



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior
Instituto Nacional de Propriedade Industrial

(21) **PI0708239-8 A2**



(22) Data de Depósito: 22/02/2007
(43) Data da Publicação: 24/05/2011
(RPI 2107)

(51) *Int.Cl.:*
F24J 2/14 2006.01

(54) Título: **COLETOR SOLAR CONCENTRADOR**

(30) Prioridade Unionista: 24/02/2006 EP 06075432,2

(73) Titular(es): Raymond Mattioli

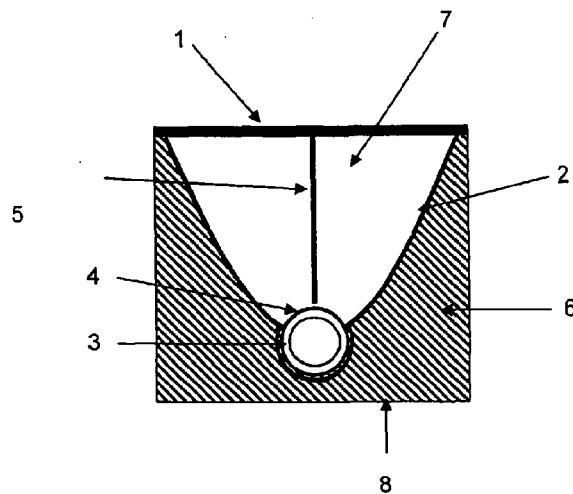
(72) Inventor(es): Raymond Mattioli

(74) Procurador(es): Matos & Associados - Advogados

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007001531 de 22/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/096162 de 30/08/2007

(57) Resumo: COLETOR SOLAR CONCENTRADOR. A invenção se refere a um coletor solar concentrador que compreende uma cobertura (1) transparente aos raios solares, um refletor cilindro-parabólico (2), um elemento de transferência de calor (3), e um transformador (5) que permite a redução das perdas de energia por emissividade, o referido transformador (5) não estando em contato com o referido elemento de transferência de calor (3).





PI0708239-8

RELATÓRIO DESCRITIVO

Pedido de Patente de Invenção para “COLETOR SOLAR CONCENTRADOR”

Campo da Invenção

5 A presente invenção se refere a um coletor solar concentrador.

Estado da Técnica

O princípio de operação geral de um coletor solar é a captura da radiação solar para transformá-la em calor ou eletricidade.

Existem dois tipos principais de coletores, os coletores de
10 “placas planas” e os coletores “concentradores”. Os coletores de placas planas transformam a radiação solar em calor por sobre toda a superfície do coletor, sem concentrá-la, enquanto que os coletores concentradores concentram a radiação solar no ponto focal por meio de um refletor ou de meios ópticos utilizando um efeito de lente de ampliação.

15 Entre os coletores solares concentradores, é feita a seguinte distinção: de um lado, existem os coletores que utilizam um refletor na forma de uma parábola de revolução. Esses coletores concentram os raios solares no ponto focal da parábola em um motor *Stirling*, um motor no qual o calor é transformado em movimento, um movimento que é transformado
20 em eletricidade por meio de um alternador.

Por outro lado, há coletores que utilizam um refletor cilindro-parabólico e que concentram os raios solares em um conversor que permite que os raios solares sejam transformados em calor. O conversor também compreende um tubo em que um fluido de transferência de calor circula.
25 Esse fluido irá permitir que o calor armazenado seja acumulado em um reservatório de armazenamento, ou recuperado através de um trocador de calor.

O conversor precisa não só possuir um alto nível de absorção do espectro inteiro da radiação solar, mas também possuir uma

emissividade reduzida, isto é, re-emissão de calor reduzida. Além disso, nos coletores solares concentradores, a superfície do conversor é geralmente mais fraca do que a da abertura do coletor.

Tais coletores solares concentradores são bem conhecidos. Os conversores utilizados apresentam uma seção transversal retangular, ou uma seção transversal circular, enquanto que os refletores, por sua vez, podem ser hemi-cilíndricos ou ciclo-parabólicos.

Os documentos EP 0033054, US 3321012 e US 4024852 descrevem coletores solares em que o conversor apresenta uma seção transversal retangular. Como descrito no documento EP 0033054, o refletor pode possuir a forma de uma curva contínua composto por ao menos cinco arcos de um círculo que unem uns aos outros tangencialmente, mas ele também pode possuir uma forma hemi-cilíndrico, como a descrita no documento US 3321012, ou até mesmo uma forma ciclo-parabólica, como a descrita no documento US 4024852.

Os documentos US 4059094, AT 402114 e AT 344375 descrevem coletores solares nos quais o conversor possui uma seção transversal circular. Como descrito nos documentos AT 402114 e AT 344375, o refletor pode ter uma forma hemi-cilíndrica, ou até mesmo uma forma ciclo-parabólica como a descrita no documento US 4059094.

Soluções diferentes foram sugeridas para melhorar a eficiência dos coletores solares concentradores. Algumas destas soluções são baseadas no uso de diferentes materiais para fazer os elementos constituintes de um coletor para aumentar o rendimento da transferência de energia solar em calor.

Outras soluções, como as descritas nos documentos AT 344375 e AT 402114, sugerem a maximização da quantidade de radiação solar recebida pelo coletor através da utilização de um “absorvente”, um elemento auxiliar que seja parte integrante do conversor. Esse absorvente

captura parte da radiação solar indireta e transfere o calor suplementar, assim absorvido, para o fluido de transferência de calor.

No entanto, essas soluções produzem um rendimento de energia que é ainda muito baixo e têm a desvantagem de não limitar as perdas de calor causadas por um fenômeno de re-emissão de calor, particularmente no nível do conversor.

Objetivos da Invenção

A presente invenção visa a oferecer um coletor solar concentrador que não apresente as desvantagens do estado da técnica.

Ela visa em particular a fornecer um coletor solar concentrador com eficiência aumentada. Ela também visa a fornecer um coletor solar, que possa ser utilizado na forma de painéis solares e que possam, além disso, ser utilizados para a geração de eletricidade, aquecimento, condicionamento do ar, e dessalinização da água.

As expressões “coletor”, “célula” e “captador” são utilizadas sinonimamente na descrição da invenção a seguir.

Descrição Resumida da Invenção

A presente invenção descreve um coletor solar concentrador que compreende uma cobertura que é transparente aos raios solares, um refletor com uma seção transversal cilindro-parabólica, um elemento de transferência de calor e um transformador que reduz as perdas de energia através da emissividade, o referido transformador não estando em contato com o referido elemento de transferência de calor.

De acordo com modalidades particulares, a invenção inclui um ou mais dos seguintes recursos característicos:

- o elemento de transferência de calor é arranjado dentro de um tubo de vácuo.
- o transformador é fixo à cobertura e/ou ao refletor e/ou ao tubo de vácuo.

- o transformador é uma lâmina que repousa no plano de simetria da seção transversal do refletor.
 - o transformador é uma lâmina de carbono ou de sílica, ou uma lâmina metálica.
- 5
- o transformador compreende lamelas.
 - o transformador é coberto com uma substância de alta emissão térmica.
 - a cobertura do coletor é feita de um material sintético transparente ou de vidro solar.
- 10
- o volume é um volume preenchido com um gás ou um líquido.
 - o coletor compreende adicionalmente uma abertura que permite que o gás ou o líquido seja injetado para dentro ou evacuado para fora do volume.
 - o elemento de transferência de calor tem uma seção transversal
- 15
- retangular, uma seção transversal circular, uma seção transversal oval, ou uma forma quadrada.
 - o elemento de transferência de calor é um tubo metálico ou um tubo feito de um material plástico.
 - a superfície do elemento de transferência de calor é parcial ou
- 20
- inteiramente coberta com uma substância que tenha uma alta absorção do espectro solar e uma baixa emissão térmica.
 - o elemento de transferência de calor possui as características de um tubo de calor.
 - o elemento de transferência de calor está localizado no ponto
- 25
- focal do coletor solar.
 - o elemento de transferência de calor contém um líquido ou gás de transferência de calor.
 - o coletor compreende adicionalmente um isolante térmico.

- o isolante térmico é escolhido a partir de uma espuma de poliuretano, espuma de poliestireno, fibra de rocha e fibra de vidro.

- o coletor compreende adicionalmente ao menos um meio de localização do sol.

5 A presente invenção, além disso, descreve o uso do coletor solar na forma de painéis solares.

A presente invenção também descreve o uso do coletor solar para a geração de eletricidade, aquecimento, condicionamento do ar, ou dessalinização da água.

10 **Breve Descrição dos Desenhos**

A Fig. 1 mostra uma vista esquemática de uma modalidade particular do coletor solar de acordo com a invenção.

A Fig. 2 mostra uma vista esquemática de uma modalidade particular do transformador.

15 A Fig. 3 mostra uma vista esquemática de uma multiplicidade de coletores solares de acordo com a invenção, formando um painel solar.

Descrição Detalhada dos Desenhos

20 No coletor solar concentrador de acordo com a invenção, a radiação solar é concentrada em um elemento de transferência de calor 3 por intermédio de um refletor longitudinal com uma seção transversal cilindro-parabólica 2.

25 A radiação solar recebida pelo elemento de transferência de calor 3 é absorvida; contudo, parte dessa energia absorvida é re-emitida para dentro do volume 7. Essa energia re-emitida pode passar através da cobertura 1, em cujo caso será definitivamente perdida, ou pode ser absorvida pela cobertura 1 do coletor solar.

A originalidade da presente invenção está no uso de um transformador 5 que permite que uma parte da radiação solar, preferivelmente da radiação solar indireta, seja utilizada para reduzir as

perdas de energia através da emissividade e para limitar a quantidade de energia irradiada.

“Energia irradiada” significa energia emitida durante o fenômeno natural chamado emissividade térmica, um fenômeno durante o qual qualquer material atingido pela radiação solar emite uma radiação infravermelha se esfriando. Assim, a energia irradiada compreende a energia re-emitida pelos elementos que compõem o coletor solar, em particular através do elemento de transferência de calor.

O coletor solar de acordo com a invenção compreende uma cobertura 1, um refletor com uma seção transversal cilindro-parabólica 2, um elemento de transferência de calor 3, assim como um transformador 5.

De acordo com uma modalidade particular da invenção, a montagem do refletor 2 e do elemento de transferência de calor 3 é suportada sobre, ou incluída dentro, de uma camada de um isolante térmico 6 que repousa em uma armação 8 ou uma moldura, sobre a qual a cobertura 1 repousa (Fig. 1). A referida armação 8 tem preferivelmente uma forma quadrada ou retangular.

A cobertura 1 é preferivelmente feita de um material que seja transparente aos raios solares, que tenha um baixo grau de reflexão e uma alta transmissão. Vantajosamente, o material é um material transparente sintético ou um vidro solar.

“Vidro solar” significa um vidro que tenha um baixo conteúdo em ferro e cuja superfície seja tratada de maneira a reduzir os efeitos da reflexão. O tratamento da superfície pode ser alcançado através da aplicação de uma camada, ou película, de Teflon.

Vantajosamente, a superfície interior da cobertura 1 pode ser coberta com uma substância que reflita os raios infravermelhos.

O refletor 2 tem uma seção transversal cilindro-parabólica e um formato longitudinal. Ele permite que a concentração da radiação solar

seja obtida no elemento de transferência de calor 3, que está situado no ponto focal da parábola.

O refletor 2 tem uma superfície altamente refletora. Ele preferivelmente possui as características de um espelho. Com este propósito em vista, o refletor 2 pode ser feito de um material rígido, por exemplo, vidro, sobre o qual uma camada de uma substância refletora é aplicada.

Preferivelmente, o refletor 2 é feito de alumínio.

O elemento de transferência de calor 3, no qual um fluido de transferência de calor circula, preferivelmente possui uma seção transversal retangular, uma seção transversal circular, uma seção transversal oval ou uma forma quadrada. Ele pode ser um tubo metálico ou um tubo feito de um material plástico resistente às temperaturas de operação do coletor solar. O referido elemento de transferência de calor é preferivelmente feito de cobre ou de alumínio.

A superfície do elemento de transferência de calor 3 é preferivelmente coberta, inteira ou parcialmente, com uma camada de um material com uma alta absorção do espectro solar e uma baixa emissão térmica. Contudo, no caso de uma cobertura parcial do referido elemento de transferência de calor 3, a substância com uma alta absorção do espectro solar e baixa emissão térmica terá que cobrir a superfície do referido elemento 3, que é voltado em direção à abertura da parábola.

O elemento de transferência de calor 3 contém um gás ou um líquido de transferência de calor. O gás de transferência de calor pode ser o ar. O líquido de transferência de calor pode ser a água, com ou sem aditivos, ou, para temperaturas de operação acima de 200°C, o referido fluido pode ser um óleo estável, que não desintegre em altas temperaturas.

Vantajosamente, o elemento de transferência de calor 3 possui as características de um tubo de calor.

O tubo de calor é um tubo vazado que contém um fluido de transferência de calor sob vácuo, que é escolhido em função de sua temperatura de condensação/vaporização. O tubo de calor permite que o calor seja padronizado e deslocado o mais rapidamente possível, graças a um fenômeno alterador de fase. A energia solar concentrada pelo refletor dentro do conversor permite que o fluido de transferência de calor seja vaporizado. Esta energia é então recuperada no nível de uma zona mais fria, em um trocador de calor, por exemplo, através da condensação do fluido de transferência de calor.

10 Preferivelmente, o elemento de transferência de calor 3 é disposto dentro de um tubo de vácuo 4. O referido tubo 4 permite que as perdas de energia do elemento de transferência de calor 3 sejam limitadas.

Vantajosamente, o referido tubo de vácuo 4 é feito de um material transparente, preferivelmente de um vidro solar ou um vidro de borossilicato. O referido tubo 4 pode ser coberto com uma camada de uma substância que tenha propriedades anti-refletoras.

O isolamento térmico do coletor solar de acordo com a invenção é assegurado, por um lado, pela presença da cobertura 1 e, por outro lado, por um isolante térmico 6.

20 O isolante 6 é preferivelmente uma espuma de poliuretano ou de poliestireno, fibra de rocha ou fibra de vidro.

O transformador 5 permite que as perdas de calor devidas à emissividade do elemento de transferência de calor 3 sejam diminuídas e portanto desempenhem no isolamento do coletor solar ao criar uma barreira térmica contra as re-emissões de infravermelho do elemento de transferência de calor 3. Ao capturar parte da radiação solar, o transformador 5 esquenta e re-emite energia irradiada que é transferida ao volume 7.

O transformador 5 não fica em contato com o elemento de transferência de calor 3, nem diretamente e nem indiretamente. Não há contato sólido-sólido entre o referido transformador 5 e o referido elemento de transferência de calor 3. Na modalidade em que o elemento de transferência de calor 3 é arranjado dentro de um tubo de vácuo 4, o transformador 5 pode estar em contato com o referido tubo 4 desde que não esteja em contato com o elemento de transferência de calor 3.

O transformador 5 é fixo à cobertura 1, e/ou ao refletor 2, e/ou ao tubo de vácuo 4. O referido transformador 5 está situado no plano de simetria da seção transversal do refletor, ao longo de todo o comprimento do coletor solar. Mais precisamente, se o elemento de transferência de calor 3, que está localizado no ponto focal do refletor cilindro-parabólico 2, estiver situado no fundo da parábola, como representado na Fig. 1, o referido transformador 5 estará disposto debaixo da placa da abertura 1, enquanto que, se o elemento de transferência de calor 3 estiver situado sob a cobertura 1, o referido transformador 5 estará arranjado entre o elemento de transferência de energia 3 e o fundo da parábola. Para todas as situações intermediárias, ou seja, todas as posições que o elemento de transferência de energia 3 possa assumir ao longo do plano de simetria da seção transversal do refletor 2, o transformador 5 pode possuir a forma de dois elementos distintos, que estão dispostos nos dois lados do elemento de transferência de calor 3, um em direção à cobertura, e o outro em direção ao fundo da parábola.

O transformador 5 é um bom condutor de calor e preferivelmente uma lâmina de carbono ou de sílica, ou ainda uma lâmina ou pedaço metálico ou de ligas metálicas. O referido metal pode ser, por exemplo, o cobre, o alumínio, a prata, ouro, tungstênio, latão, estanho, ou uma liga de um ou mais dos metais referidos acima.

Em uma modalidade preferida da invenção, o transformador 5 é feito de qualquer material que seja coberto por uma substância com uma alta emissão térmica. Esta pode ser qualquer substância escurecida, preferivelmente de natureza metálica. Pode ser o carbono em qualquer uma de suas formas, fuligem ou grafite, por exemplo, ou sílica. Ela pode ser um metal tal como o cobre, o alumínio, alumínio anodizado, a prata, ouro, tungstênio, latão, estanho, ou uma liga de um ou mais dos metais referidos acima.

O transformador 5 tem preferivelmente uma forma retangular.

Vantajosamente, o transformador 5 pode compreender também lamelas que podem ser interligadas (Fig. 2). Essa modalidade particular do elemento 5 permite uma melhor difusão e distribuição da radiação emitida pelo transformador 5 no volume 7. Isto permite que as turbulências que possam estar presentes no volume 7 sejam reduzidas.

O volume 7 corresponde ao espaço existente entre o refletor e a cobertura do coletor. O referido volume 7 contém um gás ou um fluido, capaz de absorver a radiação infravermelha.

Preferivelmente, o gás que preenche o referido volume 7 é o dióxido de carbono ou ar enriquecido com dióxido de carbono com vapor. Ele poderia também ser um ou diversos haletos de alquila (CFC), hexafluoreto de metano ou de enxofre.

A pressão do gás do volume 7 pode ser inferior, igual ou superior à pressão atmosférica. Para este efeito, o coletor solar pode compreender adicionalmente uma abertura que permita que o fluido seja injetado para dentro ou evacuado para fora do volume 7.

A armação 8, sobre a qual a montagem da cobertura 1, do refletor 2 e do elemento de transferência de calor 3 é suportada, é preferivelmente feita de um metal, como o alumínio, por exemplo, ou de

madeira, ou de um material compósito, ou até mesmo de uma combinação desses materiais.

5 O coletor solar de acordo com a invenção vantajosamente compreende ao menos um meio de localização do sol. Os referidos meios permitem que o percurso do sol seja monitorado e que o posicionamento do coletor seja ajustado em todas as direções para se obter uma exposição solar ideal, isto é, para permitir que o coletor assuma um posicionamento ideal com relação ao sol com vistas à captura do máximo de energia. Isto é alcançado por meios mecânicos ou hidráulicos.

10 O coletor solar de acordo com a invenção é preferivelmente utilizado na forma de painéis solares (Fig. 3).

O coletor solar de acordo com a invenção é preferivelmente utilizado para a geração de eletricidade, aquecimento, condicionamento do ar, ou para a dessalinização da água.

REIVINDICAÇÕES

1. Coletor solar concentrador compreendendo uma cobertura (1) transparente aos raios solares, um refletor se seção cilindro-parabólica (2), a referida cobertura (1) e o referido refletor (2) definindo um volume (7), e um elemento de transferência de calor (3), **caracterizado** por compreender ainda um transformador (5) que permite a diminuição das perdas de energia por emissividade, estando o referido transformador (5) coberto com uma substância de alta emissão térmica; e pelo referido transformador (5) absorver uma parte da radiação solar e re-emitir calor para dentro do referido volume (7), e pelo referido transformador (5) não estar em contato com o referido elemento de transferência de calor (3).

2. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** elemento de transferência de calor (3) estar arranjado dentro de um tubo de vácuo (4) transparente.

3. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo** transformador (5) ser fixo à cobertura (1) e/ou ao refletor (2) e/ou ao tubo de vácuo (4).

4. Coletor solar concentrador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado pelo** transformador (5) ser uma lâmina situada no plano de simetria da seção transversal do refletor (2).

5. Coletor solar concentrador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo** transformador (5) ser uma lâmina de carbono ou de sílica, ou uma lâmina metálica.

6. Coletor solar concentrador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo** transformador (5) compreender lamelas (9).

7. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pela** cobertura (1) do referido coletor ser feita de um material sintético transparente ou de vidro solar.

8. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** volume (7) ser preenchido com um gás ou com um líquido.

5 9. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado por** compreender ainda uma abertura que permite que o gás ou o líquido seja injetado ou evacuado do volume (7).

10 10. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** elemento de transferência de calor (3) possuir uma seção transversal retangular, uma seção transversal circular, uma seção transversal oval ou um formato quadrado.

11. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** elemento de transferência de calor (3) ser um tubo metálico ou um tubo feito de material plástico.

15 12. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pela** superfície do elemento de transferência de calor (3) ser parcial ou inteiramente coberta com uma substância que tenha uma alta absorção do espectro solar e uma baixa emissão térmica.

20 13. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** elemento de transferência de calor (3) apresentar as características de um tubo de calor.

14. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** elemento de transferência de calor (3) estar localizado no ponto focal do coletor solar.

25 15. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** elemento de transferência de calor (3) conter um líquido ou gás de transferência de calor.

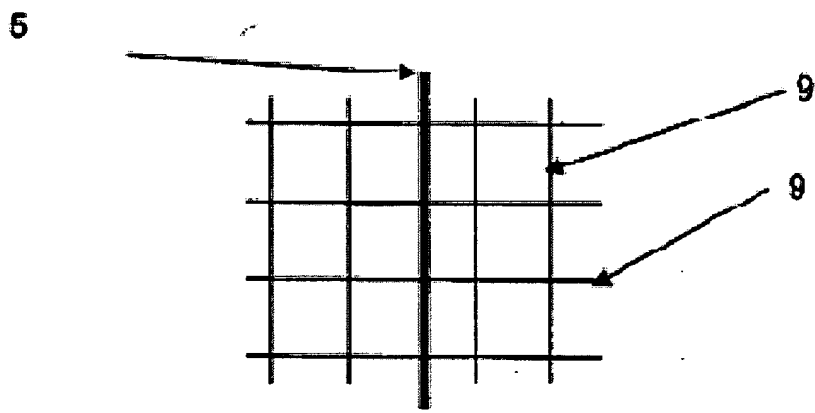
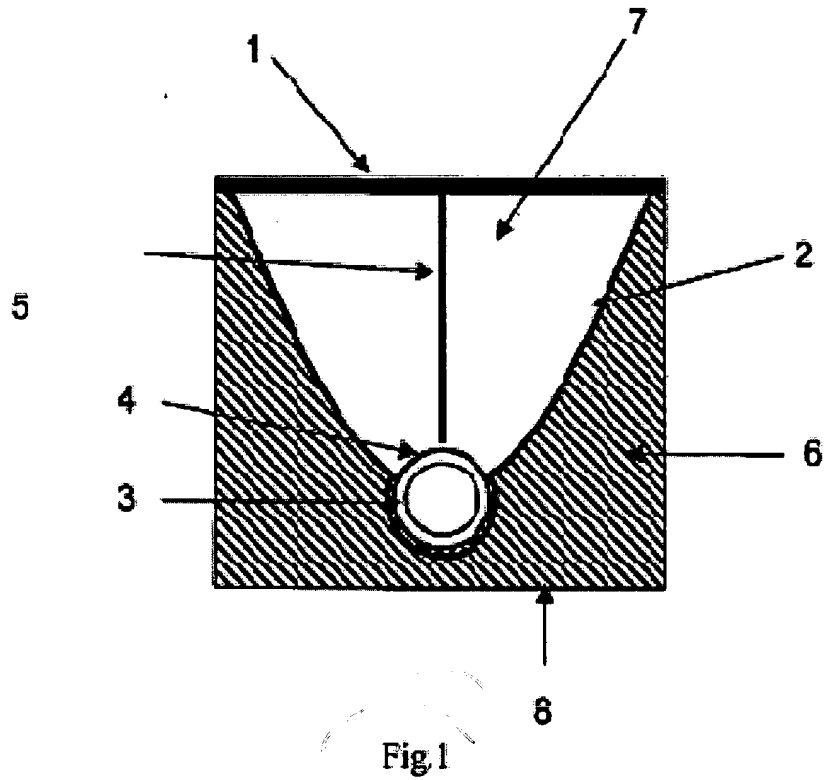
16. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** referido coletor compreender ainda um isolante térmico (6).

5 17. Coletor solar concentrador de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo** isolante (6) ser escolhido a partir de uma espuma de poliuretano, espuma de poliestireno, fibra de rocha e fibra de vidro.

10 18. Coletor solar concentrador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, **caracterizado por** compreender ainda ao menos um meio de localização do sol.

19. Coletor solar concentrador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, **caracterizado por** estar na forma de painéis solares.

15 20. Uso do coletor solar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **caracterizado por** ser para a geração de eletricidade, ou para aquecimento, ou para condicionamento do ar, ou para dessalinização da água.



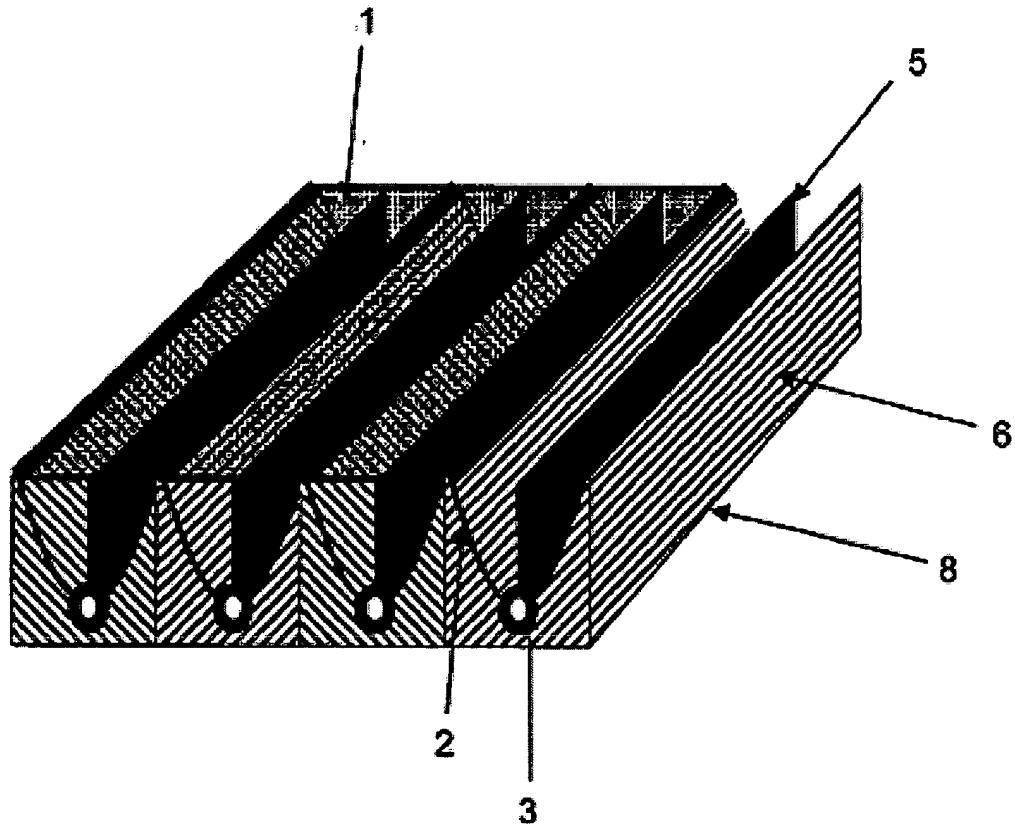


Fig. 3

PI 0408239-8

PCT / E 2007 / 001 531

RESUMO

Pedido de Patente de Invenção para “COLETOR SOLAR CONCENTRADOR”

5 A invenção se refere a um coletor solar concentrador que compreende uma cobertura (1) transparente aos raios solares, um refletor cilindro-parabólico (2), um elemento de transferência de calor (3), e um transformador (5) que permite a redução das perdas de energia por emissividade, o referido transformador (5) não estando em contato com o referido elemento de transferência de calor (3).