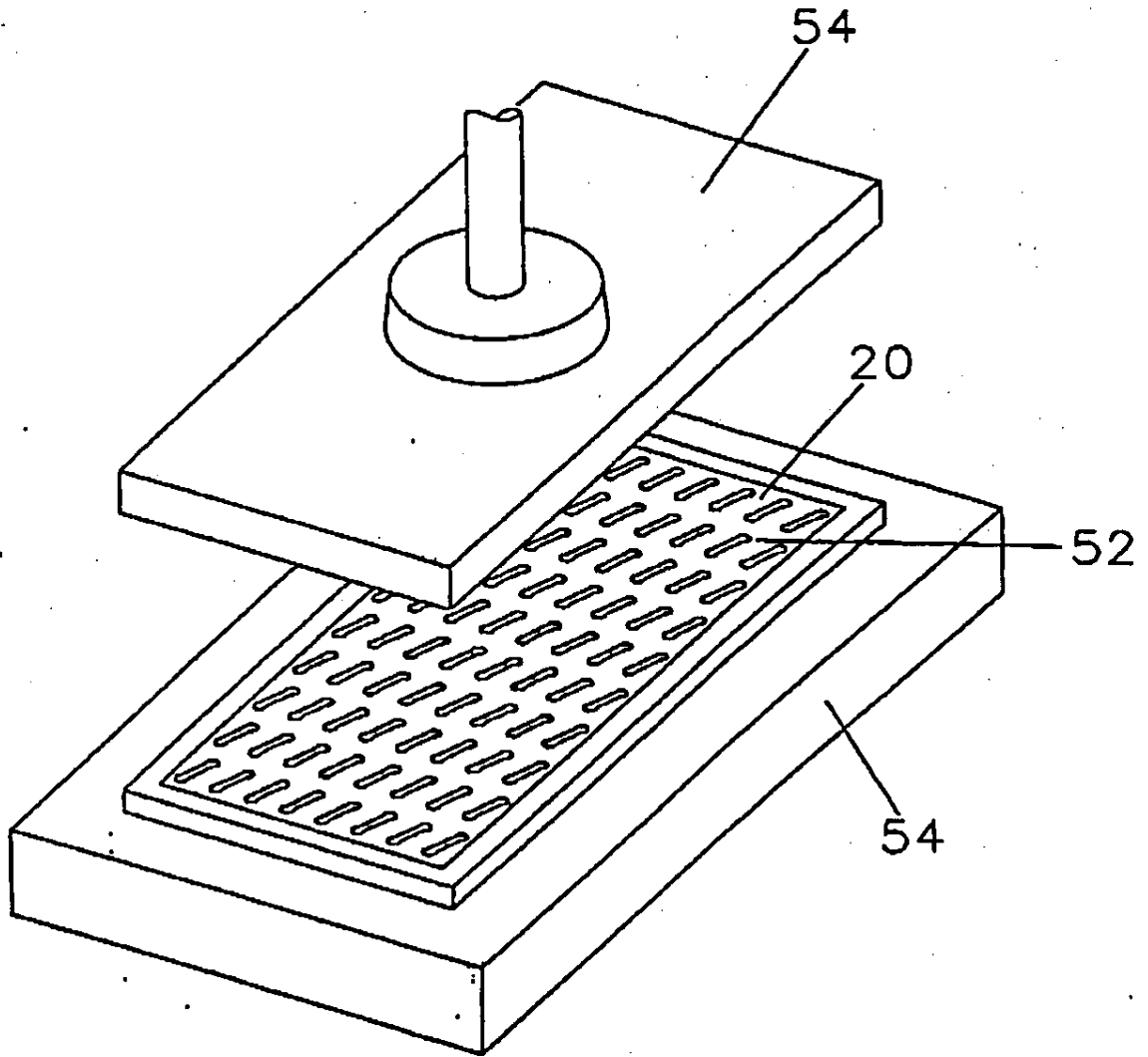


Fig 5

7/11

43

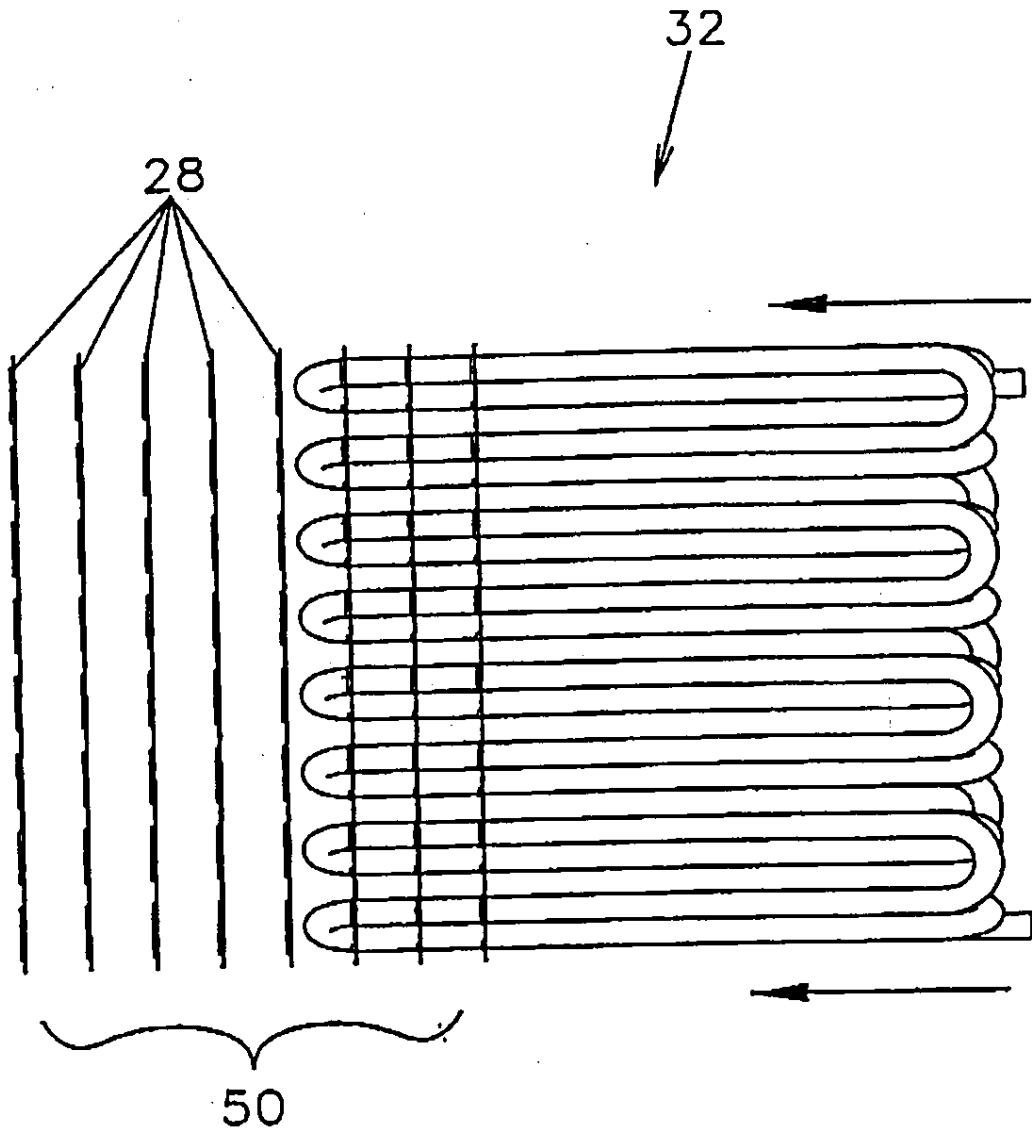


Fig 6

44

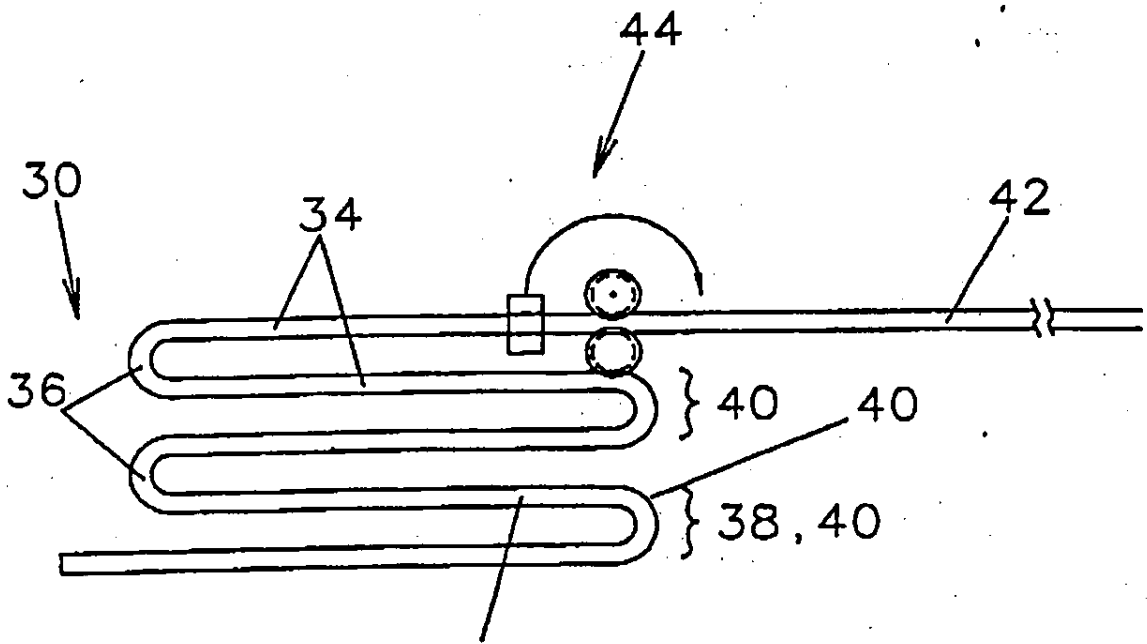


Fig 7

9/11

45

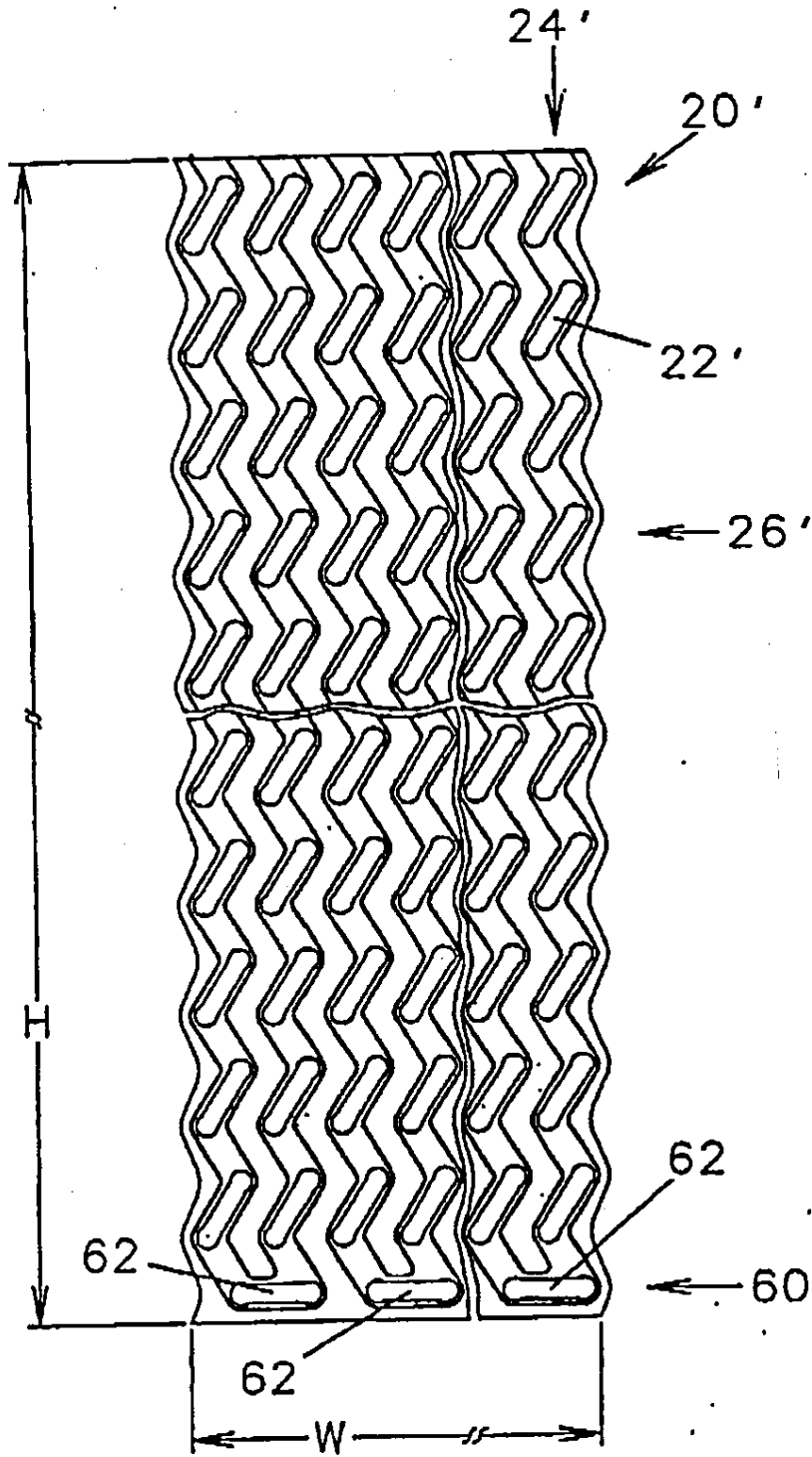


Fig 8A

46

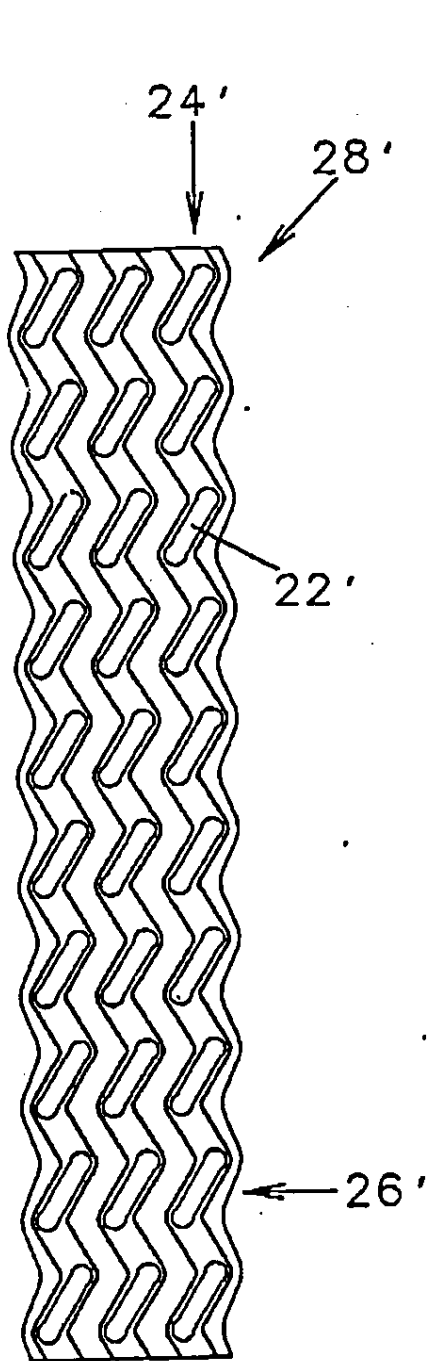


Fig 8B

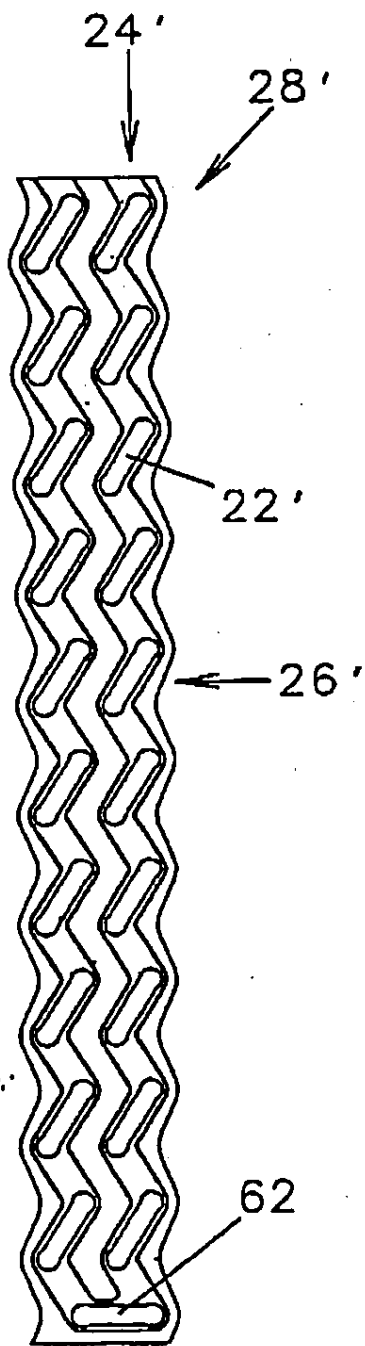


Fig 8C

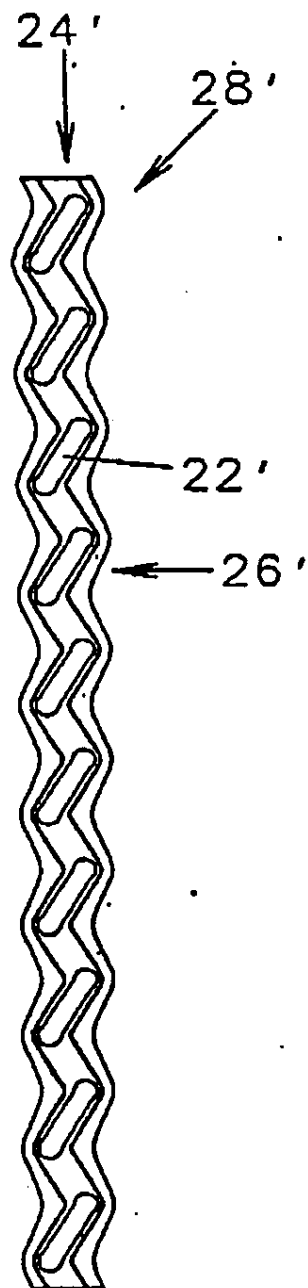


Fig 8D

47

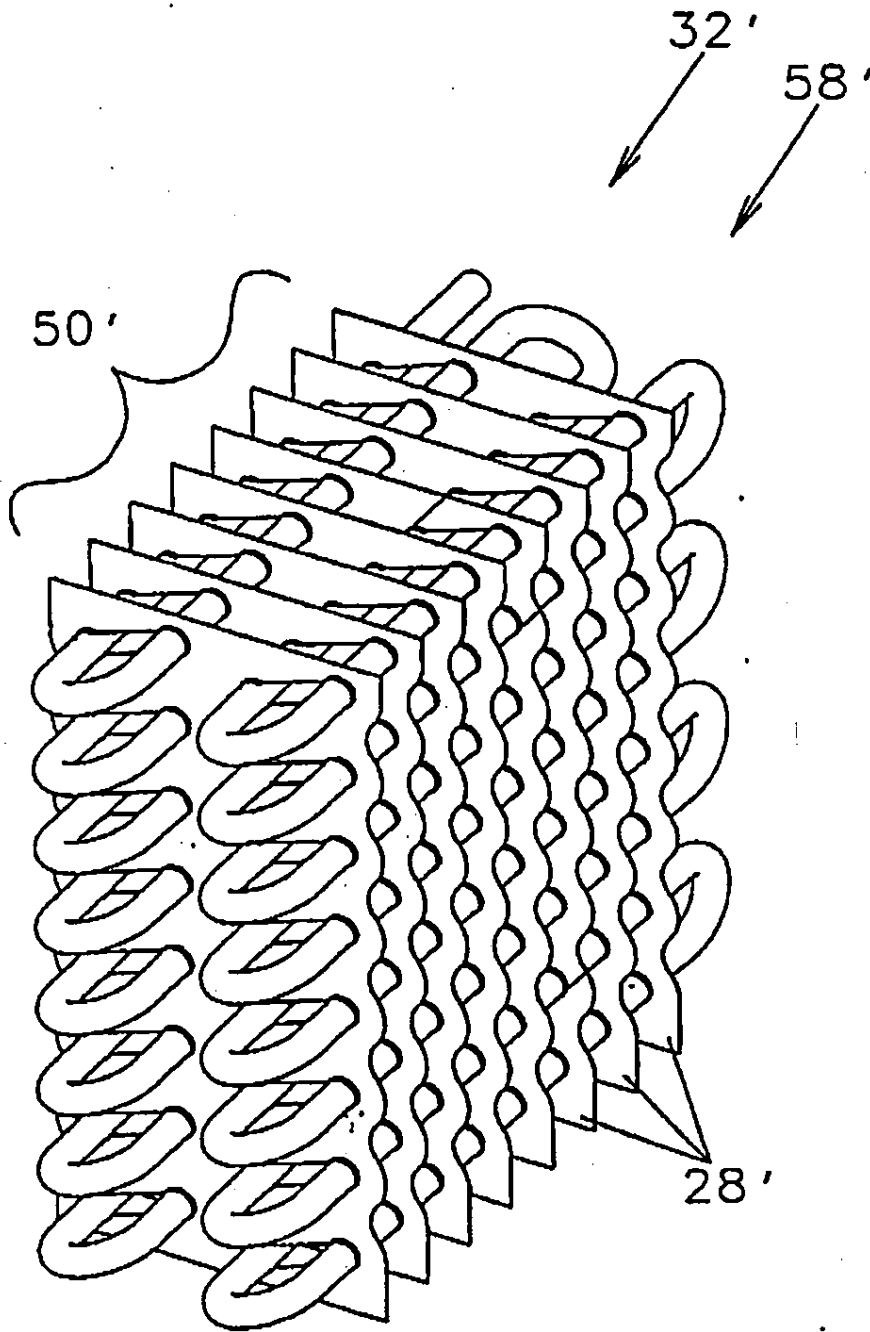


Fig 9