



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

**(11) PI 0806229-3 B1**



**(22) Data do Depósito: 10/07/2008**

**(45) Data de Concessão: 10/03/2020**

**(54) Título:** TROCADOR DE CALOR

**(51) Int.Cl.:** F28F 1/02; F28F 1/00; F28F 1/40; F28F 9/02.

**(30) Prioridade Unionista:** 10/10/2007 JP 2007-264769; 11/07/2007 JP 2007-181965; 28/02/2008 JP 2008-048444.

**(73) Titular(es):** DENSO CORPORATION.

**(72) Inventor(es):** TOSHIHIDE NINAGAWA; TATSUO OZAKI; TAKAHIDE OOHARA.

**(86) Pedido PCT:** PCT JP2008001850 de 10/07/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/008172 de 15/01/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 18/06/2009

**(57) Resumo:** TROCADOR DE CALOR. Um tubo plano (10) de um trocador de calor tem uma seção curva (13). Pelo menos uma parte da seção curva (13) é construída sobrepondo uma seção de borda exterior (22) do lado externo de uma seção de borda interna (21). A seção de borda interna (21) tem uma pequena região curva (102). A pequena região curva (102) se inclina relativa a uma seção de placa plana (11) e é definida por um raio maior que a diferença entre metade da espessura (dl) do tubo plano (10) e a espessura da placa da seção de borda externa (22). A seção curva pequena (102) é provida na posição não além da linha de centro (C1) na direção da espessura do tubo plano (10). A seção de borda externa (22) se estende além da linha de centro (C1). Uma superfície de extremidade (22 a) da seção de borda externa (22) está localizada na região de curva pequena (102). O tubo plano (10) tem, perto de um furo (54), seções de abertura expandidas (15, 16).

## “TROCADOR DE CALOR”

### **Campo Técnico**

[001] A presente invenção se refere a um trocador de calor tendo um tubo plano.

### **Fundamentos**

[002] Um tubo plano convencional para um trocador de calor é descoberto em JP2004-293988A. O tubo plano é fabricado pela laminação de um primeiro membro e de um segundo membro, de uma maneira que ambas as larguras dos rebordos laterais do primeiro membro estejam presas no exterior de ambas as larguras dos rebordos laterais do segundo membro. O primeiro membro e o segundo membro são fabricados pela deformação das placas de metal em forma de sarjetas estreitas. O tubo plano fabricado tem uma superfície externa na qual, diferenças escalonadas são formadas expondo faces de extremidade da largura dos rebordos laterais do primeiro membro. Na largura dos rebordos laterais do primeiro membro, porções expandidas para fora por uma espessura da placa são formadas para encher as diferenças escalonadas. Portanto, apenas em ambas as extremidades longitudinais, o tubo plano tem um perfil externo liso onde nenhuma diferença escalonada é formada em uma superfície externa.

[003] Ao fabricar um trocador de calor, a extremidade longitudinal do tubo plano é inserida em um furo de inserção formado em um coletor e unido a ele por brazagem. Ambas as extremidades longitudinais do tubo plano podem ser inseridas em um par de coletores. Antes de fazer a brazagem, as extremidades longitudinais do tubo plano inserido no tubo de inserção podem ser alargadas a fim de melhorar a condição de contato entre o tubo plano e o coletor.

### **Sumário da Invenção**

[004] No tubo plano acima descrito, a abertura entre a extremidade do primeiro membro e a porção expandida é aumentada depois que a

extremidade longitudinal é alargada, portanto, poderia levar a um problema no qual fica provável que defeito de vazamento no trocador de calor aconteça, uma vez que uma qualidade da brazagem entre o tubo plano e o coletor é diminuída.

[005] Por outro lado, no processo de fabricação do tubo plano, uma mudança da largura da placa, ou um eixo posicional de ambas as extremidades das placas pode acontecer. Em tal caso, uma porção de sobreposição no tubo plano pode ser trocada. Como consequência, isso pode levar a outro problema no qual fica provável que defeito de vazamento no trocador de calor aconteça, uma vez que uma qualidade da brazagem entre o tubo plano e o coletor é diminuída.

[006] É um objetivo da presente invenção prover um trocador de calor tendo um tubo plano o qual é capaz de suprimir uma mudança do perfil externo causado por uma troca da porção de sobreposição.

[007] Outro objetivo da presente invenção é prover um trocador de calor onde o desenvolvimento de vazamento é reduzido.

[008] A presente invenção emprega as seguintes soluções técnicas a fim de alcançar o objetivo descrito acima.

[009] Em uma configuração da invenção, é provido o trocador de calor. O trocador de calor tem um tubo plano (10) feito de uma placa de metal (20) que tem dois rebordos (21, 22) sobrepostos em uma porção curva (13) que é colocada sobre uma extremidade em uma seção transversal. O tubo plano (10) tem os dois rebordos (21, 22) um dos quais é um rebordo interno (21) colocado dentro, e o outro que é um rebordo externo (22) colocado fora do rebordo interno. O rebordo interno (21) é formado com uma região de grande curvatura e uma região de pequena curvatura (102) tendo curvatura menor que aquela da região de grande curvatura. O rebordo externa (22) é formado com uma face de extremidade colocada na região de curvatura pequena (102).

[0010] De acordo com a configuração acima, se as porções que se sobrepõem são trocadas por algumas razões, é possível reduzir uma mudança do perfil externo. O arranjo é vantajoso para ambos o trocador de calor tendo um processo de alargamento e um trocador de calor sem um processo de alargamento. Uma vantagem é reduzir uma troca de abertura em uma porção alargada do coletor. Como uma consequência, é possível evitar um vazamento na porção alargada.

[0011] Em outra configuração da invenção, a região de grande curvatura e a região de pequena curvatura (102) podem ser curvadas sem inverter a direção da curvatura a partir de uma porção de placa plana (11) do tubo plano. Como consequência, é possível prover um perfil simples no rebordo interno comparado a um perfil complexo onde um rebordo interno é curvado em direções diferentes. Esse arranjo capacita o uso de um processo de fabricação simples.

[0012] Em outra configuração da invenção, a região de curvatura pequena (102) pode ser uma superfície plana.

[0013] Em outra configuração da invenção, a região de curvatura grande pode ser colocada mais perto da extremidade distal do rebordo interno (21) do que da região de curvatura pequena.

[0014] Na outra configuração da invenção, a região de curvatura pequena (482) pode ser colocada mais perto da extremidade distal (410c) do rebordo interno do que da região de grande curvatura (481).

[0015] Na outra configuração da invenção, o trocador de calor tem o rebordo interno (21) e o rebordo externo (22) que são sobrepostos em uma faixa angular igual ou maior do que 45 graus. A região de pequena curvatura (102) é formada sobre um local que não fica além da linha de centro (C1') em uma direção de espessura do tubo plano (10). O rebordo externo (22) se estende além da linha de centro (C1).

[0016] De acordo com a configuração acima se as porções

sobrepostas são trocadas por algum motivo, é possível reduzir a mudança do perfil externo. Como consequência, é possível reduzir um aumento da abertura entre a superfície externa do tubo plano e o furo de inserção, e prevenir um vazamento do trocador de calor. O arranjo possibilita que um rebordo (21) e o outro rebordo (22) deslizem facilmente entre si, e, portanto, ambos os rebordos (21, 22) são prováveis de ser facilmente deformados em uma (direção) radial externa. Portanto, a configuração é vantajosa para o processo de flambar.

[0017] Em outra configuração da invenção, um trocador de calor inclui um par de coletores (50, 60) tendo furos de inserção (54) para serem inseridos em ambas as extremidades longitudinais do tubo plano. O tubo plano (10) é feito de uma placa de metal (20) que tem dois rebordos (21, 22) sobrepostos em uma porção curva (13) em uma extremidade na seção transversal. O tubo plano (10) tem um par de porções de placa planas (11, 12) e um par de porções curvas (13, 14). O tubo plano (10) tem uma porção alargada (15, 16) que é alargada no orifício de inserção (54). A região de curvatura menor (102) é inclinada em relação à porção de placa plana (11) e tem um raio maior que a diferença entre uma metade da espessura (d1) do tubo plano (10) e uma espessura do outro rebordo (22).

[0018] De acordo com a configuração acima, se as porções sobrepostas são trocadas devido a alguma razão, é possível reduzir uma mudança do perfil externo. Como resultado, é possível reduzir um aumento da abertura entre a superfície externa do tubo plano e o furo de interseção, e evitar um vazamento do trocador de calor. O arranjo capacita um rebordo (21) e o outro rebordo (22) para deslizar entre si, e, portanto, ambos os rebordos (21, 22) são possíveis de ser facilmente deformadas em uma radial externa. Portanto, a configuração é vantajosa para o processo de alargamento.

[0019] Em outra configuração da presente invenção, uma forma de abertura de uma parte do orifício de inserção (54) correspondente a uma da

porção curva (13) pode ser formada em uma forma semicircular. Como consequência, é possível aumentar um contato entre o tubo plano (10) e o coletor (50, 60) uma vez que seja possível deformar suavemente o rebordo externa (22) ao longo da forma de abertura do orifício de inserção (54) no processo de alargamento.

[0020] Em outra configuração da invenção, a espessura do rebordo externo (22) pode ser gradualmente diminuída em direção a face de extremidade (22a) do rebordo externo (22). Como consequência, é possível reduzir uma mudança do perfil externo.

[0021] Em outra configuração da invenção, o rebordo interno (21) pode se estender além da linha de centro (C1). De acordo com a configuração, ambos os rebordos (21, 22) são impelidas a fazer estreita uma abertura entre elas, aplicando uma força pressurizada a partir do exterior na direção da espessura do tubo plano (10) quando juntando a pluralidade de tubos (10). Portanto, é possível fazer ambos os rebordos (21, 22) se contatar e melhorar a qualidade de brazagem do tubo plano (10).

[0022] Em outra configuração da invenção, a espessura do rebordo interno (21) pode ser gradualmente diminuída em direção à face de extremidade (21a) do rebordo interno (21). Como consequência, é possível executar o processo de alargamento, facilmente, uma vez que é possível reduzir a diferença escalonada formada em uma superfície interior do tubo plano (10). Adicionalmente, é possível reduzir uma resistência de fluxo no tubo plano (10), uma vez que seja possível aumentar a área seccional transversal interna do tubo plano (10).

[0023] Na outra configuração da invenção, a face da extremidade (22a) do rebordo externo (22) e a superfície externa (21b) do rebordo interno (21) podem definir um ângulo de face ( $\theta$ ) em um ângulo agudo. De acordo com a invenção, é possível até mesmo melhorar a qualidade de brazagem entre o tubo plano (10) e o coletor (50, 60), uma vez que o filete do material

de brazagem e de um material de fluxo é facilmente formado entre a face de extremidade (22a) e a superfície externa (21b).

[0024] Em outra configuração da invenção, a placa de metal (20) pode ser feita de uma placa revestida em pelo menos um dos lados.

[0025] Os números de referencia entre parênteses na descrição acima indicam um exemplo de correspondência de medidas técnicas descritas nas configurações abaixo.

### **Breve descrição dos Desenhos**

[0026] Objetivos e vantagens adicionais da presente invenção ficarão agora prontamente aparentes a partir da seguinte descrição detalhada das configurações preferidas quando tomadas juntamente com os desenhos anexados. Nos quais:

Fig. 1 mostra uma estrutura inteira de um radiador de acordo com uma primeira configuração da invenção, (a) da qual mostra uma vista frontal, e (b) da qual mostra uma vista lateral;

Fig. 2 é uma vista seccional parcial do radiador ao longo da linha II-II na Fig. 1 (b);

Fig. 3 é uma vista frontal de uma sub-montagem de núcleo;

Fig. 4 é uma vista de topo de uma placa de núcleo;

Fig. 5 é uma vista frontal de um tubo plano visto em uma direção ao longo de uma espessura;

Fig. 6 é uma vista seccional de uma porção de cano do tubo plano ao longo da linha VI-VI na Fig. 5;

Fig. 7 é uma vista seccional de uma porção VII na Fig. 6;

Fig. 8 é uma vista seccional de uma porção alargada do tubo plano ao longo da linha VIII-VIII na Fig. 5;

Fig. 9 é uma vista seccional de uma porção IX na Fig. 8;

Fig. 10 é uma vista seccional de uma porção alargada do tubo plano de acordo com a segunda configuração da invenção;

Fig. 11 é uma vista seccional de uma porção alargada do tubo plano de acordo com uma terceira configuração da invenção;

Fig. 12 é uma vista seccional do tubo plano de acordo com a quarta configuração da invenção;

Fig. 13 é uma vista seccional do tubo plano de acordo com uma quinta configuração da invenção;

Fig. 14 é uma vista seccional do tubo plano de acordo com a sexta configuração da invenção;

Fig. 15 é uma vista seccional do tubo plano de acordo com uma sétima configuração da invenção;

Fig. 16 é uma vista do tubo plano de acordo com uma oitava configuração da invenção;

Fig. 17 é uma vista seccional ampliada de uma porção XVII na Fig. 16;

Fig. 18 é uma vista seccional ampliada de uma modificada da oitava configuração;

Fig. 19 é uma vista seccional ampliada de uma modificada da oitava configuração;

Fig. 20 é uma vista seccional ampliada de uma modificada da oitava configuração;

Fig. 21 é uma vista seccional ampliada de uma modificada da oitava configuração; e

Fig. 22 é uma vista seccional ampliada de uma modificada da oitava configuração.

## **Descrição das Configurações**

### **Primeira configuração**

[0027] A primeira configuração da invenção está descrita abaixo com as Figs 1 – 11. Fig. 1(a) é uma vista frontal mostrando uma estrutura inteira de um radiador 1 que é um trocador de calor da configuração. Fig. 1(b) é uma

vista lateral do radiador 1. Fig. 2 é uma vista seccional parcial mostrando uma parte da seção A ao longo da linha II-II na Fig. 1(b). Fig. 3 é uma vista frontal mostrando uma estrutura de sub-montagem do núcleo do radiador 1. Direções para cima e para baixo na Fig. 1(a), Fig. 1(b) e Fig.3 correspondem às direções verticais. O radiador 1 inclui uma sub-montagem de núcleo 5 e um par de tanques 52, 62 como mostrado na Fig. 1(a), Fig. 2 e Fig. 3. A sub montagem de núcleo 5 é feita de uma pluralidade de componentes unitários unidos por brazagem. Por exemplo, os componentes são feitos de liga de alumínio. O par de tanques 52, 62, é preso à sub montagem de núcleo 5. Por exemplo, os tanques são feitos de resina. O tanque 52 é formado com uma entrada 53 para introduzir um refrigerante de motor a partir do exterior. O tanque 62 é formado com uma saída 63 para fluir o refrigerante de motor para o exterior.

[0028] A sub montagem de núcleo 5 tem um núcleo 40 para executar troca de calor entre o refrigerante de motor e ar. O núcleo 40 tem uma estrutura na qual uma pluralidade de tubos planos 10 e uma pluralidade de aletas corrugadas 30 são alternadamente empilhadas. O tubo plano 10 através do qual o refrigerante de motor flui é estendido na direção vertical. A aleta corrugada 30 para aumentar a área de troca de calor para o ar é termicamente conectada ao tubo plano 10. Um par de membros de inserto para reforçar a força mecânica do núcleo 40 é colocado em ambas as extremidades externas do núcleo 40 em uma direção de empilhar. Os membros de inserto podem ser chamados de placas laterais.

[0029] A sub montagem de núcleo 5 tem uma placa de núcleo 51 e uma placa de núcleo 61. A placa de núcleo 51 está colocada em uma extremidade superior do núcleo 40 e provê um coletor de topo 50 com o tanque 52. A placa de núcleo 61 é colocada em uma extremidade de fundo do núcleo 40 e provê um coletor de fundo 60 com o tanque 62.

[0030] Fig. 4 é uma vista de topo mostrando uma estrutura da placa de

núcleo 51. Como mostrado na Fig. 4, a placa de núcleo 51 é formada com uma pluralidade de furos de inserção 54 para receber respectivamente extremidades longitudinais dos tubos planos 10 empilhados. O furo de inserção 54 define uma abertura aplainada que pode ser de uma forma substancialmente elíptica. O furo de inserção 54 tem um par de porções retas paralelas uma a outra, e um par de porções semicirculares. Cada uma das porções semicirculares define uma forma semicircular sendo convexa em direção ao exterior e conecta extremidades das porções retas.

[0031] Fig. 5 mostra uma estrutura do tubo plano 10 visto em uma direção de espessura. Como mostrado na Fig. 5, o tubo plano 10 tem uma porção de tubo 17 e porções alargadas 15 e 16. A porção de tubo 17 é formada em uma base cilíndrica tendo um tamanho substancialmente constante na direção longitudinal. Cada uma das porções alargadas 15 e 16 é formada em ambas as extremidades longitudinais da porção de tubo 17 respectivamente. Cada uma das porções alargadas 15 e 16 é formada em uma forma de funil que é expandida em direção à borda na direção longitudinal. As porções alargadas 15 e 16 são formadas alargando a circunferência inteira de ambas as extremidades usando uma ferramenta de alargamento depois de inserir as extremidades longitudinais do tubo plano 10 dentro dos furos de inserção 54 respectivamente. Formando as porções de alargamento 15 e 16, a qualidade da brazagem entre o tubo plano 10 e a placa de núcleo 51 é melhorada. Uma vez que é possível melhorar a condição de contato e reduzir a abertura entre o tubo plano 10 e a abertura do furo de inserção 54.

[0032] Fig. 6 é uma vista seccional transversal mostrando toda a estrutura da porção de tubo 17 do tubo plano 10 em uma seção transversal indicada pela linha VI-VI na Fig. 5. Como mostrado na Fig. 6, o tubo plano 10 define uma seção plana e substancialmente elíptica transversal. O tubo plano 10 é feito de uma placa de metal única 20 que tem uma estrutura em camadas, por exemplo, de três camadas. Por exemplo, a placa de metal é uma

placa revestida, que tem uma camada de material de brazagem, uma camada de núcleo e uma camada de material de sacrifício, todas elas sendo feitas de liga de alumínio. O tubo plano 10 é formado dobrando-se a placa de metal 20 em uma única direção de dobra de forma que a camada de material de brazagem, a camada de núcleo e a camada de material de sacrifício estão dispostas nessa ordem a partir do exterior radial.

[0033] O tubo plano 10 tem um par de porções de placas planas 11 e 12 opostas uma a outra e estendendo-se em paralelo, e um par de porções curvadas 13 e 14. Cada uma das porções curvadas 13 e 14 define uma forma semicilíndrica sendo convexa em direção ao exterior e conecta extremidades das porções de placa plana 11 e 12. O tubo plano 10 atinge uma largura máxima em uma posição perto da linha de centro C1.

[0034] Fig. 7 é uma vista seccional transversal mostrando uma estrutura de uma seção indicada por VII na Fig. 6. Na Fig. 7, uma abertura do furo de interseção 54 é indicada por uma linha pontilhada. Como mostrado na Fig. 7, a porção curva 13 tem uma região sobreposta 100 sobre pelo menos uma parte do mesmo. A região de superposição 100 é feita de rebordos 21 e 22, um dos quais é colocado dentro como um rebordo interno 21, e o outro dos quais é colocado como um rebordo externo 22 no lado de fora do rebordo interno 21. Na região de sobreposição 100, uma superfície interna 22 b do rebordo externo 22 e uma superfície externa 21b do rebordo interno 21 são unidas por brazagem.

[0035] O rebordo externo 22 se estende além da linha de centro C1 ao longo da superfície externa 21b do rebordo interno 21. O rebordo externo 22 tem uma região de extremidade 101 uma espessura a qual se torna gradualmente mais fina em direção da face de extremidade 22a. Uma razão de espessura entre uma espessura d1 em uma região diferente da região de extremidade 101 e a espessura d2 perto da face de extremidade 22a é fixada, por exemplo, igual ou maior que 50%. Entretanto, entretanto, há uma

possibilidade de tornar difícil para executar um processo de formação da placa de metal 20 se a razão da espessura for fixada pequena demais. Portanto, é preferível fixar a razão de espessura em uma faixa entre 60% e 70% levando em consideração a deformabilidade da placa de metal 20. Quase toda a área do rebordo externo 22 é curvada com um raio que é substancialmente o mesmo como a metade de uma espessura  $d1$  do tubo plano 10. Aqui a espessura  $d1$  é definida como uma distancia entre a superfície externa da porção de placa plana 11 e a superfície externa da porção de placa plana 12.

[0036] O rebordo interno 21 se estende além da linha de centro  $C1$  ao longo da superfície interna 22b do rebordo externo 22. O rebordo interno 21 tem uma face de extremidade 21a que é colocada em uma posição perto de um limite entre a porção de placa plana 12 e a porção curva 13. O rebordo interno 21 tem uma região de curvatura pequena 102 que é conectada à porção de placa plana 12 de uma forma macia e contínua. A região de curvatura pequena 102 é formada para se estender ocupar para cima e não além da linha central  $C1$ . A região de curvatura pequena 102 é inclinada em relação à posição de placa plana 11 e tem uma curvatura relativamente menor. Em outras palavras, a região de curvatura pequena 102 tem um raio relativamente maior. O rebordo interno 21 tem adicionalmente uma região de curvatura grande 103 formada mais perto da face de extremidade 21a se comparada com uma região de curvatura pequena 102. A região de curvatura grande 103 é formada para se estender além da linha de centro  $C1$ . A região de curvatura grande 103 tem uma curvatura maior que aquela da região de curvatura pequena 102. Em outras palavras, a região de curvatura grande 103 tem um raio menor que aquela da região de curvatura menor 102.

[0037] O raio da região de curvatura grande 103 é substancialmente o mesmo que uma diferença entre uma metade da espessura  $d1$  do tubo plano 10 e uma espessura  $d1$  do outro rebordo 22. O raio da região de curvatura

menor 102 é fixado maior do que aquele da região da curvatura grande 103. A região de curvatura pequena 102 pode incluir uma parte da placa plana a curvatura da qual é 0 (zero) e o raio do qual é infinito.

[0038] Uma face de extremidade 22a do rebordo externo 22 é colocado na superfície externa 21b da região de curvatura menor 102. A face de extremidade 22a e uma parte da superfície externa 21b perto da face de extremidade 22a define um ângulo substancialmente reto.

[0039] Aqui, nem o rebordo interno 21 nem o rebordo externo 22 tem uma região onde convergem para dentro, uma vez que o tubo plano 10 é fabricado pela deformação da placa de metal 20 apenas em uma única direção de dobra. Como resultado, ambas, a região de curvatura pequena 102 e a região de curvatura grande 103 são dobradas sem inverter a direção de dobra a partir da porção de placa plana 11 do tubo plano 10.

[0040] Fig. 8 é uma vista seccional transversal mostrando uma estrutura de porções alargadas 15 do tubo plano 10 em uma seção transversal indicada pela linha VIII-VIII na Fig. 5. Fig. 9 é uma vista seccional transversal mostrando uma estrutura de uma parte indicada por IX na Fig. 8. Como mostrado nas Figs. 8 e 9, a porção alargada 15 é expandida em uma direção radial comparada com a porção de tubo 17 mostrada nas Figs. 6 e 7. Portanto, uma forma seccional transversal da porção alargada 15 do tubo plano 10 é deformada ao longo de uma forma da abertura do furo de inserção 54. Na porção alargada 15, as porções de placa planas 11 e 12, a porção curva 13 e a porção curva 14, exceto para uma porção de abertura 25 formada em uma posição perto da face de extremidade 22a do rebordo externo 22, são configuradas para entrar em contato seguro com uma extremidade de abertura do furo de inserção 54.

[0041] A região de sobreposição 100 se torna mais estreita na porção alargada 15 em comparação com a porção de tubo 17, uma vez que a face de extremidade 21a do rebordo interno 21 e a face de extremidade 22a do

rebordo externo 22 são formadas para aproximar relativamente uma da outra expandindo o tubo plano 10. Adicionalmente, a região de curvatura pequena 102 também se torna mais estreita, uma vez que uma parte do rebordo interno 21 proximamente fixada ao rebordo externo 22, exceto para aquela região de extremidade 101 a qual é deformada para uma forma seguindo uma forma de aberturado furo de inserção 54 e o rebordo externo 22.

[0042] A seguir, é descrito na presente configuração um processo de fabricação do radiador 1. Primeiramente, uma pluralidade de correias formadas de placas de metal 20 são fabricadas usando-se uma placa revestida tendo uma estrutura de três camadas, com uma camada de material de brazagem, uma camada de núcleo e uma camada de material de sacrifício. Nesse processo, uma extremidade das placas de metal 20 é processada para reduzir gradualmente a espessura em direção à face de extremidade. A seguir em um processo de formação de tubo, a placa de metal 20 é deformada por processo de dobragem em uma única direção para formar um tubo plano 10 que inclui um par de porções de placa planas 11 e 12 e um par de porções curvas 13 e 14. Nesse processo, a região de superposição 100 é formada sobre uma porção curva 13 sobrepondo o rebordo interno 21 e o rebordo externo 22 da placa de metal 20. Nesse processo, o tubo plano 10 não está formado ainda com a porção alargada 15 e 16. Portanto, o tubo plano 10 é formado em uma forma cilíndrica tendo uma forma seccional transversal da porção de tubo 17 como mostrado na Fig. 6 e na Fig. 7 ao longo e inteiramente em uma duração longitudinal. Em outras palavras, o rebordo interno 21 do tubo plano 10 tem a região de curvatura pequena 102 ao longo inteiramente na direção longitudinal. A face de extremidade 22a do rebordo externo 22 é colocado na superfície externa 21b da região de curvatura pequena 102.

[0043] A seguir, em um processo de montagem de núcleo, uma montagem de uma porção de núcleo 40 é fabricada empilhando alternativamente uma pluralidade de tubos planos 10 e a pluralidade de aletas

corrugadas 30 formada em um processo de fabricação separado. No núcleo do processo de montagem, uma compressão de carga predeterminada é aplicada aos tubos planos 10 e as aletas corrugadas 30 a partir do exterior ao longo de uma direção de espessura nos tubos 10.

[0044] A seguir, em um processo de montagem de placa de núcleo, uma montagem de uma montagem de núcleo 5 é fabricada por placas de núcleo de montagem 51 e 61 na porção de núcleo 40. No processo de montagem de placa de núcleo, ambas as extremidades longitudinais dos tubos planos 10 são inseridas na pluralidade de furos de inserção 54 formados nas placas de núcleo 51 e 61. Como mostrado nas Fig. 7, uma abertura estreita é formada entre uma superfície externa do tubo plano 10 e uma borda de abertura do furo de inserção 54, uma vez que o tubo plano 10 é formado ligeiramente menor em diâmetro que o furo de inserção 54.

[0045] A seguir, em um processo de alargamento, as porções alargadas 15 e 16 são formadas alargando ambas as extremidades longitudinais dos tubos planos 10 inseridos nos furos de inserção 54 em uma forma de funil usando uma ferramenta de alargamento. Uma forma seccional transversal das porções alargadas 15 e 16 são deformadas para seguir uma forma de abertura dos furos de inserção 54 como mostrado na Fig. 9. Como um resultado, é possível melhorar uma condição de contato entre os tubos planos 10 e as placas de núcleo 51 e 61. Por outro lado, a forma seccional transversal na porção de tubo 17 do tubo plano 10 antes de executar o processo de alargamento é quase mantida durante o processo. A ferramenta de processo tem uma forma seccional transversal substancialmente similar para uma superfície interna dos tubos planos 10. Em outras palavras, a forma seccional transversal da ferramenta de alargamento é substancialmente elipse em sua totalidade, e tem um recesso correspondendo a um degrau formado na face de extremidade 21a de um rebordo interno 21.

[0046] Em seguida, em um processo de brazagem, os componentes

são soldados com solda forte um ao outro aquecendo a montagem da submontagem de núcleo 5 e derretendo a camada do material de brazagem. Nesse processo, a condição de contato entre os tubos planos 10 e as placas de núcleo 51 e 61 é melhorado pelas porções de alargamento 15 e 16, portanto, é possível reduzir a geração de porções de brazagem impróprias.

[0047] A seguir, em um processo de montagem de tanque em resina, os tanques 52 e 62 ambos feitos de resina são montados na sub montagem de núcleo 5. Ao executar o processo mencionado acima, é fabricado o radiador 1 mostrado na Fig. 1.

[0048] De acordo com a configuração, o rebordo interno 21 do tubo plano 10 tem a porção de curvatura menor 102, e a face de extremidade 22a do rebordo interno 22 é colocada na superfície externa 21b da região de curvatura menor 102 antes do processo de alargamento. Portanto, é possível suprimir uma mudança de um perfil externo mesmo se uma troca aparece na porção sobreposta por alguma razão. Adicionalmente, o rebordo interno 21 e o rebordo externo 22 deslizam facilmente entre si. Portanto, é possível facilmente deformar o rebordo interno 21 e o rebordo externo 22 para fora no processo de alargamento. É possível prover um contato melhorado entre a superfície periférica externa do tubo plano 10 e a borda de abertura do furo de inserção 54 no processo de alargamento, e minimizar a abertura. Como resultado, é possível melhorar uma qualidade de brazagem entre os tubos planos 10 e as placas de núcleo 51 e 61, e reduzir defeitos de vazamento do radiador 1.

[0049] Na configuração, a espessura da região de extremidade 101 do rebordo externo 22 é gradualmente reduzida em direção à face de extremidade 22a. É possível reduzir um ângulo inclinado em relação à porção de placa plana 11 na região de curvatura pequena 102 do rebordo interno 21. Portanto, o rebordo interno 21 e o rebordo externo 22 são colocados para serem facilmente deformados no processo de alargamento. Adicionalmente, é

possível fazer menor a porção de abertura 25 formada entre o tubo plano 10 e a borda de abertura do furo de inserção 54, depois do processo de alargamento, uma vez que a espessura na face de extremidade 22a pode ser mais fina. Como consequência, é possível melhorar adicionalmente a qualidade da brazagem entre os tubos planos 10 e as placas de núcleo 51 e 61.

[0050] Na configuração, o rebordo externa 22 se estende além da linha de centro C1 onde o tubo plano 10 obtém uma largura máxima. Conseqüentemente, o rebordo externo 22 chega a uma condição de ajuste por pressão no rebordo interno 21 no processo de formação de tubo. Como consequência, é possível evitar que a porção de união entre o rebordo interno 21 e o rebordo externo 22 quebre até mesmo se a tensão residual na outra porção curva 14 for removida por uma alta temperatura no processo de brazagem.

[0051] Na configuração, o rebordo interno 21 se estende além da linha de centro C1. Esse arranjo gera uma força em uma direção estreitando a abertura entre uma porção do rebordo interno 21 além da linha de centro C1 e o rebordo externo 22, quando a carga comprimida é aplicada aos tubos planos 10 a partir do exterior da direção de espessura no processo de montagem de núcleo. Portanto, a condição de contato entre o rebordo interno 21 e o rebordo externo 22 é melhorada, e é possível melhorar a qualidade de brazagem na porção curva 13 do tubo plano 10, e reduzir defeito de vazamento do radiador 1.

[0052] Na configuração, cada um dos furos de inserção 54 das placas de núcleo 51 e 61 tem uma borda de abertura em forma semicircular 13. Portanto, é possível deformar delicadamente o rebordo externo 22 ao longo da borda de abertura do furo de inserção 54, e melhorar a condição de contato entre a superfície externa do rebordo externo 22 e a borda de abertura do furo de inserção 54.

[0053] Em um arranjo convencional conhecido do tubo plano, uma

depressão formada para dentro com uma profundidade correspondente a uma espessura da placa é formada em um rebordo interno em uma região de sobreposição a fim de reduzir uma diferença escalonada formada em uma face de extremidade de um rebordo externo. De acordo com o arranjo convencional do tubo plano, o tubo é deformado pelo processo de alargamento em uma direção alargando uma abertura na diferença escalonada. Portanto, a qualidade da brazagem entre o tubo plano e placas de núcleo pode ser diminuída. Adicionalmente, em um tubo plano assim, pode haver um problema para aumentar um custo de produção devido a um processo de formação complexo para tubos, uma vez que é exigido um processo de dobragem agudo e de precisão para dobrar uma placa de metal.

[0054] Ao contrário, de acordo com a configuração, o tubo plano 10 não tem nenhuma depressão, uma vez que o tubo plano 10; e formado pela dobragem da placa de metal 20 em uma única direção. Como consequência, é possível suprimir uma queda de qualidade da brazagem, uma vez que nenhuma abertura se expande no processo de alargamento. Adicionalmente, na configuração, é possível simplificar um processo de fabricação dos tubos planos 10 e reduzir um custo de fabricação, uma vez que nenhum processo de dobragem agudo e de precisão é exigido.

### **Segunda Configuração**

[0055] Fig. 10 mostra uma segunda configuração do tubo plano 10 que tem uma estrutura ilustrada em uma porção curva 13 em uma porção alargada 15. Fig. 10 mostra uma vista seccional transversal correspondendo à Fig. 9. Como mostrado na Fig. 10, uma face de extremidade 22a do rebordo externo 22 é formada de tal maneira que um rebordo externo da face de extremidade 22a é circunferencialmente salientada comparada com um rebordo interno, Esse arranjo define um ângulo  $\theta$  faceando entre a face de extremidade 22a e uma superfície externa 21b de um rebordo interno 21 em um ângulo agudo, i.e.,  $\theta < 90$  graus. Em um processo de brazagem, um filete

de material de brazagem fundido e fluxo é facilmente formado entre a face de extremidade 22a e a superfície externa 21b. Portanto, é possível aumentar a qualidade da brazagem entre o tubo plano 10 e as placas de núcleo 51 e 61, e evitar um defeito de vazamento do radiador 1.

[0056] Adicionalmente, o material de brazagem fundido e fluxo introduzem facilmente uma porção de união entre o rebordo externo 22 e o rebordo interno 21 por um efeito capilar, uma vez que um filete é formado. Portanto, é possível melhorar a qualidade de brazagem na porção curva 13 do tubo plano 10, e evitar um defeito de vazamento do tubo plano 10.

### **Terceira configuração**

[0057] Fig. 11 mostra uma terceira configuração de um tubo plano 10 que tem uma estrutura ilustrada em uma porção curva 13 sobre uma porção alargada 15. Fig. 11 mostra uma vista seccional transversal correspondendo à Fig. 9. Como mostrado na Fig. 11, uma região de extremidade distal 104 do rebordo interno 21 é formada para diminuir a espessura da mesma em direção à face de extremidade 21a. Por exemplo, uma razão de espessura entre a espessura  $d1$  em uma região diferente da região de extremidade distal 104 e a espessura  $d13$  em uma região perto da face de extremidade 21a é estabelecida igual ou mais que 50%. A espessura  $d3$  é menor que a espessura  $d1$ . É preferível que a razão de espessura seja cerca de entre 60% e 70% tomando uma habilidade de processamento da placa de material 20 em consideração, uma vez que poderia ser difícil processar a placa de metal 20 se a razão de espessura for estabelecida pequena demais.

[0058] De acordo com a configuração, uma diferença escalonada sobre uma superfície interna do tubo plano 10 formado pela face de extremidade 21a é reduzida. É possível fazer um recesso formado na ferramenta de alargamento pequena ou remover, e, executar o processo com facilidade. Portanto, é possível simplificar o processo de fabricação do trocador de calor, e reduzir um custo de fabricação. Adicionalmente, é

possível aumentar uma área seccional transversal do tubo plano 10, i. e., uma área seccional transversal de passagem fluida, e a diminuir uma resistência de fluxo no tubo plano 10.

#### **Quarta configuração**

[0059] Uma quarta configuração é explicada com referencia à Fig. 12. O rebordo 410a do tubo plano 410 tem uma região de grande curvatura 481 que tem um raio de curvatura menor que a metade da espessura do tubo plano 410. A região de curvatura grande 481 pode ser chamada como uma primeira região. Para colocar isso mais precisamente, o raio da região de grande curvatura 481 tem uma metade de uma diferença entre a espessura do tubo plano 410 e a espessura da placa de metal 20. O rebordo 410 tem uma região plana 482 que é quase plana. A região plana pode ser chamada como uma segunda região. A região de grande curvatura 481 é formada sobre uma posição que não se estende além da linha de centro C1. A região plana 482 é formada sobre um lado de extremidade distal na comparação com a região de grande curvatura 481. A região plana 482 é localizada mais perto de uma extremidade distal 410c mais que a região de grande curvatura 481. A região plana 482 se estende em um comprimento substancialmente correspondente a uma metade da espessura do tubo plano 410. O rebordo 410 b é colocado na região plana 482 do rebordo 410b. O rebordo 410b pode ser colocado mais perto de uma extremidade distal do que a região plana 482.

[0060] De acordo com a configuração, é possível fazer a forma seccional transversal do tubo plano 410 similar à forma elíptica. Como consequência, é possível reduzir uma abertura entre o tubo plano 410 e o furo de inserção. Adicionalmente, é possível suprimir uma mudança do perfil externo no caso em que a posição relativa das faces de extremidade 410c e 410b são trocadas por alguma razão.

#### **Quinta configuração**

[0061] Uma quinta configuração é explicada com referencia à Fig. 13.

Uma porção de curvatura grande 581 e uma porção de curvatura pequena 582 são formadas sobre um rebordo 510a do tubo plano 510. O rebordo 510a se estende além da porção curva e até mesmo alcança uma porção de placa plana 11. O rebordo 510a tem uma região estendida 583 em um lado de uma extremidade distal, i. e. uma face de extremidade 510c. A região estendida 583 é formada em uma forma plana e é sobreposta a uma porção de placa plana 11. Portanto, é possível aumentar uma área de junção entre os rebordos 510a e 510b, e para aumentar a qualidade de brazagem.

### **Sexta configuração**

[0062] Uma sexta configuração é explicada com referencia à Fig. 14. Um rebordo 610a de um tubo plano 610 tem uma região de curvatura grande 681 que tem uma curvatura de raio menor que uma metade da espessura do tubo plano 610. A região de curvatura grande 681 pode ser chamada de primeira região. O raio da região de curvatura grande 681 é uma metade de uma diferença entre a espessura do tubo plano 410 e a espessura da placa de metal 20. O rebordo 610 a tem uma região de curvatura pequena 682 que tem um raio de curvatura maior que uma metade da espessura do tubo plano 610. A região de curvatura pequena 682 pode ser chamado de segunda região. A região de grande curvatura 681 é formada em uma parte do rebordo 10a que está mais perto da linha de centro C1. A região de curvatura menor 682 é formada sobre um lado perto de uma extremidade distal, i.e., e face de extremidade 10c em comparação com uma região de curvatura grande 681. Um rebordo 610b é colocado na região de curvatura menor 682 do rebordo 610a. O rebordo 610 a pode ser colocado em um lado perto da extremidade distal em comparação com a região de curvatura pequena 682. Adicionalmente, uma região de curvatura pequena 684 é formada em um lado perto da porção de placa plana 12 em relação à região de curvatura grande 681. A região de curvatura pequena 684 aumenta a simetria do tubo plano 100 em relação à linha de centro C1.

[0063] De acordo com a configuração, é possível melhorar um perfil externo do tubo plano 610, e mesmo suprimir uma mudança do perfil externo.

#### **Sétima configuração**

[0064] Uma sétima configuração é explicada com referencia à Fig. 15. Um tubo plano 710 tem um rebordo 710b que tem uma espessura gradualmente decrescente em direção a um lado de uma extremidade distal, i. e. uma face de extremidade 710d. Como consequência, é possível aumentar um perfil externo do tubo plano 710.

#### **Oitava configuração**

[0065] Uma oitava configuração é explicada com referencia às Figs. 16 e 17. O tubo plano 810 é um tubo com uma aleta interna. O tubo plano 810 tem um membro cilíndrico 820 provendo uma concha externa e uma aleta interna em forma corrugada 825 disposta no membro cilíndrico 20. O membro cilíndrico 820 tem uma forma seccional transversal semelhante à forma elíptica e provê uma passagem fluida aí. O membro cilíndrico 820 tem uma primeira porção de placa plana 811 e uma segunda porção de placa plana 812 dispostas em uma direção de diâmetro mais curta para facear e estar em paralelo uma à outra. O membro cilíndrico 820 tem uma primeira porção curva semicircular 813 e uma segunda porção curva semicircular 814 formadas em uma direção de diâmetro mais longo para ficar convexa para fora e para ser formada em uma forma substancialmente semicircular. A aleta interna 825 aumenta uma área de superfície trocadora de calor. A aleta interna 825 tem ambas as extremidades que estão em contato próximo ao longo de uma superfície interna da primeira porção curva semicircular 813 e a segunda porção curva semicircular 814. Adicionalmente, a parte restante da aleta interna 825 é formada em uma forma corrugada, e entra em contato com a primeira porção da placa plana 811 e a segunda porção de placa plana 812.

[0066] O membro cilíndrico 820 e a abertura interna 825 são formados por um material em forma de uma correia contínua. O membro

cilíndrico 820 forma um cilindro fechado sobrepondo dois rebordos em uma extremidade na direção do diâmetro mais longo. Nessa configuração, uma região limite entre o membro cilíndrico 820 e a aleta interna 825 provê um rebordo 821.

[0067] Um rebordo externo 822 é colocado para sobrepor a uma parte exterior de um rebordo interno 821. Uma parte do rebordo interno 821 tem uma região plana 802 que é inclinada em relação à direção de diâmetro mais longa do tubo plano 810. A região plana 802 pode ser substituída por uma região de curvatura pequena, mas a região plana 802 provê vantagens causadas por sua forma. A região plana 802 é colocada perto da primeira porção de placa plana 811. Uma extremidade distal do rebordo externo 822 é colocada na região plana 802. Uma região de extremidade distal do rebordo externo 822 é formada em uma forma de placa plana ao longo da região plana. Uma região plana 802 é colocada dentro da extremidade distal do rebordo externa 822. Uma região de extremidade distal do rebordo externa 822 é formada como uma porção de placa fina 830 onde uma espessura é gradualmente diminuída. A porção de placa fina 830 é formada por uma superfície inclinada externa.

[0068] Uma região plana 802 suprime uma quantidade saliente para fora da extremidade distal do rebordo externo 822. Adicionalmente, a porção fina plana 830 também suprime uma quantidade saliente para fora da extremidade distal do rebordo externo 822. A posição da extremidade distal do rebordo externa 822 pode ser trocada devido a um erro ou algo semelhante em um processo de fabricação. A fim de manter a extremidade distal na região plana 802, uma largura circunferencial da região plana 802 é estabelecida levando em consideração uma possível troca de faixa da extremidade distal.

[0069] Com referencia às Figs 18 a 22, exemplos modificados da oitava configuração são explicados. Como mostrado na Fig. 18, superfícies

inclinadas podem ser formadas em ambos os lados de uma região distal do rebordo externo 822. Nesse caso, a porção de placa fina 830 é provida por uma forma seccional transversal que pode ser chamada como uma forma cônica lateral ou uma forma trapezoidal. Como mostrado na Figura 19, a porção de placa fina 830 pode ser provida por uma forma seccional transversal triangular. A porção de placa fina 830 pode ser provida por uma superfície curva formada em uma região de extremidade distal do rebordo externo 822. Figs. 20 a 21 mostram a porção de placa fina 830 definida com a superfície curva.

### **Outra configuração**

[0070] Nas configurações acima, os exemplos têm a face de extremidade 22a do rebordo externo colocadas na região de curvatura pequena 102 do rebordo interno 21 tanto na porção de tubo 17 como nas porções alargadas 15 e 16. Entretanto, a face de extremidade 22 do rebordo externo 22 pode ser colocada na região de curvatura grande 103 do rebordo interno 21 nas porções alargadas 15 e 16.

[0071] Nas configurações acima, a presente invenção é aplicada ao radiador 1 que é categorizado como um radiador do tipo de fluxo vertical tendo os tubos planos 10 estendendo-se em uma direção vertical. Entretanto, a presente invenção pode ser aplicada a qualquer tipo de radiador tal como um radiador do tipo de fluxo horizontal que tem tubos planos estendendo-se em uma direção horizontal.

## REIVINDICAÇÕES

1. Trocador de calor dotado de um tubo plano (10) feito de uma placa de metal (20) que tem dois rebordos (21, 22) sobrepostos numa porção curva (13) sobre uma extremidade em uma seção transversal, em que tal tubo plano inclui:

um rebordo interno (21) colocado dentro dos dois rebordos (21, 22);

um rebordo externo (22) colocado num lado de fora do rebordo interno;

uma região de grande curvatura formada no rebordo interno (21);

e

uma região de pequena curvatura (102) tendo curvatura menor do que aquela da região de grande curvatura formada no rebordo interno (21),

caracterizado pelo fato de que:

uma face de extremidade (22a), formada no rebordo externo (22), é colocada na região de pequena curvatura (102);

a espessura do rebordo externo (22) é diminuída gradualmente a partir de uma extremidade de uma região de extremidade (101) do rebordo externo (22) em direção à face de extremidade (22a) do rebordo externo (22) sendo a outra extremidade da região de extremidade (101) do rebordo externo (22); e

a região de extremidade (101) do rebordo externo (22) e uma face de extremidade (21a) do rebordo interno (21) estão localizadas em lados opostos de uma linha de centro (C1) em uma direção de espessura do tubo plano (10).

2. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a região de grande curvatura e a região de pequena curvatura (102) são curvadas sem inverter a direção da curva a partir de uma porção de placa plana (11) do tubo plano.

3. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 1 ou 2,

caracterizado pelo fato de que a região de pequena curvatura (102) é uma superfície plana.

4. Trocador de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a região de grande curvatura é colocada mais perto da extremidade distal do rebordo interno (21) do que da região de pequena curvatura.

5. Trocador de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a região de curvatura pequena (482) é colocada mais perto da extremidade distal (410c) do rebordo interno do que da região de curvatura grande (481).

6. Trocador de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o rebordo interno (21) e o rebordo externo (22) são sobrepostos numa faixa angular igual a ou maior do que 45 graus, em que a região de pequena curvatura (102) é formada sobre um lugar que não fica além da linha de centro (C1) em uma direção de espessura do tubo plano (10), e em que o rebordo externo (22) se estende além da linha de centro (C1).

7. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente:

um par de coletores (50, 60) tendo furos de inserção (54) para serem inseridas ambas as extremidades longitudinais do tubo plano (10) nos mesmos, em que o tubo plano (10) é feito da placa de metal dobrada em uma direção única, e tem um par de porções de placa plana (11, 12) e um par de porções curvas (13, 14), em que o tubo plano (10) possui uma porção alargada (15, 16) que é alargada em volta do furo de inserção (54), e em que a região de pequena curvatura (102) é inclinada em relação à porção de placa plana (11) e tem um raio maior do que uma diferença entre uma metade da espessura (d1) do tubo plano (10) e uma espessura do outro rebordo (22).

8. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 7,

caracterizado pelo fato de o furo de inserção (54) ter uma forma de abertura que inclui uma parte de forma semicircular correspondendo a uma das porções curvas (13).

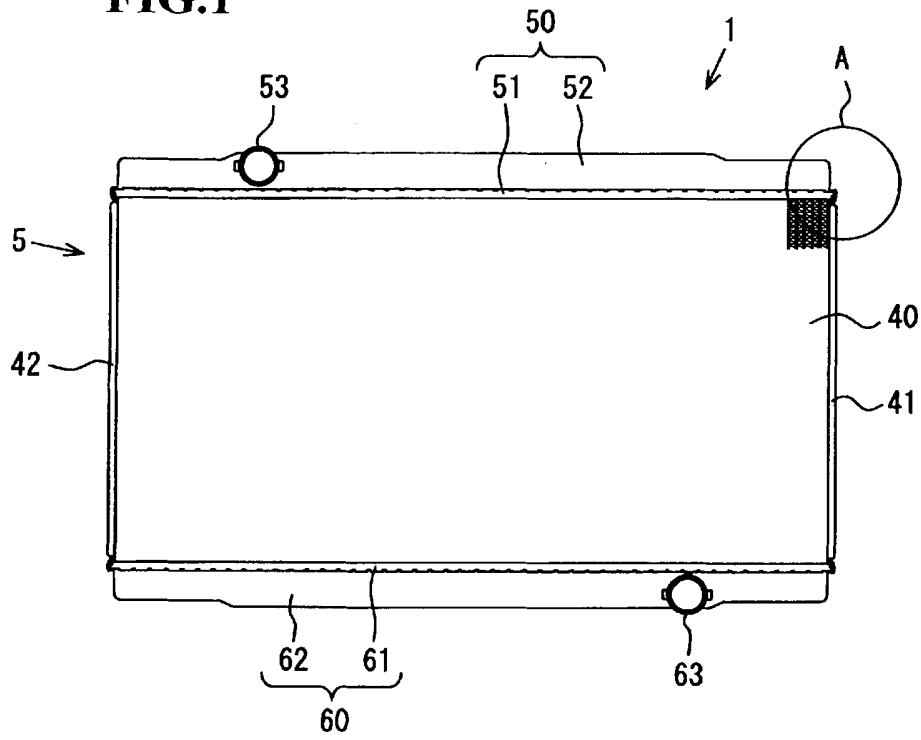
9. Trocador de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o rebordo interno (21) se estende além da linha de centro (C1).

10. Trocador de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a espessura do rebordo interno (21) é diminuída gradualmente em direção à face de extremidade (21a) do rebordo interno (21).

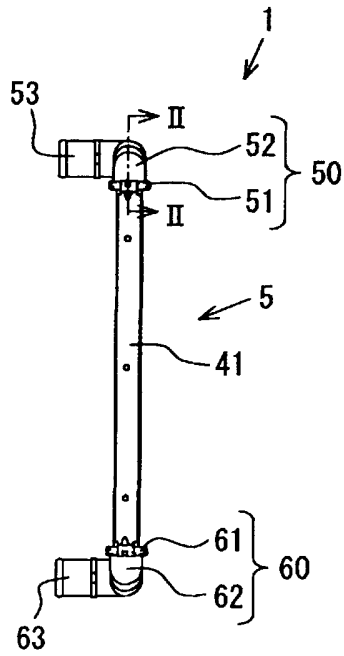
11. Trocador de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a face de extremidade (22a) do rebordo externo (22) e superfície externa (21b) do rebordo interno (21) definem um ângulo de face ( $\theta$ ) num ângulo agudo.

12. Trocador de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de que a placa de metal (20) é feita de uma placa revestida que possui uma camada de material de brazagem revestida em pelo menos um dos lados.

FIG.1

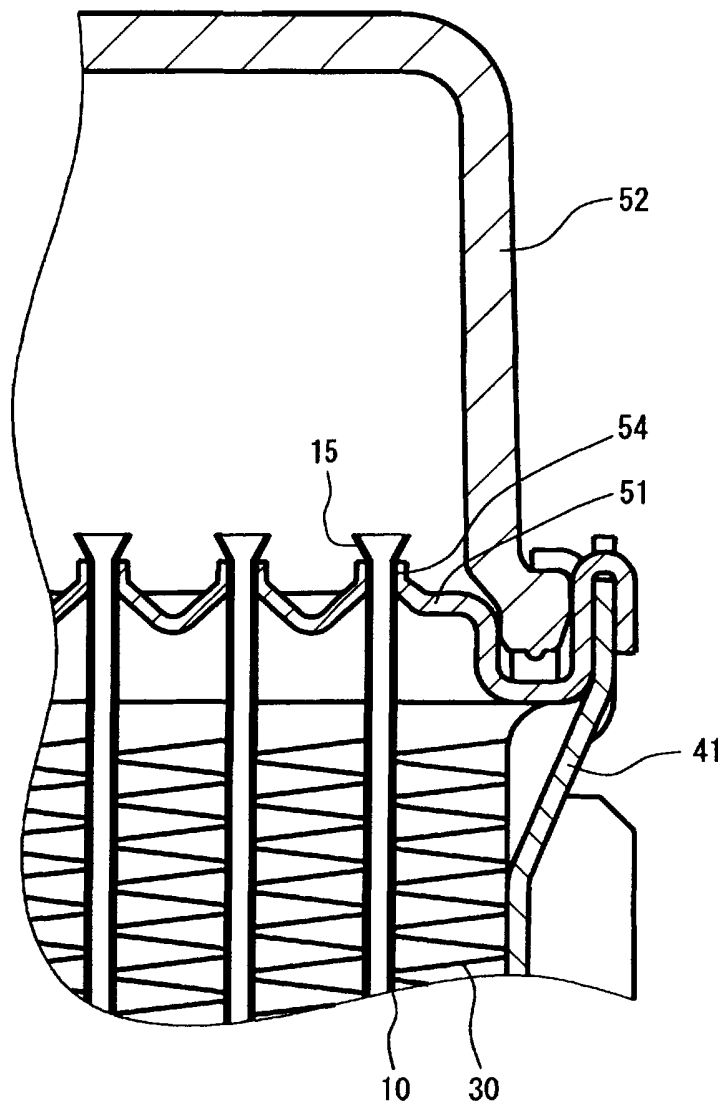


(a)

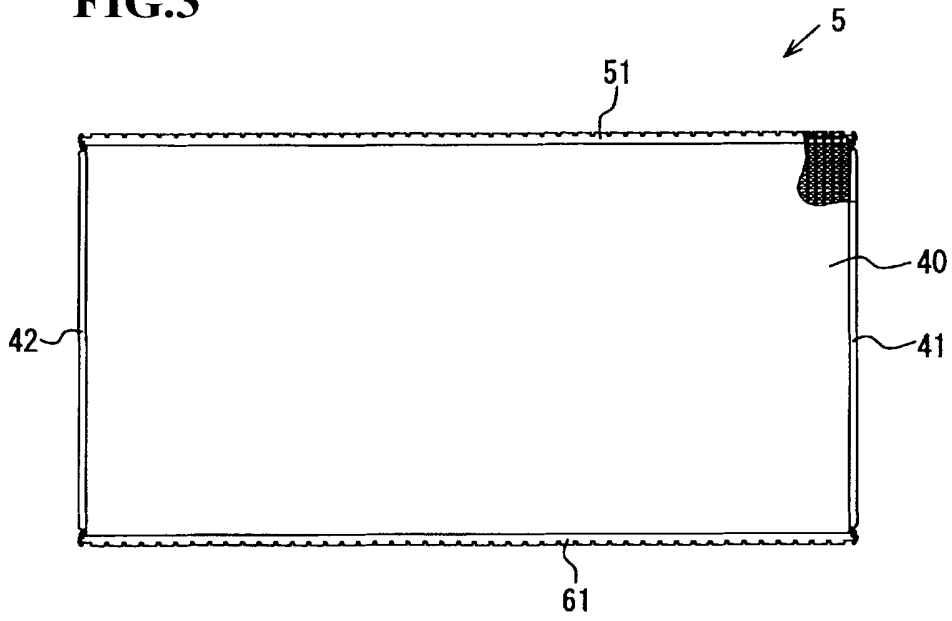


(b)

FIG.2



**FIG.3**



**FIG.4**

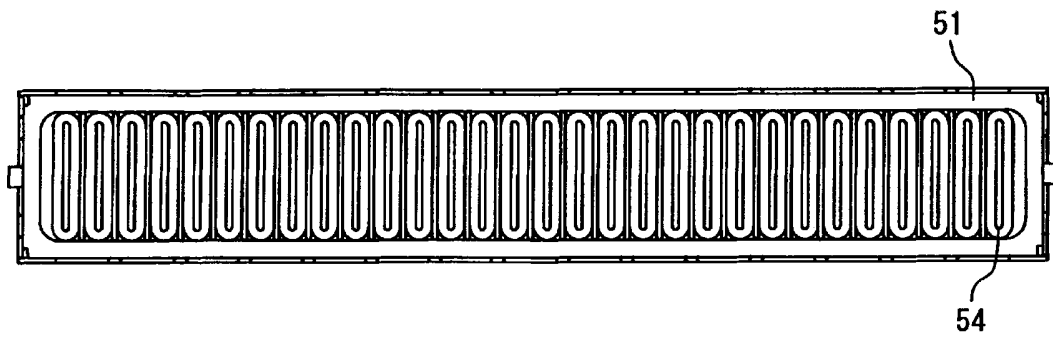


FIG.5

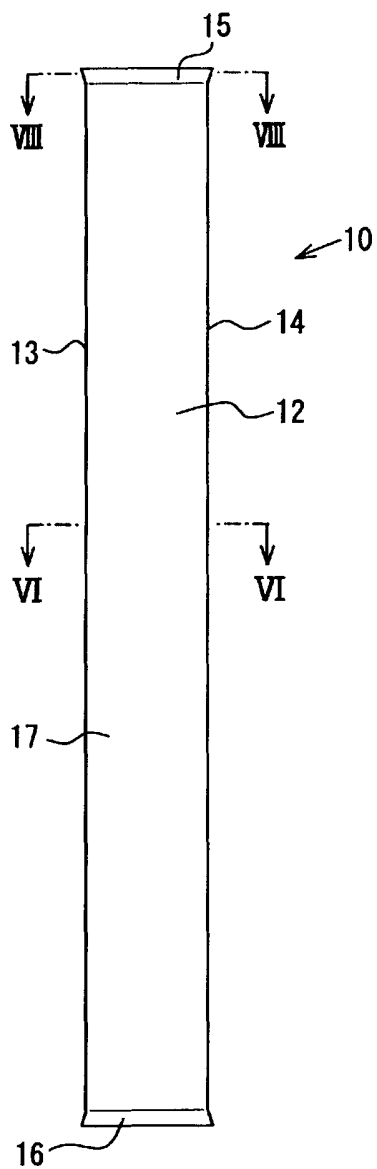


FIG.6

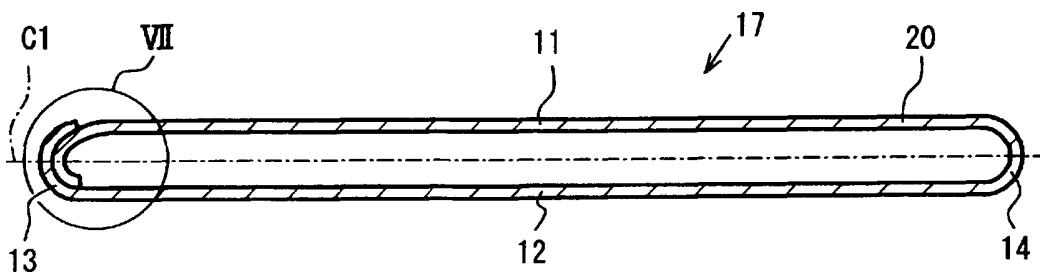


FIG. 7

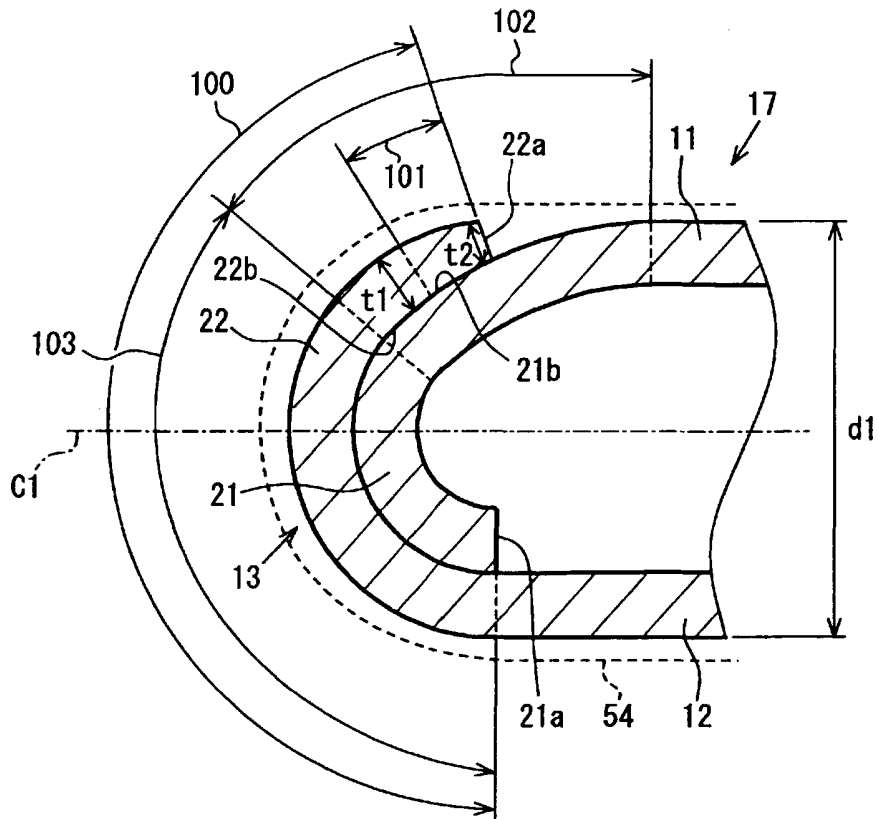


FIG. 8

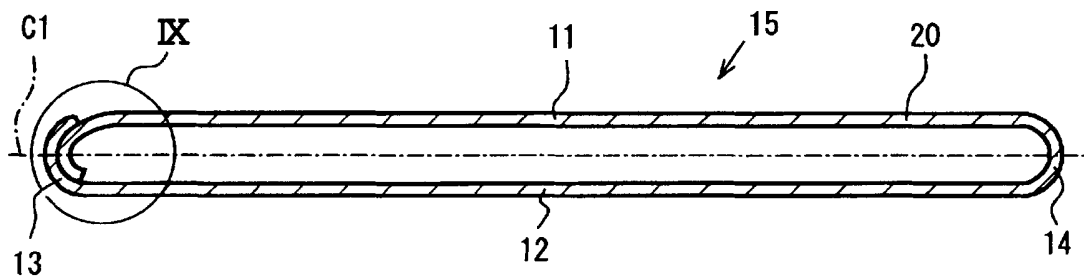


FIG.9

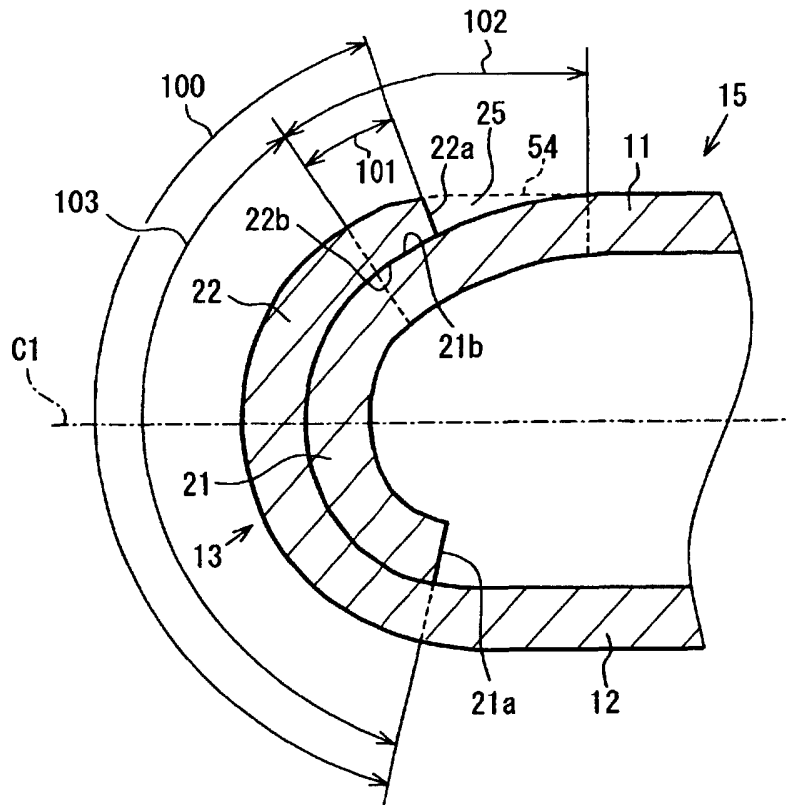


FIG.10

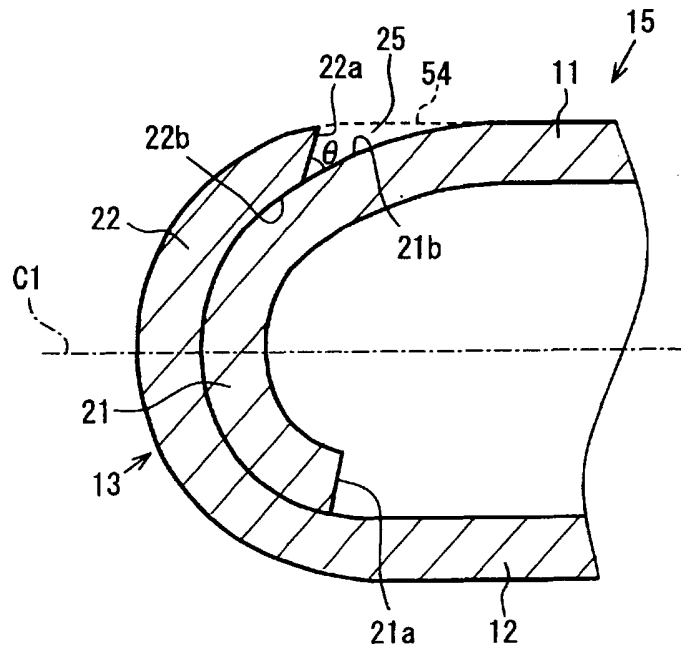


FIG.11

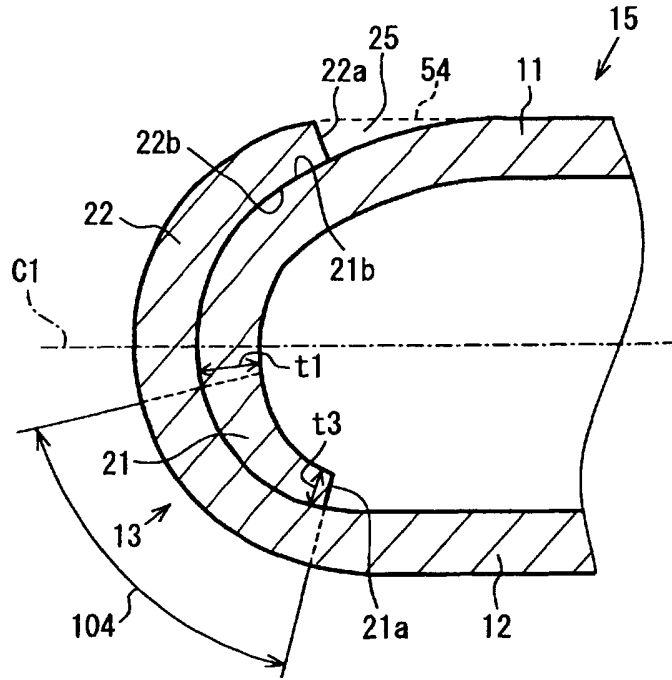


FIG.12

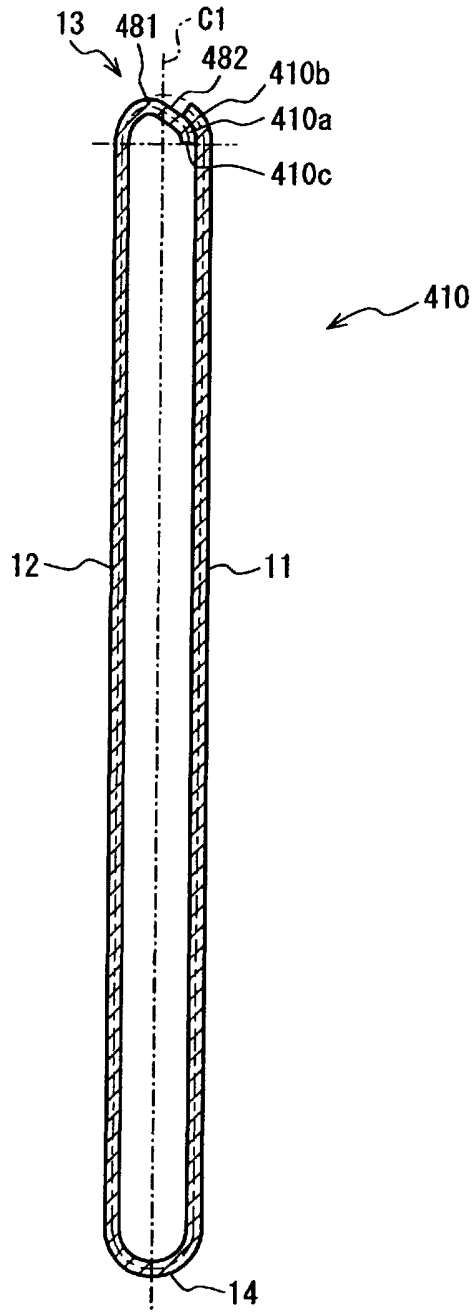


FIG.13

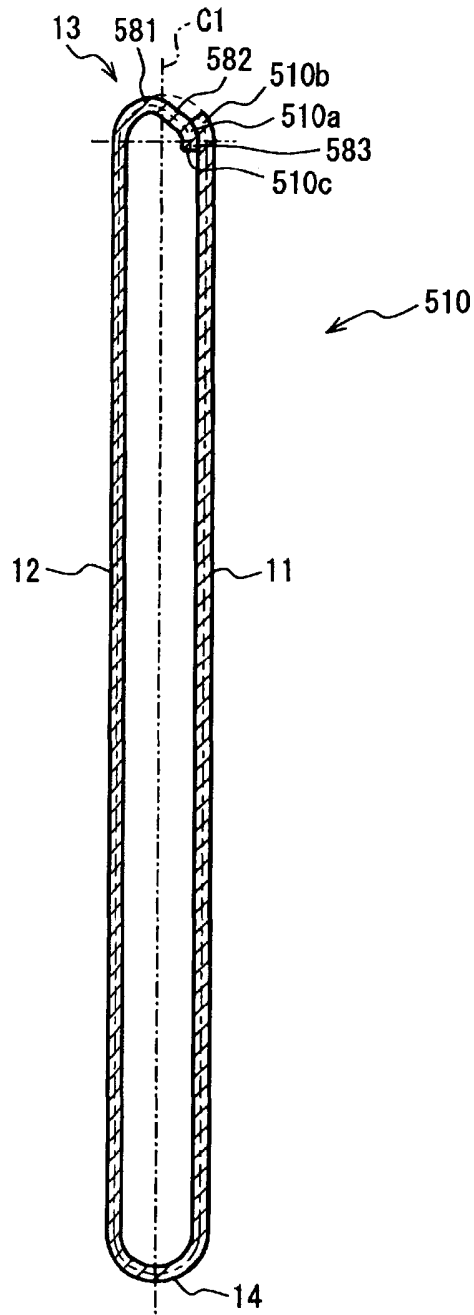


FIG.14

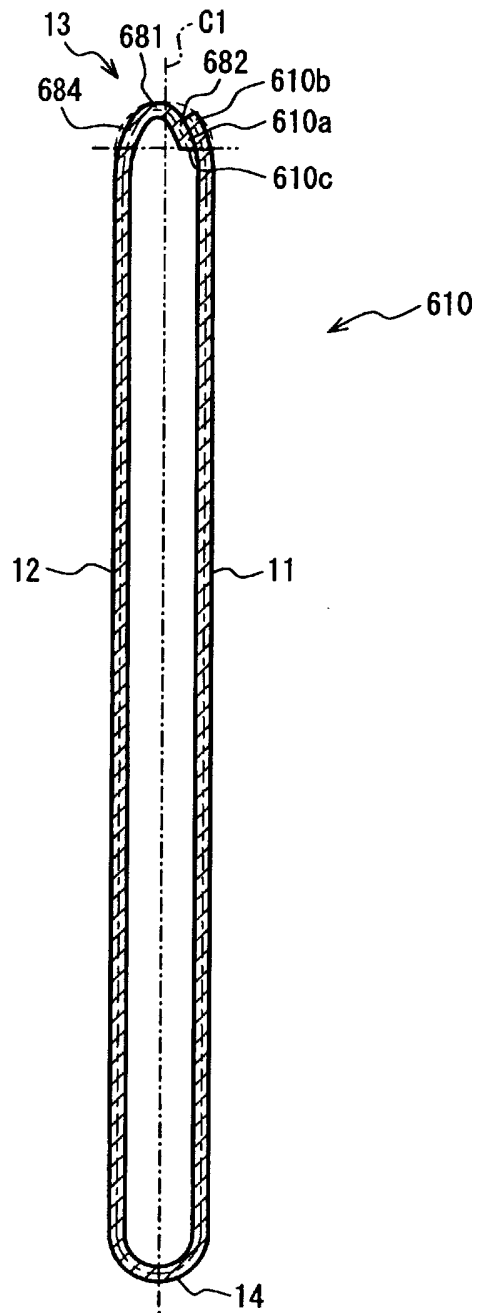


FIG.15

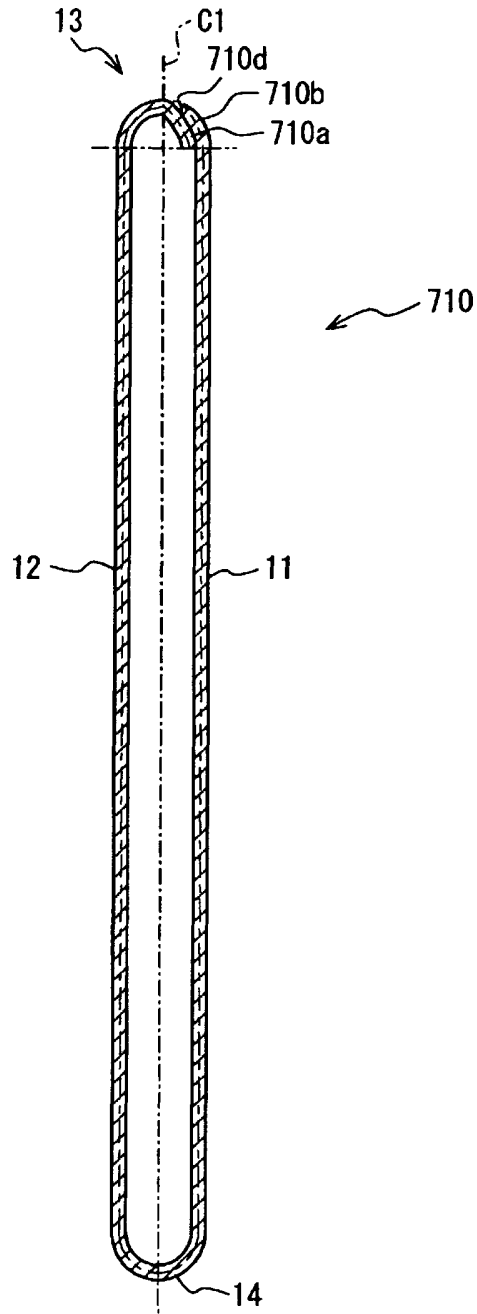


FIG.16

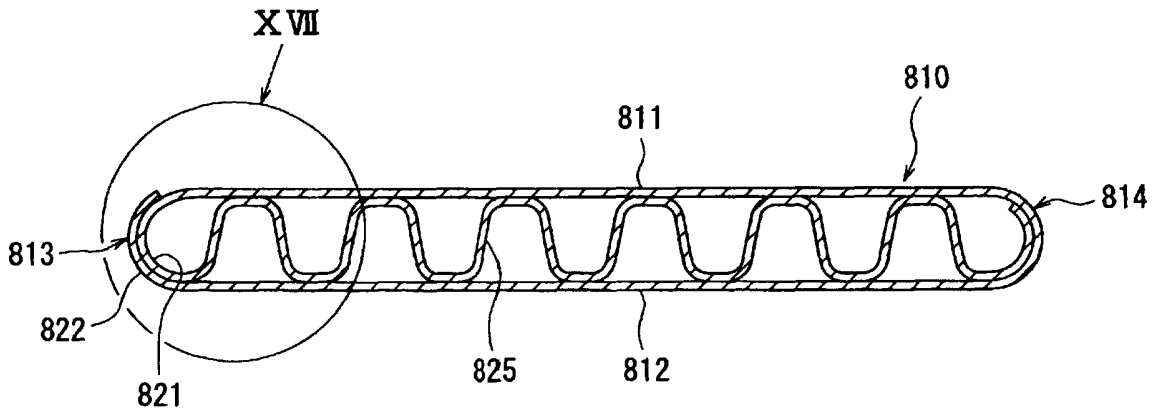


FIG.17

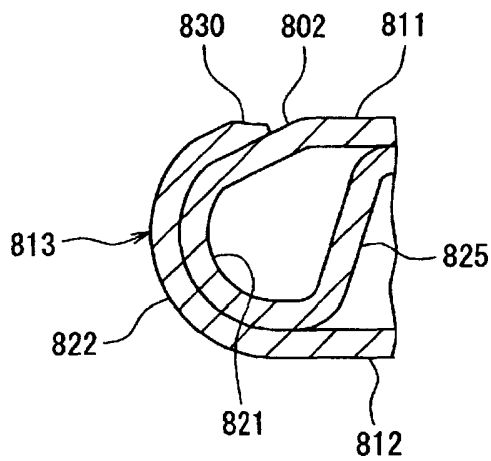
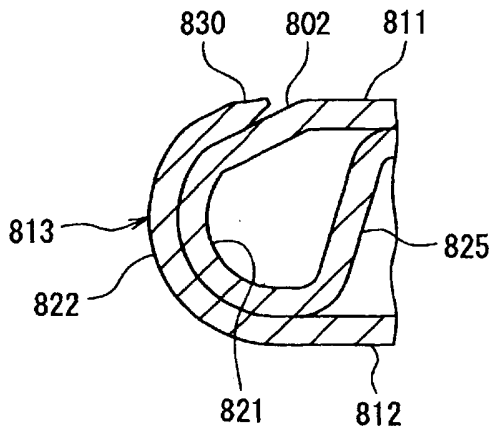
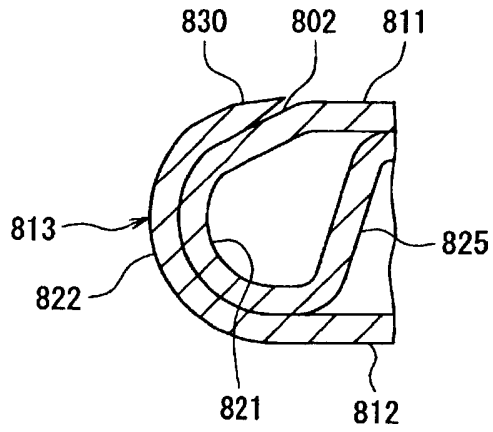


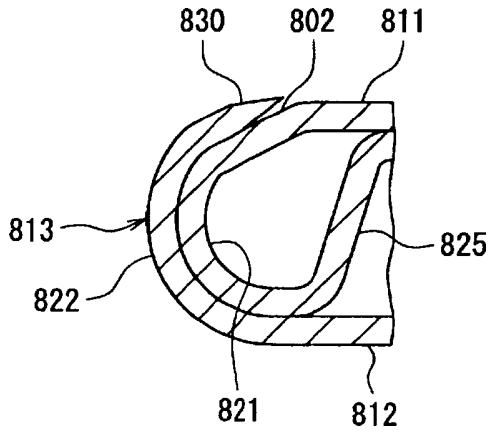
FIG.18



**FIG.19**



**FIG.20**



**FIG.21**

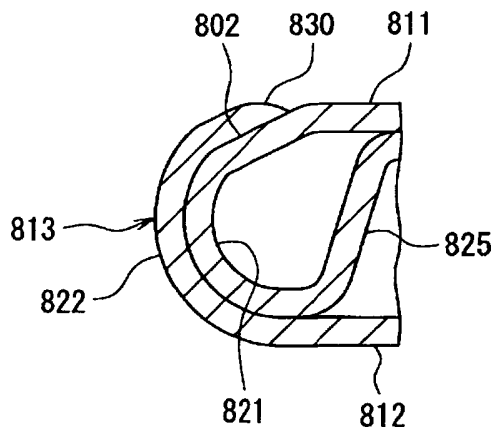


FIG.22

