

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2007.01.31	(73) Titular(es): SENER, INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A.
(30) Prioridade(s): 2006.02.01 ES 200600221	AVDA. DE ZUGAZARTE, 56, LAS ARENAS E-48930 GUECHO (VIZCAYA) ES
(43) Data de publicação do pedido: 2008.10.15	(72) Inventor(es): JESUS MARIA LATA PEREZ ES
(45) Data e BPI da concessão: 2011.12.14 048/2012	(74) Mandatário: MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **COLETOR DE PAREDE FINA COM SECÇÃO TRANSVERSAL VARIÁVEL PARA PAINÉIS DE ABSORÇÃO SOLAR**

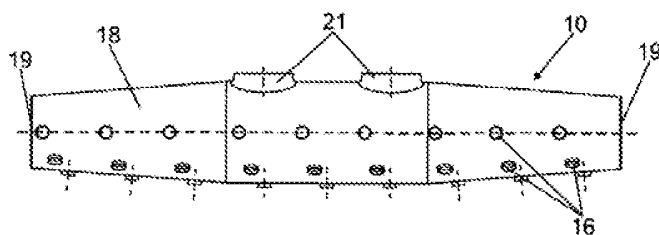
(57) Resumo:

A INVENÇÃO DIZ RESPEITO A UM COLETOR DE PAREDE FINA COM UMA SECÇÃO TRANSVERSAL PARA PAINÉIS DE ABSORÇÃO SOLAR, FEITOS NUMA SUPERLIGA DE BASE NÍQUEL E FORMADOS POR UM CORPO DE PAREDE FINA PRINCIPAL (18) E POR VÁRIAS TUBEIRAS (16,21). O COLETOR (10) ENCONTRA-SE LIGADO A UMA SÉRIE DE TUBEIRAS DE JUNÇÃO (16) ÀS QUAIS ESTÃO LIGADOS OS RESPECTIVOS TUBOS DE ABSORÇÃO SOLAR (14), E PELO MENOS UMA TUBEIRA DE ENTRADA OU DE SAÍDA (21) NA QUAL SE ENCONTRA LIGADO PELO MENOS UM TUBO DE ALIMENTAÇÃO. O CORPO (18) PODE TER UMA FORMA EM FUSO OU PODE SER FORMADO POR DUAS SECÇÕES TRUNCOCÓNICAS LIGADAS PELA BASE MAIS LARGA, E PODE AINDA TER UMA SECÇÃO CILÍNDRICA CENTRAL À ALTURA DAS TUBEIRAS DE ENTRADA OU SAÍDA (21). É APLICÁVEL NA RECOLHA DE FLUIDOS A ALTA TEMPERATURA, ESPECIALMENTE EM PAINÉIS SOLARES.

RESUMO

"COLETOR DE PAREDE FINA COM SECÇÃO TRANSVERSAL VARIÁVEL PARA PAINÉIS DE ABSORÇÃO SOLAR"

A invenção diz respeito a um coletor de parede fina com uma secção transversal para painéis de absorção solar, feitos numa superliga de base níquel e formados por um corpo de parede fina principal (18) e por várias tubeiras (16,21). O coletor (10) encontra-se ligado a uma série de tubeiras de junção (16) às quais estão ligados os respectivos tubos de absorção solar (14), e pelo menos uma tubeira de entrada ou de saída (21) na qual se encontra ligado pelo menos um tubo de alimentação. O corpo (18) pode ter uma forma em fuso ou pode ser formado por duas secções truncocónicas ligadas pela base mais larga, e pode ainda ter uma secção cilíndrica central à altura das tubeiras de entrada ou saída (21). É aplicável na recolha de fluidos a alta temperatura, especialmente em painéis solares.



DESCRIÇÃO

"COLETOR DE PAREDE FINA COM SECÇÃO TRANSVERSAL VARIÁVEL PARA PAINÉIS DE ABSORÇÃO SOLAR"

A presente invenção diz respeito ao *design* de coletores, e mais especificamente ao *design* de coletores usados para distribuir e recolher os tubos de absorção solar de um painel de absorção solar pertencente a um recetor central solar, tipicamente de sais fundidos, mas que pode usar outro fluido de transferência de alta temperatura.

Estado da técnica

Coletores cilíndricos de parede fina com uma secção transversal constante à qual se encontram ligados tubos de absorção solares através de casquilhos e tubeiras maquinados que são subsequentemente soldados aos coletores cilíndricos têm sido utilizados antes em painéis recetores de sais fundidos de tubos de absorção solar. As tubeiras têm sido algumas vezes extrudidas diretamente a partir do coletor cilíndrico. Estas realizações podem ser observadas na patente norte-americana US 6,736,134 B2 ou na sua versão PCT WO 03/021159 A2.

Algumas das construções deste tipo sujeitam as áreas de junção para juntar o corpo do coletor aos tubos de absorção solares a elevadas tensões térmicas, especialmente nas zonas laterais do coletor, com um baixo fluxo de sal. Estas tensões térmicas são causadas por alterações de temperatura rápidas nos sais fundidos que fluem através do coletor devido à passagem de nuvens sobre o campo de heliostatos da central solar. Estas tensões causadas por alterações de temperatura súbitas podem ser reduzidas pela colocação de mangas ou outras proteções térmicas nas tubeiras de junção

para juntar os tubos de absorção solares ao coletor. Contudo, estas proteções têm geometrias difíceis de fabricar e de montar, o que aumenta a dificuldade de produção e inspeção e torna estes processos dispendiosos. A vida útil da instalação é extremamente curta sem estas proteções.

Por outro lado, este coletor cilíndrico requer uma área de fluido transversal mínima para efeitos de uniformidade, distribuindo o fluxo de sais ou fluido de transferência através de todos os tubos de absorção solares ligados ao coletor, com uma perda de pressão mínima. Contudo, é sabido que o fluxo de sais ou fluido de transferência não é uniforme ao longo do coletor e esta distribuição de fluxo variável dependerá da configuração das ligações ao coletor tanto do tubo como dos tubos que o alimentam e da configuração dos tubos de absorção solares que distribuem os sais ou o fluido de transferência:

Em coletores cilíndricos com uma secção transversal constante e que são basicamente alimentados na sua parte central, as velocidades do fluido de transferência são muito reduzidas nas áreas laterais, já que o fluido é distribuído através dos tubos de absorção solar que estão ligados à parte central do coletor, causando fortes tensões térmicas pré-transitórias nas tubeiras de junção com os tubos de absorção solares que ligam às partes laterais do coletor.

Esta configuração do coletor cilíndrico com uma secção transversal constante não otimiza, nestas partes afastadas dos tubos de alimentação para alimentação do coletor, a combinação das tensões térmicas geradas por nuvens passageiras com as cargas mecânicas que o coletor tem de

absorver enquanto contentor sob pressão, e isto causa uma necessidade no seu corpo principal de espessuras de parede maiores do que as desejadas, o que é também prejudicial para as tensões térmicas derivadas nas tubeiras de junção para ligar o coletor aos tubos de absorção solar.

Como tal, um dos principais objetivos da presente invenção é providenciar uma configuração de coletor que possa ser usada em painéis de receção solar, que resista mais eficazmente a cargas térmicas sofridas nas tubeiras de junção para ligar o coletor aos tubos de absorção solares sem necessitar de usar dispositivos de proteção térmica dispendiosos e complexos.

Um dos objetivos da presente invenção é providenciar uma configuração de coletor para utilização em painéis de receção solar, quer sejam de sais fundidos quer de qualquer outro fluido de transferência, que permita a utilização de uma parede fina no corpo principal do coletor de forma a que as tubeiras de junção para a ligação aos tubos de absorção solares correspondam melhor às espessuras finas destes tubos.

Outro dos objetivos da presente invenção é providenciar uma configuração de coletor para utilização em painéis de receção solar, quer sejam de sais fundidos quer sejam de qualquer outro fluido de transferência que permita usar o mesmo conceito de coletor/tubeira de junção de tubo de absorção solar para todos os tubos a ele ligados, ambos localizados em áreas do coletor com elevado fluxo de sais ou fluido de transferência e nas áreas com fluxo reduzido, com as consequentes vantagens de produção e custo.

Descrição da invenção

Os objetivos mencionados e outros são providenciados por um coletor de parede fina que frequentemente tem um diâmetro máximo pequeno e uma secção transversal variável.

Tem de ser selecionado um material a partir de materiais possíveis que podem ser usados para produzir o coletor e os tubos de absorção solares que tenha boas propriedades a elevadas temperaturas, acima de 600°C, isto é, uma resistência mecânica elevada, uma boa resistência à fadiga térmica, uma boa resistência à fluência, uma boa resistência à corrosão sob tensão a temperaturas elevadas contra sais de nitrato ou contra o fluido de transferência usado, um baixo coeficiente de expansão térmica, de forma a que as tensões derivadas de deformações térmicas sejam reduzidas, a que possa ser soldado, a que possa ser modelado e que seja usado normalmente. Neste sentido, as superligas de base níquel, tal como a Inconel 625 ou semelhantes, são boas candidatas.

A montagem do coletor integra tubeiras de junção extrudidas ou maquinadas e mais tarde soldadas, todas de preferência feitas numa superliga de base níquel, para a distribuição e recolha de sais fundidos, ou do fluido de transferência em questão, através dos tubos de absorção solares. O coletor também integra pelo menos uma tubeira de entrada ou de saída que liga o corpo do coletor a pelo menos um tubo de alimentação. O corpo do coletor não será cilíndrico com uma secção transversal constante, mas sim terá uma secção transversal variável, sendo maior na secção de junção para unir o tubo ou secções de tubo para ligar os tubos de alimentação e diminuindo à medida que a secção do coletor se afasta do tubo ou tubos de alimentação.

Uma função importante do coletor é providenciar uma distribuição uniforme do fluxo de sais ou fluido de transferência aos tubos de absorção solares, com perdas de pressão mínimas. Para esse efeito, é vantajoso que a área de fluxo do tubo que alimenta o coletor seja pelo menos igual à soma das áreas de fluxo dos tubos de absorção solares ligados ao coletor. Se em vez de um tubo de alimentação para alimentar o coletor for usado mais do que um, é a soma das áreas de fluxo dos tubos de alimentação que tem de ser pelo menos igual à soma de áreas de fluxo dos tubos de absorção solares ligados ao coletor.

A secção transversal máxima do corpo do coletor, que será localizado na área de junção para ligar o tubo que o alimenta, tem de ser pelo menos igual a 1,5 vezes a soma das áreas de fluxo dos tubos de absorção solares ligados ao coletor. As restantes secções transversais do corpo do coletor irão reduzir progressivamente à medida que se afastam do tubo ou tubos de alimentação que alimentam o coletor, com uma determinada lei de variação, mas de preferência com um gradiente de variação máximo que permita incorporar todas as tubeiras de junção dos tubos de absorção solares que se ligam no coletor através de uma produção viável, e que permita juntar todos estes tubos às respectivas tubeiras por meio de soldagem orbital automática. As áreas laterais ou as extremidades do coletor são as áreas onde esta condição é mais difícil de alcançar, porque estas são as áreas que apresentam a menor área de fluxo e, como tal, são elas que definem o gradiente de variação.

Os benefícios providenciados pelo coletor com uma secção transversal variável em relação a um coletor cuja secção

transversal é constante e da mesma dimensão do que a secção máxima do coletor variável são expostos de seguida.

O coletor variável permite melhorar ainda mais a uniformidade da distribuição de fluxo nos tubos de absorção solares a ele ligados, aumenta a velocidade do fluxo de sais ou fluido de transferência nas áreas laterais do coletor graças às suas menores áreas de fluxo transversais, reduzindo assim as cargas térmicas geradas contra transitoriedades nas tubeiras de junção dos tubos com o coletor e reduz nestas áreas as tensões de pressão mecânicas em resultado da referida redução da área de fluxo transversal que evidentemente provoca menos pressão contra a mesma carga de pressão.

Decorrem várias vantagens destes benefícios, que são logicamente maiores à medida que a redução da área de fluxo transversal ao longo do coletor é maior, cujas vantagens incluem a possibilidade de definir uma espessura menor da parede, permitindo que suporte fortes tensões térmicas nas áreas do coletor com um baixo fluxo de sais ou fluido de transferência, durante a passagem de nuvens sobre o campo de heliostatos da central solar no qual o coletor é usado.

Outra vantagem da presente invenção é a capacidade, permitida pelos seus efeitos benéficos de definir o mesmo conceito de tubeira de junção para ligar o coletor aos tubos de absorção solar para todos os tubos que se ligam com o coletor, com as óbvias vantagens que daí derivam de produção e custo e sem precisar de usar outros *designs* complicados ou dispositivos de proteção térmica complexa e dispendiosa para as tubeiras localizadas nas áreas do coletor com um reduzido fluxo de sais ou fluido de transferência.

Outra vantagem adicional seria a redução da espessura que seria permitida pela presente invenção nas coberturas para fechar o coletor graças ao seu diâmetro inferior.

A título de exemplo, e levando em consideração que apenas um tubo central alimenta o coletor, numa realização física da invenção, a variação da secção transversal pode ser tal que o coletor adquira uma forma de fuso. Em outra realização física da invenção, o gradiente da variação da secção será constante de forma a que o coletor compreenda duas secções cónicas truncocónicas ligadas à base maior.

Numa outra realização física da invenção, a área central do corpo do coletor que liga o tubo de alimentação é mantido cilíndrico de forma a facilitar a sua produção, para imediatamente se tornar variável na saída desta ligação:

Em todos os casos, a redução da secção transversal ao longo do coletor será o mais possível limitada por uma produção viável que permite o alojamento no coletor de todas as tubeiras de junção dos tubos de absorção solar e a ligação a estes por soldagem.

Por meio da referência da dimensão, o comprimento do coletor será aproximadamente igual ao produto do número total de tubos de absorção solares que liga a multiplicar pelo diâmetro médio desses tubos, levando em linha de conta a espessura fina desses tubos e que no painel recetor é formado pela disposição deste tubo paralelamente um ao outro e num plano no qual os raios de sol incidam.

De acordo com a definição anteriormente referida de secção transversal máxima, o diâmetro máximo do coletor terá um

valor mínimo do produto do diâmetro médio dos tubos de absorção solar multiplicado pela raiz quadrada de 1,5 vezes o número de tubos de absorção solares; e a taxa do diâmetro mínimo do coletor com o seu diâmetro máximo, que será o máximo possível, pode ser aumentada à medida que o comprimento do coletor for maior, ou, por outras palavras, à medida que o coletor se liga a um número maior de tubos de absorção solares, e, de acordo com a taxa de diâmetros, a secção maior aumenta.

Desta forma, o coletor da presente invenção é mais vantajoso, uma vez que o coletor tem de ser maior devido à necessidade de ter de se ligar a mais tubos de absorção solares e dota um corpo do coletor de uma espessura mais fina e otimizada do que coletores anteriormente desenvolvidos, facto que corresponde melhor às espessuras finas dos tubos de absorção solares a que se liga, provocando menos gradientes de temperatura e, como tal, menos tensões térmicas nas tubeiras de junção do tubo/coletor durante a passagem de nuvens induzindo fortes diferenças de temperatura nos sais ou no fluido de transferência. Isto estende-se de forma significativa à vida da montagem do coletor/tubos da presente invenção, em comparação com anteriores montagens coletor/tubos.

Esta invenção também elimina a necessidade da utilização de proteções térmicas dispendiosas e complexas nas tubeiras localizadas em áreas onde o coletor com baixo fluxo de sais ou fluido de transferência, e a necessidade de definir diferentes *designs* de tubeiras para estas áreas com fluxo reduzido em relação às tubeiras localizadas em áreas do coletor com um fluxo mais elevado, que trabalham em condições mais favoráveis.

Descrição das Figuras

Parte das características que são apresentadas, bem como outras que são características da invenção, já que são incluídas nas reivindicações, serão melhor percebidas a partir da descrição que se segue feita com referência às figuras em anexo, nas quais é apresentado uma possível realização através de um exemplo não limitativo.

Nas Figuras:

A Figura 1 mostra uma vista lateral esquemática parcialmente seccionada de um painel de absorção solar pertencente a um recetor central, com coletores de acordo com a invenção.

A Figura 2 mostra uma vista elevada de um coletor com uma secção transversal em forma de um fusão.

A Figura 3 mostra uma vista em planta do coletor da Figura 2.

A Figura 4 mostra um vista de perfil do coletor da Figura 2.

A Figura 5 mostra uma vista elevada de um coletor com uma secção transversal variável formada por truncagens cónicas.

A Figura 6 mostra uma vista elevada de um coletor com uma secção transversal variável com duas tubeiras de entrada cuja área central com uma secção transversal máxima que liga aos tubos de alimentação é uma secção cilíndrica. A referida área central cilíndrica pode também ser aplicada a um coletor com uma forma em fusão.

Descrição de uma realização

A Figura 1 mostra uma vista lateral da montagem do coletor 10 de acordo com uma realização física preferencial da presente invenção, disposta dentro de um painel de absorção solar 12. O painel de absorção solar 12 é formado por uma série de tubos de absorção solar 14 paralelos uns aos outros e unidos por meio de tubeiras de junção 16 para a ligação do corpo 18 ao coletor 10.

A montagem do coletor 10 é formada por um corpo principal 18 com uma secção transversal variável e coberturas laterais de fecho 19 que são apresentadas nas Figuras 2 a 6. Os tubos 14 são de preferência soldados topo a topo às tubeiras de junção 16.

Os sais fundidos ou o fluido de transferência em questão entram ou saem do painel de absorção solar através de tubeiras de entrada ou saída 21 unidas ao coletor 10. Os sais fundidos ou o fluido de transferência absorvem a energia térmica da radiação solar 22 rejeitada nos tubos 14 por um campo heliostato (não apresentado).

As montagens do coletor são usadas para distribuir ou recolher os sais ou fluido aquecidos para os tubos ou dos tubos de absorção solares 14. A montagem do painel é isolada por proteções térmicas 23, para melhorar a eficiência térmica da montagem, à exceção da face do painel na qual a radiação solar 22 que vem do campo heliostato incide.

As Figuras 2,3 e 4 mostram um coletor 10 com uma secção transversal variável em forma de um fuso de acordo com uma realização física preferencial da presente invenção nas suas vistas elevada, em planta e de perfil, respetivamente. As tubeiras, tanto a tubeira ou tubeiras de entrada e saída

21 e as tubeiras de junção 16 para unir aos tubos de absorção solares, serão de preferência extrudidas diretamente no corpo 18 do coletor 10 com uma secção transversal variável. No caso de serem usadas tubeiras soldadas, após estas terem sido moldadas ou maquinadas, serão inseridas nos orifícios anteriores que serão feitos no corpo 18 do coletor e serão subsequentemente soldados.

Os tubos de absorção solares 14 serão de preferência soldados topo a topo às suas respectivas tubeiras de junção 16. A fiabilidade da montagem do coletor será determinada em grande medida pelas soldas destes elementos, como tal, quanto mais o processo for automatizado, mais fiável será o coletor 10.

A redução da secção transversal ao longo do coletor 10 será a maior possível, sendo limitada por uma produção viável que permite o alojamento nas áreas laterais ou nas extremidades do corpo 18 do coletor 10, de todas as tubeiras de junção 16 dos tubos de absorção solar 14 que se ligam por meio de uma distribuição otimizada e estando também limitadas pelo processo de união por soldagem da montagem do coletor 10 aos tubos de absorção solar 14.

A Figura 5 mostra uma vista de um coletor 10 com uma secção variável de acordo com outra realização física da presente invenção. Nesta realização, o gradiente da variação da secção será constante de forma a que o coletor 10 compreenda duas secções truncocónicas que partilham uma base maior.

A Figura 6 mostra uma vista de um coletor 10 com uma secção transversal variável de acordo com outra realização física da presente invenção. Nesta, a área central do corpo 18 do

coletor 10 que une os tubos de alimentação é mantida cilíndrica para facilitar a sua produção, para imediatamente se tornar variável na saída destas ligações.

Apesar do facto de a presente invenção ter sido apresentada e explicada em relação às realizações apresentadas nas figuras, os técnicos devem compreender que podem ser feitas várias alterações na forma e detalhe das referidas realizações sem alterar a essência e âmbito da invenção reivindicada.

Lisboa, 27 de Fevereiro de 2012

REIVINDICAÇÕES

1. Coletor de parede fina com uma secção transversal variável para painéis de absorção solares, feito de uma superliga de base níquel para a distribuição e recolha de sais de nitrato fundidos ou qualquer outro fluido a alta temperatura, em que o coletor (10) é uma peça de *design* separada dos tubos de absorção solares (14) e formado por um corpo principal (18), várias tubeiras de junção (16) distribuídas ao longo do corpo (18), adequadas para o unir a tubos de absorção solares (14), e pelo menos uma tubeira de entrada ou saída (21) adequada para ligar o corpo principal (18) a pelo menos um tubo de alimentação, **caracterizado por** o corpo principal (18) ter uma secção transversal variável, decrescendo continuamente de uma área central com uma secção transversal máxima até chegar às secções de extremidade do corpo principal (18), sendo o eixo de pelo menos uma tubeira de entrada ou saída (21) localizado na referida área central.

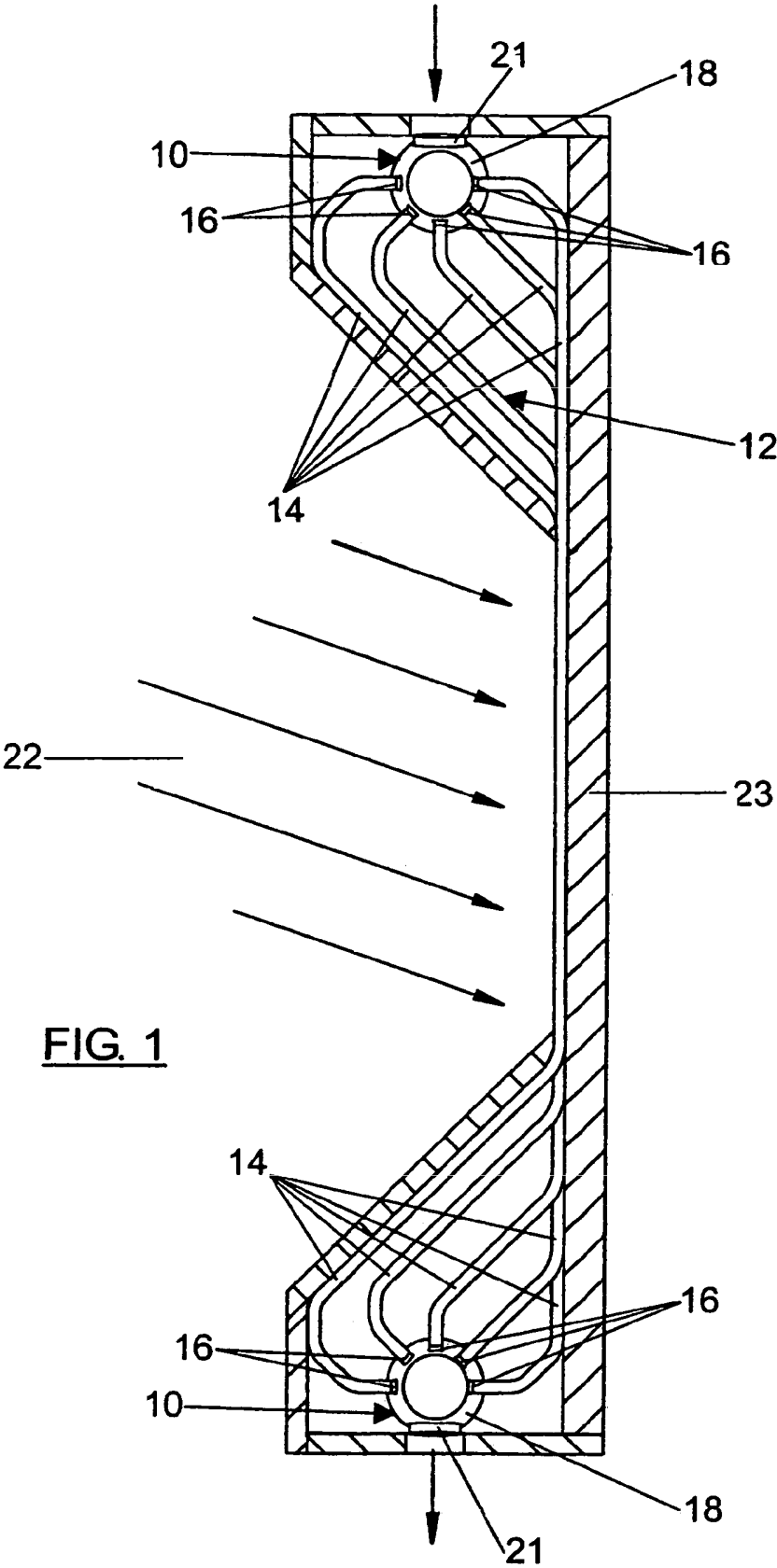
2. Um coletor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o corpo principal (18) do coletor (10) adotar uma forma de fuso.

3. Um coletor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o corpo principal (18) do coletor (10) adotar a forma de dois elementos truncocónicos opostos pela base maior.

4. Um coletor de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado por** a área central com uma secção transversal máxima do corpo principal (18) do coletor (10) consistir de uma secção cilíndrica.

5. Um coletor de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado por** a área central com uma secção transversal máxima do corpo principal (18) do coletor (10) ser definida por um plano perpendicular ao eixo do referido corpo principal.

Lisboa, 27 de Fevereiro de 2012



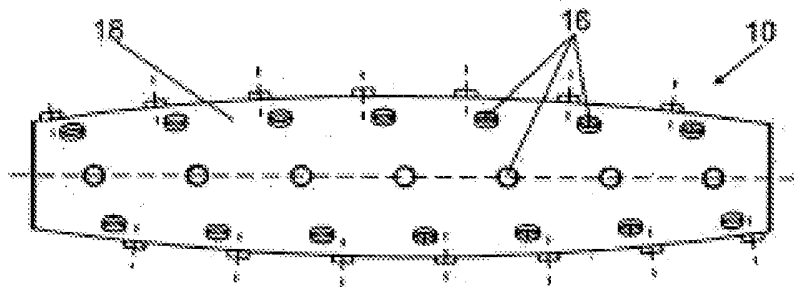


FIG. 2

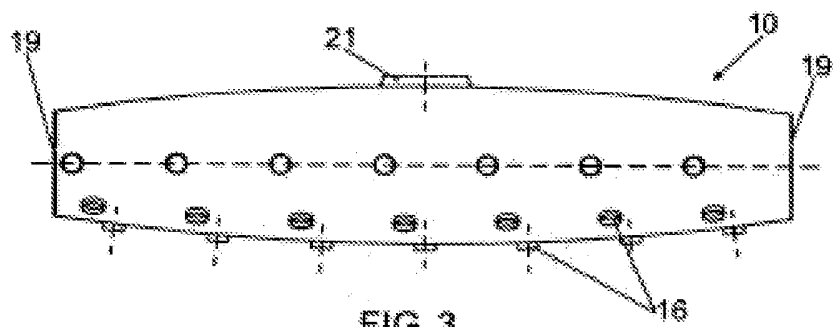


FIG. 3

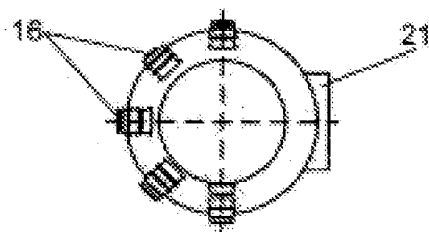


FIG. 4

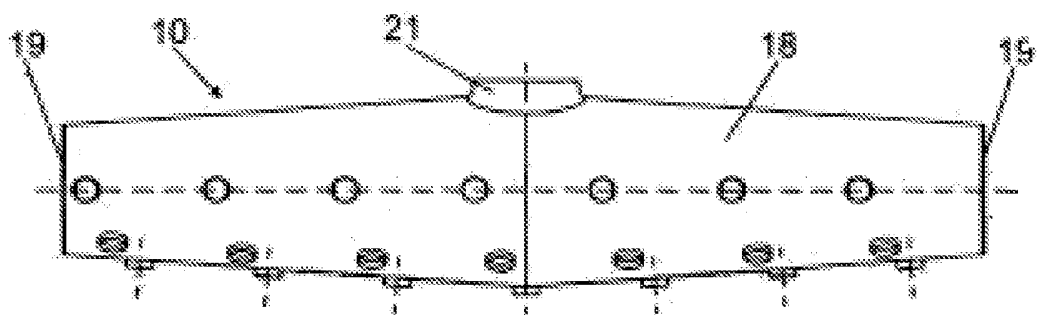


FIG. 5

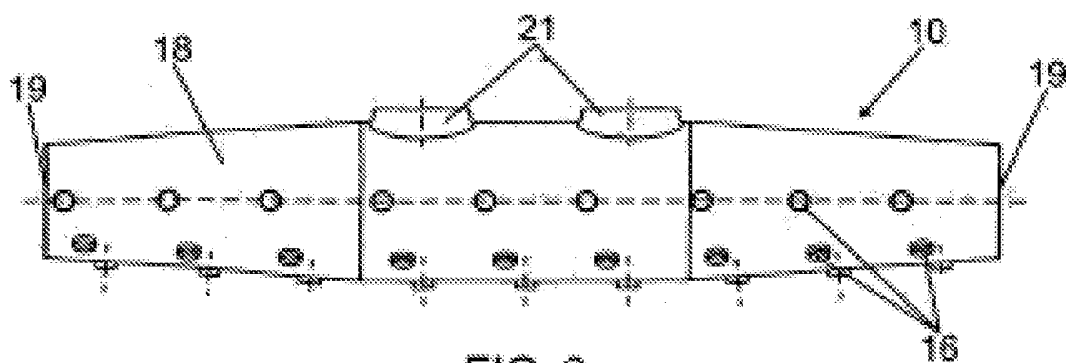


FIG. 6