



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

(11) PI 0919463-0 B1

(22) Data do Depósito: 23/09/2009

(45) Data de Concessão: 01/06/2021



* B R P I 0 9 1 9 4 6 3 B 1 *

(54) Título: PAINEL SOLAR TÉRMICO A VÁCUO DE LADO DUPLO

(51) Int.Cl.: F24J 2/05; F24J 2/26.

(30) Prioridade Unionista: 26/09/2008 IT MI2008 A 001716.

(73) Titular(es): TVP SOLAR S.A..

(72) Inventor(es): VITTORIO PALMIERI.

(86) Pedido PCT: PCT IB2009006944 de 23/09/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/035116 de 01/04/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/03/2011

(57) Resumo: PAINEL TÉRMICO SOLAR A VÁCUO COM ANTEPARO RADIATIVO. A presente invenção refere-se a um painel solar térmico a vácuo de suportar lado duplo compreendendo um envelope estanque ao vácuo (30) capaz de suportar a pressão atmosférica quando evacuado, o dito envelope (30) compreendendo uma primeira e uma segunda placas de vidro (1,2) transparentes para a radiação solar e viradas uma para a outra, uma estrutura perimétrica (3) definindo a superfície lateral do dito envelope (30), o dito painel solar compreendendo pelo primeiro absorvedor de calor (11), um segundo absorvedor de calor (12), um cano (13) que entra e sai do dito envelope (30) passando no meio dos ditos primeiro e segundo absorventes de calor (11,12) e um elemento semelhante a uma caixa (10) que circunda a superfície externa do cano (13).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PAINEL SOLAR TÉRMICO A VÁCUO DE LADO DUPLO"**.

[0001] A presente invenção refere-se a um painel solar térmico a vácuo de lado duplo de acordo com a introdução para a reivindicação principal.

[0002] Painéis solares térmicos a vácuo de lado duplo são realizados para absorver a radiação solar de duas superfícies ativas, qualquer uma recebendo a luz solar diretamente ou refletida por um espelho. Esses são conhecidos, por exemplo, de EP0387843, DE 103 06 532, DE 203 19 299 U1, EP 1 342 964, DE 202 20 874.

[0003] EP0387843 refere-se aos painéis solares que compreendem um envelope estanque ao vácuo formado de duas placas de vidro transparentes para radiação solar. Dentro do envelope, um ou mais absorvedores de calor são colocados para absorver a radiação solar convertendo-a em energia térmica. O absorvedor de calor é geralmente uma folha de metal retangular de cobre, alumínio ou outro metal de alto coeficiente de condução de calor e baixo coeficiente de emissão de infravermelho, coberta com uma cobertura de absorção seletiva altamente absorvente à radiação visível, porém transparente à radiação do infravermelho (por exemplo, cromo ou óxido de níquel). Um cano através do qual um fluido termovetor passa, geralmente água, entra e sai do envelope ficando em bom contato com os ditos absorvedores de calor, geralmente por uma solda feita ao longo de uma geratriz da sua superfície externa. Essa solda é tipicamente feita por laser ou ultrassom a fim de minimizar a deformação da folha de metal e danos à sua cobertura. A energia térmica coletada pelo absorvedor de calor é transmitida via a dita solda para o cano por condução, portanto aquecendo o fluido que passa através dele.

[0004] Ambos os lados dos painéis solares de lado duplo recebem

a radiação solar. Por essa razão, a fim de maximizar o desempenho, a dita cobertura de absorção seletiva é também colocada na superfície externa do cano, em contato com um lado do absorvedor de calor. O dito cano também normalmente sendo feito de cobre para atingir boa emissividade do infravermelho.

[0005] Bombas absorvedoras são também posicionadas nos painéis a vácuo, para absorver por um efeito químico quaisquer resíduos de gás ainda presentes no envelope depois que ele foi evacuado, a fim de manter um nível de vácuo adequado por todo o período de operação do painel. Essas bombas absorvedoras normalmente consistem em elementos maciços localizados dentro do envelope a vácuo ou de coberturas de película fina formadas pela evaporação sob vácuo de um absorvedor luminoso em uma superfície interna do dito envelope. Entretanto, elas podem também ser formadas vantajosamente como coberturas de película fina colocadas na superfície dos absorvedores de calor sob a cobertura de absorção seletiva como descrito em EP1706678.

[0006] Um problema dos painéis solares a vácuo de lado duplo atuais é que dispor uma película absorvedora fina em uma superfície absorvedora sob a cobertura de absorção seletiva modifica negativamente as propriedades da dita cobertura, reduzindo a sua absorção de luz visível enquanto ao mesmo tempo aumentando a emissividade do infravermelho do absorvedor.

[0007] Outro problema é que o coeficiente de emissividade do infravermelho de uma superfície provida com uma cobertura de absorção seletiva depende do material constituinte da dita superfície e não da própria cobertura. Consequentemente, para limitar as perdas da energia térmica pela irradiação do cano, ele é preferivelmente feito de cobre, um material apresentando uma baixa emissividade do infravermelho, mas que aumenta consideravelmente os custos de

produção do painel, ou limita a pressão de operação máxima do fluido termovetor.

[0008] Um problema adicional é que a solda entre o cano e o absorvedor exige cuidado no posicionamento dos ditos componentes já que a área da superfície de contato é muito pequena, particularmente no caso da soldagem a laser na qual a dimensão transversal da junção da solda é muito pequena.

[0009] DE 103 06 532 mostra um painel coletor de calor solar sem vácuo compreendendo: uma estrutura semelhante a uma caixa rasa e canos incluídos nos absorvedores abertos nas suas faces laterais.

[00010] Um objetivo da presente invenção é, portanto, prover um painel solar que possibilita que as ditas desvantagens sejam superadas e no qual a dispersão térmica devido a ambas à irradiação e à condução seja limitada.

[00011] Um objetivo particular é prover um painel solar térmico a vácuo de lado duplo compreendendo uma bomba absorvedora que não altera as propriedades de absorção e reflexão para a radiação eletromagnética dos absorvedores de calor.

[00012] Um objetivo adicional é fabricar o cano de fluido termovetor em um material mais barato e mais robusto do que o cobre, enquanto ao mesmo tempo limitando as suas perdas radiativas do infravermelho.

[00013] Outro objetivo é melhorar a transferência do calor entre o absorvedor de calor e o fluido termovetor fluindo através do cano, enquanto ao mesmo tempo facilitando a sua soldagem, particularmente pela técnica do laser.

[00014] Os ditos objetivos são atingidos por um painel solar a vácuo de lado duplo, cujas características inventivas são definidas nas reivindicações.

[00015] A invenção será mais evidente a partir da descrição

detalhada resultante de uma modalidade da mesma, fornecida por meio de exemplo não limitador e ilustrada nos desenhos acompanhantes, nos quais:

a figura 1 é uma vista em perspectiva do painel solar de acordo com a invenção,

a figura 2 é uma vista em perspectiva explodida do painel solar,

a figura 3 é um corte através do painel solar de acordo com a invenção,

a figura 4 é uma vista em perspectiva de um elemento semelhante a uma caixa atravessado pelo cano de transporte do fluido termovetor,

a figura 5 é uma vista em perspectiva de uma parte do segundo absorvedor de calor com o elemento de suporte transversal e as placas de anteparo,

a figura 6 é um corte através do painel solar no elemento de suporte transversal.

[00016] A figura 1 mostra uma vista em perspectiva do painel solar térmico a vácuo de lado duplo. Esse painel solar compreende um envelope estanque ao vácuo 30 capaz de suportar a pressão atmosférica quando evacuado, compreendendo uma primeira e uma segunda placas de vidro mutuamente confrontantes 1,2 transparentes para a radiação solar. A primeira e a segunda placas de vidro definem as duas superfícies ativas do painel solar. Painéis de lado único apresentam uma única placa de vidro, enquanto uma segunda placa virada para a primeira pode ser feita de metal. Painéis de lado duplo apresentam duas placas de vidro confrontantes para aumentar a produção da energia térmica, e na qual a segunda placa de vidro é atravessada pela radiação solar refletida por um espelho.

[00017] Como pode também ser observado a partir da vista

explodida da figura 2, o envelope estanque ao vácuo 30 é delimitado lateralmente por uma estrutura de metal perimétrica 3. A estrutura perimétrica 3 é unida nas placas de vidro 1,2 por uma cinta de metal flexível 4,5 unida na estrutura perimétrica 3 por soldagem, solda forte ou solda e nas placas de vidro 1,2 por uma vedação de vidro-metal do tipo de volume, na qual a borda da cinta de metal é embutida no vidro de acordo com a patente MI2008A 001245.

[00018] Os primeiros absorvedores de calor 11 são colocados dentro do envelope 30 para confrontar a primeira placa de vidro 1, tal como para receber e absorver a radiação solar que, por meio da primeira placa de vidro 1, entra no envelope 30 diretamente. Os segundos absorvedores de calor 12 são colocados novamente dentro do dito envelope 30, porém virados para a segunda placa de vidro 2, tal como para receber e absorver a radiação solar que entra no envelope 30 por meio da segunda placa de vidro 2. Esses absorvedores de calor 11, 12 são folhas de metal retangulares com sua superfície paralela às placas de vidro 1,2. Uma cobertura seletiva, muito absorvente para a luz visível, porém transparente para o infravermelho, é colocada nessas superfícies dos ditos absorvedores de calor 11,12 virados para as placas de vidro 1,2.

[00019] Esses absorvedores de calor 11,12 são preferivelmente feitos de cobre coberto com uma cobertura de absorção seletiva, já que o cobre apresenta uma alta condutividade térmica e um baixo coeficiente de emissão do infravermelho. Na realidade, a emissão do infravermelho por uma cobertura de absorção seletiva depende do metal constituinte da superfície, dado que a cobertura de absorção seletiva é transparente à radiação do infravermelho. Uma cobertura transparente para a luz visível e refletiva para o infravermelho é também disposta nessa superfície das placas de vidro 1,2 viradas para os absorvedores de calor 11,12 dentro do envelope 30. Dessa

maneira, a radiação visível que se origina do sol passa através das placas de vidro com baixa atenuação, para alcançar as superfícies dos absorvedores de calor 11,12 onde ela é absorvida e transformada em energia térmica por meio disso, enquanto ao mesmo tempo a irradiação do infravermelho dos absorvedores de calor, já muito limitada pelo fato que esses absorvedores são feitos de cobre e são cobertos por uma cobertura seletiva transparente ao infravermelho, é amplamente refletida pela cobertura colocada na superfície das placas de vidro 1,2 internas ao envelope que é transparente à luz visível, porém refletivo para o infravermelho, então ainda reduzindo as perdas para o exterior.

[00020] Um lado da estrutura perimétrica é provido com dois orifícios de saída 20, providos tal como para possibilitar que um cano 13 entre e saia do envelope estanque ao vácuo 30 com mínimas perdas de transferência do calor devido à condução, e um orifício de bombeamento 19 para evacuar o dito envelope 30. O cano 13 entra e sai do dito envelope 30 passando entre os ditos primeiro e segundo absorvedores de calor 11,12 e serve para transportar o fluido termovetor, geralmente água, que tem que ser aquecido na passagem através do envelope 30 do painel solar. A superfície externa do cano 13 fica em contato com o primeiro e o segundo absorvedores de calor 11,12, que são geralmente soldados ao longo de duas geratrizes opostas da superfície externa do cano 13, de modo a criar um bom contato térmico entre os absorvedores de calor 11,12 e o cano 13, para fácil transferência da energia térmica pela condução dos absorvedores 11, 12 para o cano 13 e para o fluido que flui através dele. Para aumentar a superfície de contato enquanto ao mesmo tempo facilitando a soldagem e melhorando a condutividade térmica entre os absorvedores de calor 11,12 e o cano 13, o cano 13 pode ser vantajosamente em forma achatada no seu centro, para formar uma

superfície de contato plana 21,22, com cada um dos absorvedores de calor 11, 12 (figura 3). Essa superfície de contato plana 21, 22 permite soldagem mais fácil entre o cano 13 e os absorvedores de calor 11 e 12. Ela também permite melhor transmissão de calor entre os absorvedores de calor 11,12 e o cano 13.

[00021] Para limitar as dispersões pela irradiação entre o cano 13 e a estrutura perimétrica 3, que está em uma temperatura menor, o painel solar compreende elementos semelhantes a uma caixa 10 que circundam a superfície externa do cano 13, para formar um anteparo radiativo para a radiação do infravermelho que o deixa. O cano 13, que geralmente depois de entrar no envelope 30 é curvado para formar uma serpentina, entra e sai dos ditos elementos semelhantes a uma caixa 10. Dessa maneira o cano 13, pela passagem dentro dos elementos semelhantes a uma caixa 10 que filtram a sua emissão radiativa, pode ser feito de materiais diferentes do cobre, tal como alumínio, que é decididamente mais barato, mesmo se tendo um coeficiente de emissão do infravermelho muito mais alto, em particular em alta temperatura.

[00022] Os ditos elementos semelhantes a uma caixa 10 definem um volume oticamente fechado ao redor da superfície lateral externa do cano 13 e compreendem os ditos primeiro e segundo absorvedores de calor 11,12 com suas bordas 14, 15, 16, 17 curvadas para circundar a superfície lateral externa do cano 13, e um primeiro e um segundo tampões 31, 32 para fechar oticamente as extremidades de base do elemento semelhante a uma caixa 10. Na figura 2, pode ser observado que esses tampões 31 e 32 se estendem para também resguardar lateralmente o cano 13. As bordas 14,15,16,17 dos absorvedores de calor 11,12 são curvadas para obter uma seção transversal substancialmente em "C" para cada absorvedor de calor individual 11,12 (figura 3). Dessa maneira, um primeiro e um segundo

absorvedores de calor 11,12 juntos formam a superfície lateral do elemento semelhante a uma caixa 10. As bordas 14,15,16,17 do primeiro e do segundo absorvedores de calor 11,12 são oticamente sobrepostas em relação à superfície externa do cano 13 para capturar a radiação térmica emitida lateralmente pelo dito cano 13. Uma borda de cada absorvedor de calor poderia também ser curvada para munir o absorvedor de calor com uma seção transversal em "L". Dois absorvedores de calor acoplados de seção transversal em "L" poderiam formar a superfície lateral do elemento semelhante a uma caixa. O elemento semelhante a uma caixa 10 poderia apresentar uma superfície lateral circundando o cano 13, mas ser aberto nas extremidades de base devido à ausência dos tampões 31 e 32. Isso pioraria a dispersão radiativa, mas poderia ser justificado por menores custos de produção para o painel solar. A bomba absorvedora formada pela cobertura de película fina é colocada na superfície interna do dito elemento semelhante a uma caixa 10, portanto não interferindo com as propriedades da cobertura de absorção seletiva colocada no lugar na superfície externa. Bombas absorvedoras de volume de tipos diferentes poderiam também ser inseridas no elemento semelhante a uma caixa 10, por exemplo, na forma de bolas de golfe ou faixas que são colocadas em contato com a superfície interna dos ditos elementos semelhantes a uma caixa. Finalmente, um absorvedor luminoso pode ser evaporado sobre a superfície interna do elemento semelhante a uma caixa 10 aplicando energia na forma de ondas eletromagnéticas, de modo a ser depositado na superfície interna do elemento semelhante a uma caixa 10 seguindo um comando originando do exterior. Nenhuma dessas bombas absorvedoras interfere com a absorção da radiação eletromagnética e propriedades de emissão dos absorvedores de calor 11,12 já que esses são todos colocados dentro do elemento semelhante a uma caixa 10.

[00023] O envelope 30 é suportado por uma estrutura de suporte 26 compreendendo elementos longitudinais 27 e um elemento transversal 28. Os ditos elementos longitudinais 27 e elemento transversal 28 também servem para suportar o cano 13 que forma uma serpentina dentro do dito envelope. Vários canos paralelos poderiam também entrar e sair do envelope 30 sem formar uma serpentina, em cujo caso vários orifícios de saída 20 estariam presentes.

[00024] As figuras 5 e 6 mostram que os absorvedores de calor 11 e 12 apresentam furos 18 através dos quais os suportes 24 para o cano 13 passam sem contatar os absorvedores 11 e 12 e que peças de travamento 33 são fixadas por parafusos nas extremidades desses suportes 24. Esses furos 18 são fechados por placas de cobre 23 fixadas nos suportes 24 do cano 13, para filtrar a radiação do infravermelho que deixa o interior dos elementos semelhantes a uma caixa 10 através dos ditos furos 18. A ausência dessas placas 23 pioraria a eficiência do painel solar em geral, já que os furos 18, embora pequenos, têm a emissividade de um corpo preto, igual a aproximadamente vinte vezes essa de uma boa cobertura seletiva colocada em uma superfície de cobre.

[00025] Durante a operação, o painel solar da invenção recebe a radiação solar, que passa através das placas de vidro 1 e 2, é absorvida pela superfície dos absorvedores de calor 11, 12 cobertos pela cobertura seletiva e é transformada em energia térmica. Essa energia térmica é transferida para o cano 13 principalmente pela condução e depois para o fluido termovetor dentro do cano 13 pela convecção. As perdas de convecção dos absorvedores e cano para as paredes externas do envelope 30 são suprimidas pelo vácuo formado no envelope 30, enquanto as perdas de irradiação do cano 13 são fortemente limitadas pelos elementos semelhantes a uma caixa 10 que circundam as várias porções da serpentina formada pelo cano 13 para

agir como anteparos radiativos para ele. O elevado vácuo dentro do envelope 30 é mantido no tempo pela bomba absorvedora colocada dentro do elemento semelhante a uma caixa 10.

[00026] Uma das vantagens do painel solar de acordo com a invenção é que a bomba absorvedora colocada dentro do elemento semelhante a uma caixa não altera as propriedades de emissão do infravermelho dos absorvedores de calor, assim possibilitando que a cobertura de absorção seletiva seja usada efetivamente para otimizar a absorção da radiação solar.

[00027] Outra vantagem é que as perdas de radiação do cano são fortemente limitadas pela presença dos elementos semelhantes a uma caixa que o circunda para formar um anteparo de radiação para o mesmo. Isso possibilita que o cano 13 usado para transportar o fluido termovetor seja feito de um material mais barato do que cobre, por exemplo, alumínio, enquanto ainda limitando as perdas de radiação.

[00028] As superfícies de contato planas 21,22 do cano 13 possibilitam que a superfície de contato entre o cano 12 e os absorvedores de calor 11,12 seja aumentada, assim melhorando a transferência de calor para o fluido termovetor fluindo através do cano e ao mesmo tempo facilitando a sua soldagem pela técnica do laser.

[00029] Outra vantagem é que o elemento semelhante a uma caixa pode ser produzido de maneira fácil e econômica pela curvatura das bordas dos absorvedores de calor para formar uma forma de "C".

REIVINDICAÇÕES

1. Painel solar térmico a vácuo de lado duplo compreendendo um envelope estanque ao vácuo (30) capaz de suportar a pressão atmosférica quando evacuado, o dito envelope (30) compreendendo uma primeira e uma segunda placas de vidro (1,2) transparentes para radiação solar e viradas uma para a outra para definir as duas superfícies ativas do painel solar, uma estrutura de perímetro (3) definindo a superfície lateral do dito envelope (30), o dito painel solar compreendendo pelo menos um primeiro absorvedor de calor (11) colocado dentro do dito envelope (30) e capaz de receber a radiação solar através da primeira placa de vidro (1), um segundo absorvedor de calor (12) colocado dentro do dito envelope (30) e capaz de receber a radiação solar através da segunda placa de vidro (2), um cano (13) que entra e sai do dito envelope (30) passando entre o dito primeiro e segundo absorvedores de calor (11,12) e apresentando uma superfície externa em contato com o dito primeiro e segundo absorvedores de calor (11,12), **caracterizado pelo fato de** que o dito painel solar compreende dentro do envelope (30) um elemento semelhante a uma caixa (10) circundando a superfície externa do cano (13), o dito elemento semelhante a uma caixa (10) compreendendo os ditos pelo menos um primeiro e segundo absorvedores de calor (11, 12).

2. Painel solar, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o dito elemento semelhante a uma caixa (10) apresenta uma superfície lateral compreendendo os ditos pelo menos um primeiro e pelo menos um segundo absorvedores de calor (11,12).

3. Painel solar, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o dito elemento semelhante a uma caixa (10) define um volume que é óticamente fechado ao redor de

pelo menos uma porção da superfície externa do cano (13).

4. Painel solar, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de** que o dito elemento semelhante a uma caixa (10) apresenta duas extremidades de base e compreende um primeiro e um segundo tampão (31,32) capazes de fechar oticamente as ditas extremidades de base.

5. Painel solar, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de** que os ditos pelo menos um primeiro e pelo menos um segundo absorvedores de calor (11,12) têm bordas (14,15,16,17) que são curvadas de modo a definirem uma seção transversal substancialmente em formato de C para cada absorvedor de calor (11,12).

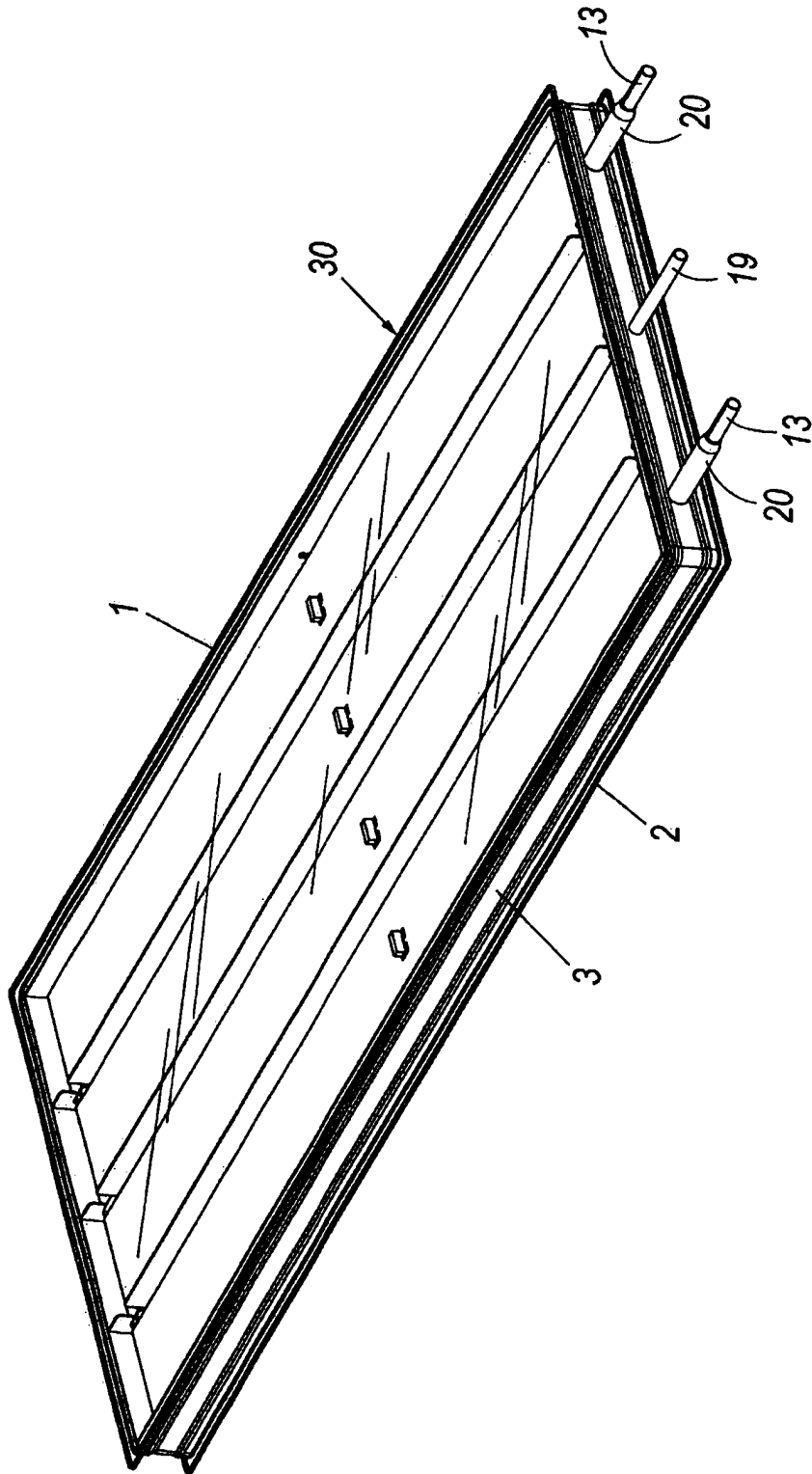
6. Painel solar, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de** que as bordas (14,15,16,17) do pelo menos um primeiro e do pelo menos um segundo absorvedor de calor (11,12) são oticamente sobrepostas com relação à superfície externa do cano (13).

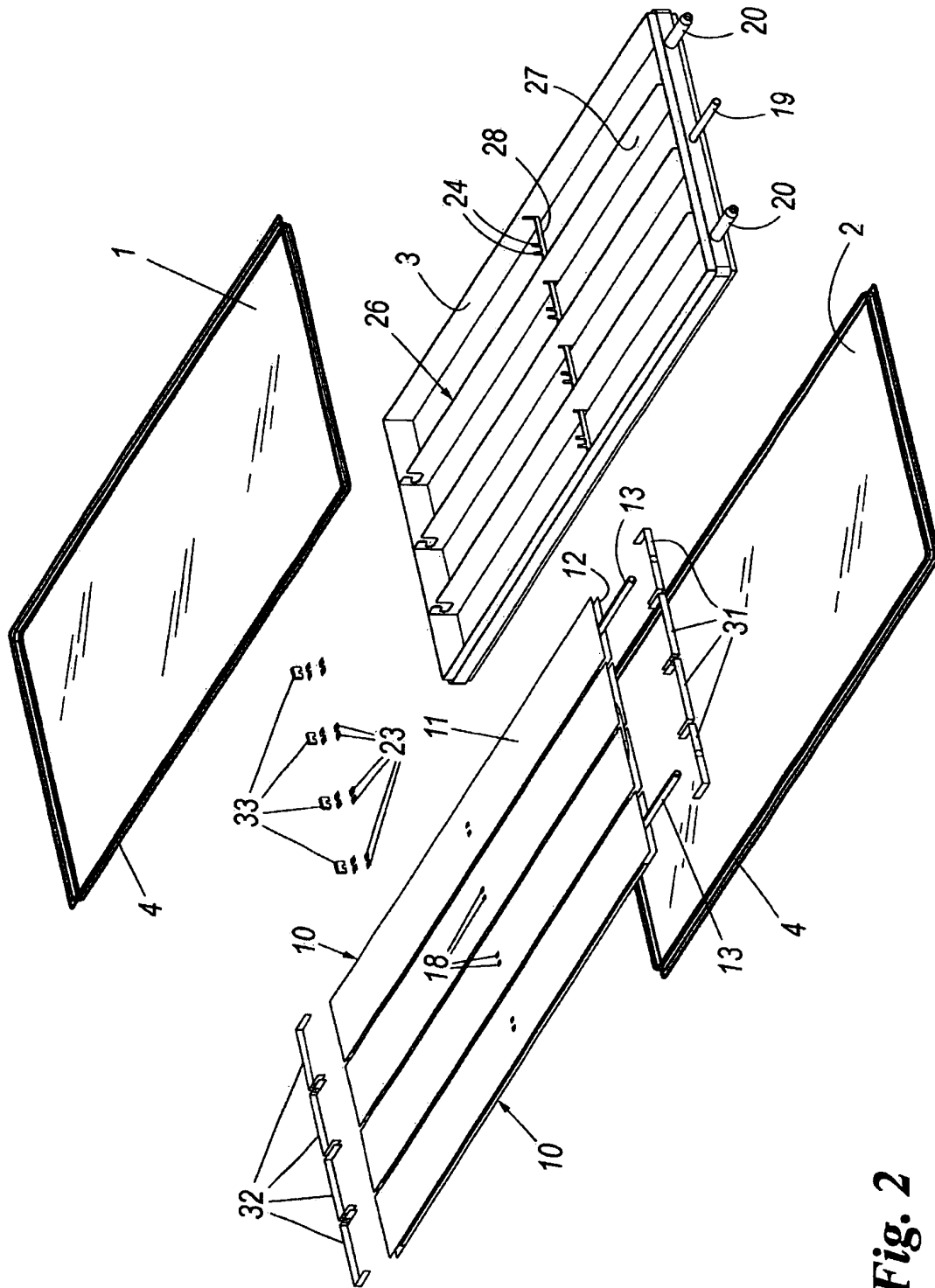
7. Painel solar, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o dito cano (13) apresenta na sua superfície externa uma superfície plana (21,22) de contato com o pelo menos um primeiro ou segundo absorvedor de calor (11,12).

8. Painel solar, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** compreender uma bomba absorvedora colocada dentro do dito elemento semelhante a uma caixa (10).

9. Painel solar, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o elemento semelhante a uma caixa (10) apresenta furos (18) para a passagem de suportes (24) adaptados para suportar o cano (13), o dito painel solar compreendendo pequenas placas (23) capazes de proteger a radiação do infravermelho que deixa os furos (18).

10. Painei solar, de acordo com a reivindicaçaõ 1, **caracterizado pelo fato de** que o dito cano (13) para transportar um fluido termovetor é construído de materiais diferentes do cobre, tal como alumínio, que são decididamente mais baratos, mesmo se tendo um coeficiente de emissão de infravermelho muito mais alto, em particular em alta temperatura.

**Fig. 1**

**Fig. 2**

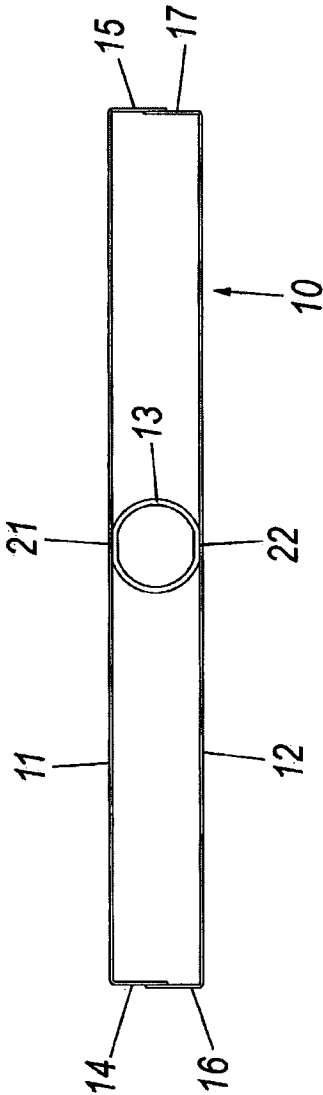


Fig. 3

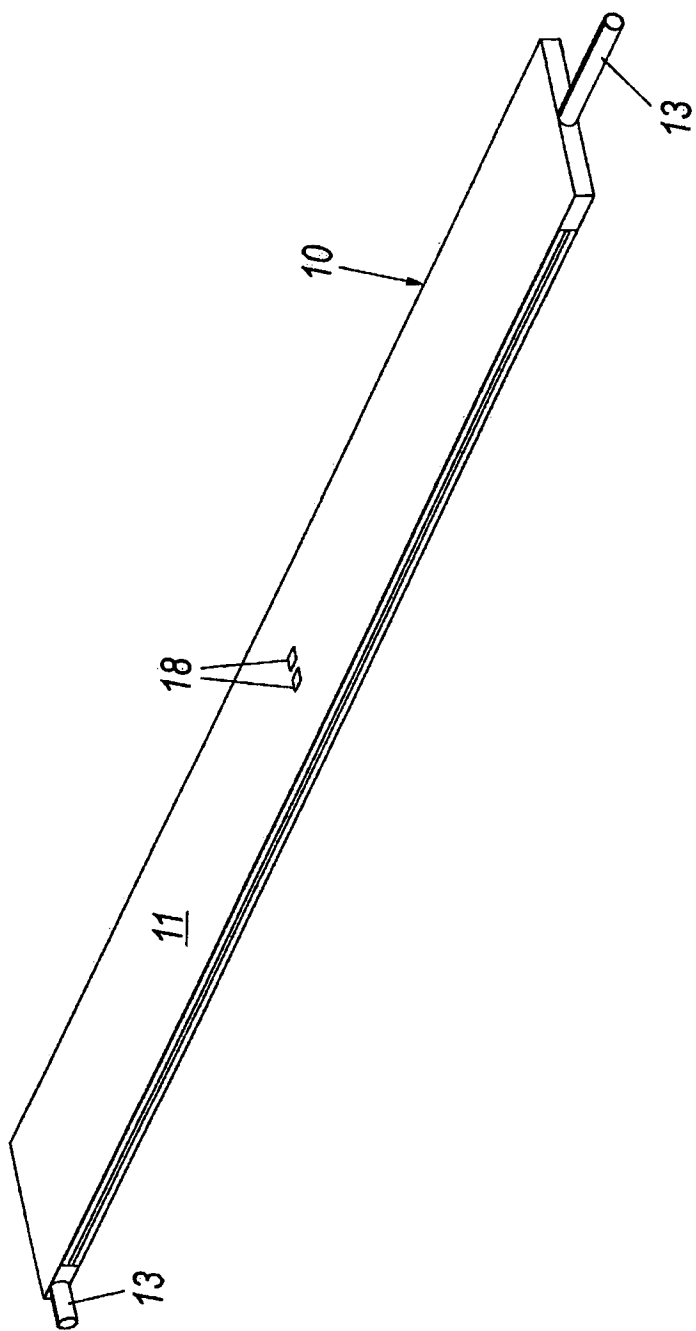


Fig. 4

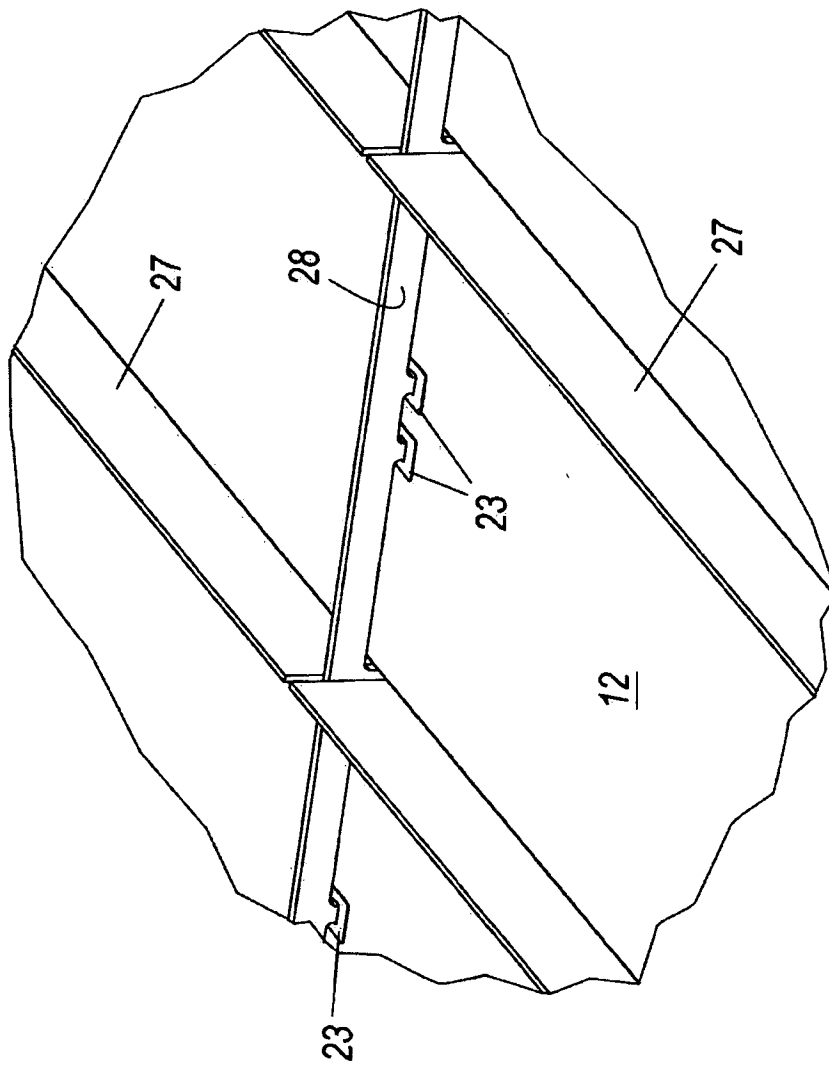
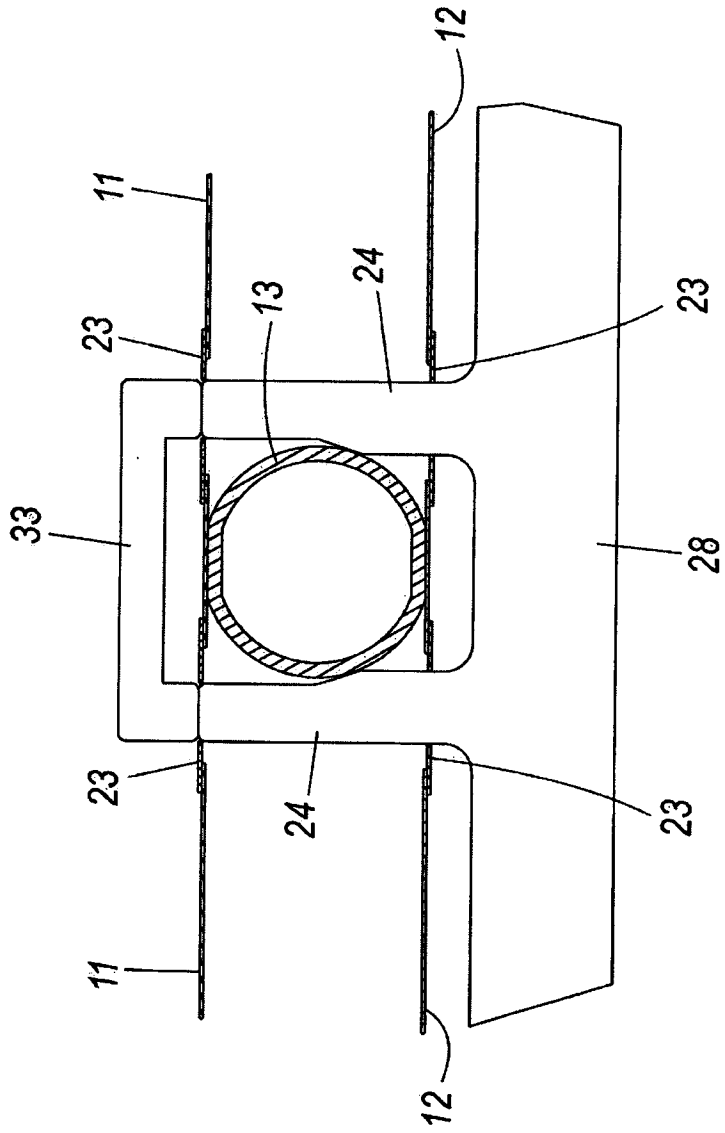


Fig. 5

**Fig. 6**