



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

(11) PI 0919736-2 B1



(22) Data do Depósito: 25/09/2009

(45) Data de Concessão: 28/04/2020

(54) Título: COLETOR SOLAR E MÉTODO PARA COLETAR E REGULAR ENERGIA SOLAR

(51) Int.Cl.: F24S 20/20; F24S 23/70; F24S 40/10; F24S 40/52; F24S 60/00; (...).

(30) Prioridade Unionista: 25/09/2008 AU 2008905010; 25/09/2008 AU 2008905011.

(73) Titular(es): SOLFAST PTY LTD.

(72) Inventor(es): STEPHEN HOLLIS; RICHARD HOWARD GENTLE.

(86) Pedido PCT: PCT AU2009001278 de 25/09/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/034071 de 01/04/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 25/03/2011

(57) Resumo: COLETOR SOLAR E MÉTODO PARA COLETAR E REGULAR ENERGIA SOLAR . A presente invenção refere-se a um coletor solar. O coletor tem um meio de regulação de calor que define uma cavidade no mesmo. Uma abertura se comunica com a cavidade com a finalidade de permitir que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade. Um dispositivo de coleta de energia é disposto na cavidade e se encontra em contato térmico com o meio de regulação de calor de modo a coletar a energia solar que entra na cavidade.

Relatório Descritivo de Patente de Invenção para
**"COLETOR SOLAR E MÉTODO PARA COLETAR E REGULAR
ENERGIA SOLAR".**

CAMPO DA TÉCNICA

[001] A presente invenção refere-se a um dispositivo que serve para coletar e regular energia solar.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] Há uma necessidade a nível mundial bem reconhecida em aumentar o uso de fontes de energia renovável e reduzir a quantidade de combustíveis fósseis consumidos na produção de energia. Existe uma série de empecilhos ao uso aumentado de energia renovável. Os maiores empecilhos são que as fontes de energia renovável são, principalmente, mais dispendiosas do que as fontes de energia, não se encontram disponíveis nas ocasiões necessárias e apresentam qualidade variável. Portanto, há uma necessidade por sistema de regulação que possam ajudar a vincular a diferença de tempo entre a disponibilidade e a demanda e, também, manter a qualidade da eletricidade produzida a partir das fontes renováveis. Desta forma, a energia renovável se tornaria mais inerentemente valiosa. A adição de valor à energia renovável aperfeiçoando-se sua qualidade de tornando-a disponível em demanda ajudaria substancialmente a superar os custos capitais elevados dos sistemas e os custos de produção. Então, isto facilitaria o uso aumentado de fontes renováveis.

[003] Atualmente, os sistemas de energia solar se enquadram em duas categorias:

1) Sistemas Fotovoltaicos (PV), no qual a energia solar é absorvida em materiais que convertem os raios solares diretamente em eletricidade;

2) Energia Solar Concentrada (CSP), na qual a energia solar é usada para aquecer um fluido e tal fluido aquecido é usado para

acionar direta ou indiretamente um dispositivo mecânico (tal como uma turbina) para converter a energia térmica em energia elétrica. Com a finalidade de permitir que radiação solar seja usada como aquecimento para um ciclo termodinâmico produzir vapor de processo ou eletricidade, a mesma deve ser primeiramente concentrada para alcançar temperaturas superiores, à medida que a radiação solar alcança a terra em uma densidade muito baixa para produzir tais temperaturas. Os sistemas atualmente em uso incluem:

- Sistemas coletores lineares tipo canal, que compreendem um refletor linear, parabólico em seção transversal, e um tubo coletor que se estende ao longo do ponto focal da parábola em cada refletor. Este tubo contém um fluido que é aquecido. Então, o fluido aquecido é bombeado a um motor térmico (por exemplo, uma turbina) que o conduz diretamente (se o fluido coletor for água/vapor) ou através de um trocador de calor (se o fluido coletor for óleo);

- Sistemas coletores lineares tipo "Fresnel", que compreendem múltiplos refletores lineares planos, todos em ângulos diferentes, para simular um grande formato parabólico com um tubo coletor posicionado acima dos múltiplos refletores que também coletam energia em um fluido no tubo, conforme descrito anteriormente.

[004] Uma característica desses sistemas lineares é que as temperaturas máximas consistentemente alcançáveis se encontram na faixa de 350°C, significando que os motores térmicos operam em níveis de baixa eficiência, isto é, na faixa de 250°C a 300°C. Com a finalidade de alcançarem temperaturas maiores e serem capazes de ativar motores térmicos mais eficientes, os sistemas em uso incluem:

- Torres únicas altas que coletam energia solar concentrada em um alvo a partir de um grande número de espelhos planos que rastreiam o sol e focalizam o grande número de imagens no ponto de coleta, onde as altas temperaturas alcançadas são usadas para

aquecer um fluido transmitido a um motor e convertido em eletricidade;

- Sistemas de antena parabólica/motor, onde um pequeno motor térmico é colocado no ponto focal de uma antena parabólica e conduzido diretamente pela energia solar concentrada;

- Sistemas térmicos solares de múltiplas torres, onde se utiliza uma série de torres menores para coletar a energia solar de maneira similar às torres altas, porém, os espelhos também podem ser curvados de tal modo que a concentração da energia seja muito maior e altas temperaturas (superiores a 1000°C) sejam alcançadas com menos espelhos por torre.

[005] Em cada um desses sistemas, a energia solar, se não for usada imediatamente, precisa ser usada à medida que for coletada ou à medida que o fluido quente for transportado afastando-se de um sistema de armazenamento à base de fluidos, tal como água quente, vapor ou sal fundido, ou um sistema de armazenamento à base sólida, tal como uma rocha quente, concreto ou areia.

OBJETIVO DA INVENÇÃO

[006] Um objetivo da presente invenção consiste em superar substancialmente ou pelo menos atenuar uma ou mais das desvantagens anteriores.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[007] Em um primeiro aspecto da invenção, proporciona-se um coletor solar que compreende:

- um meio de regulação de calor que define uma cavidade e uma abertura que se comunica com a cavidade de modo a permitir que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura, e

- um dispositivo de coleta de energia disposto na cavidade e em contato térmico com o meio de regulação de calor para coletar a energia solar que entra na cavidade.

[008] Podem-se usar as opções a seguir em conjunto com o primeiro aspecto, seja individualmente ou em qualquer combinação adequada.

[009] O meio de regulação de calor pode ser sólido. O mesmo pode compreender um material com alto teor de carbono. Pode ser grafite sintético. Pode ser um grafite não-sintético. Pode compreender grafite, partículas de grafite, grafite sintético ou partículas de grafite sintético, ou uma combinação destes, incrustados em uma matriz termicamente condutiva. A matriz termicamente condutiva pode compreender cobre, ouro, alumínio ou prata, ou uma mistura ou liga de quaisquer dois ou mais desses. Se uma mistura ou liga for usada, pode estar presente em qualquer proporção desejada de componentes. O grafite não-sintético ou o grafite sintético podem ter uma pureza de pelo menos cerca de 95%. Uma espessura do meio de regulação de calor pode estar entre cerca de 10 e cerca de 1500 mm.

[0010] O dispositivo de coleta de energia pode estar em contato físico com o meio de regulação de calor. O dispositivo de coleta de energia pode compreender aço inoxidável ou outro metal ou liga adequada para uso em altas temperaturas, por exemplo, adequada para uso na temperatura operacional do dispositivo. Pode ser, ou pode estar sob a forma de, uma camada, por exemplo, uma camada tendo uma espessura de cerca de 1 a cerca de 10mm. A camada pode cobrir substancialmente toda a superfície interna da cavidade. O dispositivo de coleta de energia pode ser capaz de absorver energia solar e convertê-la em calor. Pode ser capaz de transferir o calor ao meio de regulação de calor.

[0011] O coletor solar pode compreender uma camada protetora sobre uma superfície do dispositivo de coleta de energia adjacente à cavidade. A camada protetora pode ter cerca de 1 a cerca de 200 microns de espessura. A camada protetora pode compreender metal

e/ou cerâmica. Pode compreender metal de alumínio. Pode compreender alumina.

[0012] A camada protetora pode proteger o dispositivo de coleta de energia contra danos, por exemplo, danos físicos ou danos oxidativos.

[0013] O coletor solar pode compreender, ainda, um trocador de calor em contato térmico com o meio de regulação de calor. O trocador de calor pode compreender uma tubulação de troca de calor capaz de aceitar um fluido de transferência de calor. A tubulação de troca de calor pode estar pelo menos parcialmente incrustada no meio de regulação de calor. Pode estar pelo menos a cerca de 50 mm a partir da camada de coleta de energia. As diferentes porções da tubulação de troca de calor podem estar incrustadas no meio de regulação de calor em diferentes distâncias a partir do dispositivo de coleta de energia. As porções do trocador de calor podem ser substancial e uniformemente distribuídas ao longo da espessura do meio de regulação de calor.

[0014] A tubulação de troca de calor pode ser acoplada a uma fonte de água ou a outro fluido de troca de calor adequado. Em uso, a tubulação do trocador de calor pode ser capaz de suportar uma pressão interna de vapor (ou uma pressão de outro fluido de troca de calor aquecido, por exemplo, água líquida) de até uma pressão entre cerca de 10 e cerca de 200 bar (por exemplo, até cerca de 10 bar, ou até cerca de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180 ou 200 bar). O meio de regulação de calor pode ser formado a partir de uma pluralidade de chapas de regulação de calor adjacentes. Pelo menos algumas das ditas porções podem ter ranhuras, desse modo, a tubulação do trocador de calor é disposta nas ditas ranhuras.

[0015] O coletor solar pode compreender, ainda, uma camada termicamente isolante que circunda pelo menos parcialmente o meio de regulação de calor. A camada isolante pode compreender um sólido termicamente isolante tendo poros e/ou vãos. Os poros e/ou vãos

podem ter um gás inerte. A camada termicamente isolante pode compreender um isolamento fibroso, granular ou particulado. A camada isolante pode ser acoplada a uma fonte de gás inerte. A fonte de gás inerte pode ser regulada ou controlada. A fonte de gás inerte pode compreender um dispositivo de controle de pressão que serve para controlar uma pressão do gás inerte na camada isolante. O dispositivo de controle de pressão pode, por exemplo, ser capaz de controlar a pressão do gás inerte na camada isolante ligeiramente acima da pressão atmosférica. Isto pode garantir que nem oxigênio nem ar sejam atraídos na camada isolante. Portanto, o coletor solar pode compreender um sistema de suprimento de gás inerte acoplado à camada isolante para fornecer o gás inerte ao mesmo. Um sistema de suprimento de gás inerte adequado compreende uma fonte de gás inerte acoplada à camada isolante, uma válvula controlável para controlar o fluxo de gás inerte à camada isolante e um detector de pressão de gás acoplado à camada isolante para detectar uma pressão de gás, sendo que o dito detector é acoplado à válvula controlável para controlar a dita válvula.

[0016] A abertura do coletor solar pode ser circundada por um flange que compreende um material de flange em alta temperatura, isto é, um material que suporte temperaturas muito altas. Este pode ser considerado como um material de flange resistente à alta temperatura. A abertura pode ser alinhada por um material de revestimento cerâmico com abertura de alta temperatura. O material de flange em alta temperatura pode ser um material de flange de cerâmica em alta temperatura, isto é, pode ser adequado para suportar operações de temperaturas muito altas. O material de flange em alta temperatura ou o material de revestimento podem ser, ou podem compreender, carboneto de silício, um tecido à base de alumina, tungstênio, molibdênio, alumina, zircônia, zircônio, aluminossilica (opcionalmente,

estando cada um independentemente sob uma forma fibrosa ou espumosa) ou uma mistura de quaisquer dois ou mais desses.

[0017] O meio de regulação de calor pode estar localizado sobre um suporte termicamente isolante. O suporte termicamente isolante pode compreender um material cerâmico.

[0018] O meio de regulação de calor e, se presentes, a camada termicamente isolante e o suporte termicamente isolante, pode ser disposto em um compartimento. O compartimento pode ser construído a partir de aço ou algum outro material adequado. O compartimento pode ser vedado contra o dispositivo de coleta de energia com a finalidade de formar um invólucro substancialmente hermético a gás que circunda o meio de regulação de calor e, se presente, a camada termicamente isolante.

[0019] O coletor solar pode compreender uma blindagem disposta abaixo do compartimento para proteger uma porção inferior do compartimento contra danos pela energia solar refletida. A blindagem deve ter uma abertura para blindagem para permitir que a energia solar passe através da blindagem na cavidade. Um intervalo pode estar presente entre o compartimento e a blindagem. Este pode servir para permitir que o calor escape da blindagem. A blindagem pode compreender uma pluralidade de nervuras para aperfeiçoar a resistência estrutural e radiar calor a partir da dita blindagem. As nervuras podem se estender radialmente a partir da abertura para blindagem. A blindagem pode ser pelo menos parcialmente revestida por fibras isolantes cerâmicas para proteger a superfície da blindagem. A blindagem pode compreender aço inoxidável, aço moderadamente aluminizado ou uma combinação de ambos. A blindagem pode não apenas ser disposta para proteger a porção inferior do compartimento, mas também pode ser disposta para blindar tijolos refratários voltados para a cavidade.

[0020] O coletor solar pode compreender um plugue removível que serve para restringir o fluxo de um gás dentro e/ou fora da cavidade. O plugue pode ser opaco à energia solar. Pode ser termicamente isolante. Pode ser, por exemplo, construído a partir de aço ou a partir de algum outro material, opcionalmente revestido ou parcialmente revestido com um material termicamente isolante, por exemplo, uma cerâmica, tal como um pano cerâmico. O plugue pode ser disposto e/ou conformado com a finalidade de que seja capaz de ser inserido na abertura ou, se presente, na abertura para blindagem. Pode, por exemplo, ser circular, quadrado, triangular, pentagonal, oval ou algum outro formato adequado. O coletor solar pode compreender um mecanismo de inserção de plugue que serve para inserir e remover o plugue. Alternativamente, o plugue pode ser manualmente inserível na abertura ou na abertura para blindagem. O mecanismo de inserção de plugue pode ser manualmente operável ou pode ser automaticamente operável. Pode compreender, por exemplo, um mecanismo tipo elevador de tesoura, um carneiro pneumático, ou um carneiro hidráulico que serve para erguer o plugue em posição quando necessário. O mecanismo de inserção de plugue pode ser acoplado a um controlador de módulo. O controlador de módulo pode ser capaz (por exemplo, pode ser programado de modo que seja capaz) de controlar o mecanismo de inserção de plugue de modo a inserir o plugue quando a energia solar cessar o direcionamento à abertura e remover o plugue quando a energia solar começar a ser direcionada à abertura. Isto permite que a energia solar entre na cavidade quando desejado. O plugue restringe a perda convectiva a partir da cavidade quando não existir entrada de energia solar e/ou serve para restringir a re-irradiação de energia térmica a partir da cavidade. Sucessivamente, serve para manter o meio de regulação de calor e a cavidade em uma temperatura superior durante um período de tempo maior do que seria um caso sem o plugue.

[0021] Em alguns casos, o coletor solar pode ter uma pluralidade de abertura. Cada abertura pode se comunicar com uma cavidade no meio de regulação de calor com a finalidade de permitir que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura. Em alguns casos, cada abertura se comunica com uma cavidade diferente no meio de regulação de calor.

[0022] O coletor solar pode compreender pelo menos um par termoeletrico que serve para determinar uma temperatura no interior do coletor solar. Comumente, o coletor tem entre cerca de 10 e cerca de 40 pares termoeletricos, ou 10 a 30, 10 a 20, 20 a 30, 30 a 40 ou 25 a 35 pares termoeletricos, por exemplo, cerca de 10, 12, 14, 16, 18, 20, 30, 40 ou 50 pares termoeletricos. Esses podem ser simetricamente dispostos ou podem ser assimetricamente dispostos no coletor. O par termoeletrico, ou pelo menos um dos pares termoeletricos, pode ser disposto em um local proximo ou adjacente a uma posicao no dispositivo de coleta de energia que e capaz de receber diretamente energia solar a partir da parte externa da cavidade. Podem ser dispostos em uma porcao inferior do coletor solar. Pelo menos um par termoeletrico pode estar em contato com o dispositivo de coleta de energia que serve para medir uma temperatura do mesmo. Pelo menos um par termoeletrico pode ser disposto no meio de regulação de calor para determinar uma temperatura do mesmo. Podem existir pares termoeletricos dispostos em diferentes profundidades no meio de regulação de calor. O par termoeletrico, ou cada par termoeletrico independentemente, podem ser dispostos de modo que sejam capazes de medir a temperatura em um local selecionado a partir do dispositivo de coleta de energia, no corpo do meio de regulação de calor, na parte externa da tubulação de troca de calor (se presente) e na camada termicamente isolante (se presente). Ao longo deste relatório descritivo, deve-se reconhecer que os dispositivos de medição de temperatura apropriados diferentes de pares

termoelétricos podem ser usados sempre que pares termoelétricos forem indicados para uso. Esses dispositivos adequados incluem termômetros sem contato e termômetros infravermelhos.

[0023] Em uma modalidade, proporciona-se um coletor solar que compreende:

- um meio de regulação de calor de grafite que define uma cavidade e é dotado de uma abertura que se comunica com a cavidade de modo a permitir que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura,
- um dispositivo de coleta de energia disposto na cavidade e em contato térmico com o meio de regulação de calor para coletar a energia solar que entra na cavidade; e
- uma camada protetora sobre uma superfície do dispositivo de coleta de energia adjacente à cavidade.

[0024] Em outra modalidade, proporciona-se um coletor solar que compreende:

- um meio de regulação de calor de grafite que define uma cavidade e é dotado de uma abertura que se comunica com a cavidade de modo a permitir que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura;
- um flange que compreende um material de flange em alta temperatura que circunda a abertura;
- um dispositivo de coleta de energia disposto na cavidade e em contato térmico com o meio de regulação de calor para coletar a energia solar que entra na cavidade;
- uma camada protetora sobre uma superfície do dispositivo de coleta de energia adjacente à cavidade; e
- um trocador de calor em contato térmico com o meio de regulação de calor, sendo que o dito trocador de calor compreende uma tubulação de troca de calor capaz de aceitar um fluido de transferência

de calor.

[0025] Em outra modalidade, proporciona-se um coletor solar que compreende:

- um meio de regulação de calor de grafite que define uma cavidade e é dotado de uma abertura que se comunica com a cavidade de modo a permitir que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura;
- uma camada termicamente isolante pelo menos parcialmente que circunda o meio de regulação de calor;
- um flange que compreende um material de flange em alta temperatura que circunda a abertura;
- um dispositivo de coleta de energia disposto na cavidade e em contato térmico com o meio de regulação de calor para coletar a energia solar que entra na cavidade;
- uma camada protetora sobre uma superfície do dispositivo de coleta de energia adjacente à cavidade; e
- um trocador de calor em contato térmico com o meio de regulação de calor, sendo que o dito trocador de calor compreende uma tubulação de troca de calor capaz de aceitar um fluido de transferência de calor.

[0026] Em outra modalidade, proporciona-se um coletor solar que compreende:

- um meio de regulação de calor que define uma cavidade e é dotado de uma abertura que se comunica com a cavidade de modo a permitir que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura;
- um dispositivo de coleta de energia disposto na cavidade e em contato térmico com o meio de regulação de calor para coletar a energia solar que entra na cavidade,
- um trocador de calor que compreende uma tubulação de

troca de calor capaz de aceitar um fluido de transferência de calor, sendo que a tubulação de troca de calor está pelo menos parcialmente incrustada no meio de regulação de calor;

- uma camada termicamente isolante que circunda pelo menos parcialmente o meio de regulação de calor, sendo que a dita camada é opcionalmente acoplada a um sistema de suprimento de gás inerte que serve para fornecer um gás inerte ao mesmo, e

- um compartimento que circunda o meio de regulação de calor e a camada termicamente isolante, sendo que o dito compartimento é vedado contra o dispositivo de coleta de energia com a finalidade de formar um invólucro substancialmente hermética a gás que circunda o meio de regulação de calor e a camada termicamente isolante.

[0027] Esta modalidade pode compreender uma blindagem disposta abaixo do compartimento que serve para proteger uma porção inferior do compartimento a partir da energia solar refletida, sendo que a dita blindagem tem uma abertura para blindagem que serve para permitir que a energia solar passe através da blindagem na cavidade. Pode ter um plugue removível que é inserível na abertura ou (se presente) as aberturas para blindagem opcionalmente com um mecanismo de inserção de plugue que serve para inserir e remover o plugue. Pode compreender um ou mais pares termoeletricos que servem para determinar uma temperatura em um ou mais locais no coletor solar. Pode compreender qualquer dois ou todos entre a blindagem, o plugue (opcionalmente com o mecanismo de inserção) e um ou mais pares termoeletricos.

[0028] Em um segundo aspecto da invenção, proporciona-se um dispositivo de coleta de energia solar que compreende:

- um coletor solar de acordo com o primeiro aspecto; e
- um concentrador de energia solar capaz de concentrar

energia solar e disposto de modo que seja capaz de direcionar a energia solar concentrada através da abertura do coletor solar e na cavidade.

[0029] As opções a seguir podem ser usadas em conjunto com o segundo aspecto, seja individualmente ou em qualquer combinação adequada.

[0030] O concentrador de energia solar pode compreender pelo menos um refletor. Pode compreender um arranjo de refletores. Pode compreender, ainda, um dispositivo de rastreamento que serve para mover o concentrador de energia solar ou uma ou mais partes do mesmo com a finalidade de direcionar a energia solar concentrada através da abertura do coletor solar e na cavidade do mesmo. O refletor pode ser um espelho. Pode-ser helióstato.

[0031] A abertura do coletor solar pode ser direcionada para baixo. Os refletores podem estar localizados em uma altura inferior em relação à abertura. Podem estar localizados ao lado do coletor solar. Podem estar localizados ao lado do coletor solar em uma altura inferior em relação ao coletor solar.

[0032] O coletor solar pode ser montado em uma altura de cerca de 5 a cerca de 20 m, ou cerca de 5 a cerca de 30m, acima do solo. Pode ser montado em uma altura de pelo menos cerca de 15m acima do solo. Pode compreender uma estrutura de suporte, por exemplo, uma torre, na qual o coletor solar é montado. A estrutura de suporte pode compreender uma torre. O coletor solar pode ser montado na dita torre por meio de pelo menos três, opcionalmente quatro, pólos substancialmente verticais.

[0033] O concentrador solar pode compreender um arranjo de refletores. O arranjo pode compreender um corredor correspondente a cada um dos pólos substancialmente verticais. Os corredores podem não ter refletores, desse modo, o arranjo é capaz de direcionar a energia solar concentrada entre os pólos e através da abertura. O arranjo pode

ser capaz de direcionar a energia solar concentrada entre os pólos sem direcionar quantidades substanciais de energia solar nos pólos. Isto serve para evitar danos aos pólos a partir da energia solar concentrada. Cada um dos pólos pode ser pelo menos parcialmente circundado por um protetor com a finalidade de proteger o dito pólo contra danos a partir da energia solar concentrada em relação ao arranjo de refletores. O protetor pode compreender um isolante térmico. Alternativa ou adicionalmente, o pólo pode ser tratado ou revestido de modo a proteger o pólo contra danos a partir da energia solar concentrada.

[0034] Pelo menos um dos pólos pode ser um pólo vazado. O fluido de transferência de calor pode passar através do pólo vazado na tubulação do trocador de calor do coletor solar (se presente). O vapor (ou fluido de transferência de calor em alta temperatura, tal como a água) formado (ou aquecido) na tubulação do trocador de calor do coletor solar (se presente) pode passar através do pólo vazado (de preferência, através de um conduto disposto no pólo vazado). As conexões elétricas que servem para transmitir um sinal a partir de um ou mais pares termoelétricos no coletor solar até um controlador de módulo (se estiverem presentes) podem passar através do pólo vazado.

[0035] O dispositivo de coleta de energia solar pode compreender um controlador de módulo que serve para controlar a operação do dispositivo de coleta solar. O controlador de módulo pode compreender o dispositivo de rastreamento descrito anteriormente. O controlador de módulo pode ser capaz de controlar pelo menos um entre:

(i) um movimento do dispositivo de coleta solar com a finalidade de direcionar a energia solar concentrada através da abertura do coletor solar e na cavidade, se necessário, ou com a finalidade de colocar o dispositivo de coleta solar, ou pelo menos um refletor do dito dispositivo de coleta solar, em uma orientação sem coleta, se necessário;

(ii) inserção ou remoção de um plugue (se presente) na abertura ou em uma abertura para blindagem (se presente);

(iii) influxo de água no coletor; e

(iv) escoamento de água quente ou vapor a partir do coletor.

[0036] O coletor solar do dispositivo pode compreender pelo menos um par termoeletrico que serve para determinar uma temperatura interna ao coletor solar. Os pares termoeletricos podem ser configurados para proporcionar um sinal relacionado à temperatura ao controlador de módulo que serve para controlar a operação do dispositivo de coleta solar. Os pares termoeletricos adequados foram descritos anteriormente.

[0037] O dispositivo de coleta de energia solar pode compreender um trocador de calor em contato térmico, opcionalmente em contato direto, com o meio de regulação de calor. O trocador de calor pode ser acoplado a um gerador de eletricidade que seja capaz de ser acionado por um fluido de transferência de calor aquecido, de tal modo que, em uso, a energia solar incidente sobre a abertura do concentrador seja transmitida sob a forma de calor a um fluido de transferência de calor no trocador de calor, sendo que tal fluido de troca de calor é transferido ao gerador de eletricidade com a finalidade de gerar eletricidade. Alternativamente, se forem necessárias aplicações industriais de vapor e/ou água quente, o fluido de troca de calor pode ser transferido para um local de modo que possa ser usado, por exemplo, a uma caldeira. Neste relatório descritivo, os termos "fluido de troca de calor" e "fluido de transferência de calor" podem ser usados de modo intercambiável e devem ser adotados de modo a abranger a mesma faixa de materiais.

[0038] Utilizando-se um trocador de calor, o vapor ou água quente podem ser usados para pré-aquecer a água de caldeira, porém, um uso mais comum serve para gerar um vapor de processo. Um trocador de calor pode ser usado para produzir vapor que serve para aquecer ou

secar produtos.

[0039] O dispositivo de coleta de energia solar pode compreender um circuito de fluido de transferência de calor que compreende um primeiro trocador de calor em contato térmico com o meio de regulação de calor e um segundo trocador de calor externo ao meio de regulação de calor. O segundo trocador de calor pode ser configurado de tal modo que, em uso, o fluido de transferência de calor passe a partir de uma saída do primeiro trocador de calor até uma entrada do segundo trocador de calor. O segundo trocador de calor pode ser configurado de tal modo que, em uso, o fluido de transferência de calor passe a partir de uma saída do segundo trocador de calor até uma entrada do primeiro trocador de calor, desse modo, o circuito de fluido de transferência de calor é um sistema de laço fechado. O segundo trocador de calor pode ser projetado para gerar vapor.

[0040] O fluido de transferência de calor pode ser água, que, em uso, pode ser aquecida até uma temperatura alta e/ou convertida em vapor à medida que passa através do primeiro trocador de calor. O vapor pode ser condensado de modo a formar água antes de reentrar no primeiro trocador de calor. O dispositivo de coleta de energia solar pode compreender um purificador de água, por exemplo, um sistema de osmose reversa e/ou um deionizador, que serve para purificar a água antes de a dita água entrar no primeiro trocador de calor. O purificador de água pode ser capaz de purificar a água até uma pureza de pelo menos cerca de 99%, ou pelo menos cerca de 99,9% em uma base de peso/volume. Em alguns casos, até uma pureza de 99,99999%. Tipicamente, um sistema de osmose reversa remove até cerca de 98% dos sólidos dissolvidos. Se este for seguido por um deionizador (trocador de íons), a água pode ser aperfeiçoada até cerca de 20ppb de sólidos dissolvidos.

[0041] O segundo trocador de calor pode ser acoplado a um

gerador de eletricidade ou a uma caldeira para gerar vapor, e, no caso onde se produz água em alta temperatura, pode ser acoplado a um dispositivo que regula a temperatura e a pressão da dita água para uso em aplicações industriais. Pode ser projetado para gerar vapor. Isto pode ser realizado passando-se a água através de um tubo do segundo trocador de calor.

[0042] O dito segundo trocador de calor sistema pode usar ou não a água que não foi purificada, conforme descrito anteriormente.

[0043] O dispositivo de coleta de energia solar pode ser capaz de proporcionar uma saída de energia que decai não mais de 5% quando a energia solar incidente sobre o concentrador de energia solar for bloqueada durante não mais de 1 minuto. Pode ser capaz de proporcionar uma saída de energia que decai não mais de 10% quando a energia solar incidente sobre o concentrador de energia solar for bloqueada durante não mais de cerca de 16 horas. A espessura do meio de regulação de calor e/ou a capacidade térmica do meio de regulação de calor podem estar de acordo com os critérios anteriores. O dispositivo pode ser usado para regular o tempo que a energia solar pode ser usada para gera eletricidade ou produzir vapor ou água em alta temperatura para propósitos industriais ou para outros propósitos.

[0044] Em uma modalidade, proporciona-se um dispositivo de coleta de energia solar que compreende:

- um coletor solar que compreende:
- um meio de regulação de calor de grafite que define uma cavidade e é dotado de uma abertura que se comunica com a cavidade de modo a permitir que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura;
- uma camada termicamente isolante pelo menos parcialmente que circunda o meio de regulação de calor;
- um flange que compreende um material de flange em alta

temperatura que circunda a abertura;

- um dispositivo de coleta de energia disposto na cavidade e em contato térmico com o meio de regulação de calor para coletar a energia solar que entra na cavidade;

- uma camada protetora sobre uma superfície do dispositivo de coleta de energia adjacente à cavidade; e

- um trocador de calor em contato térmico com o meio de regulação de calor, sendo que o dito trocador de calor compreende uma tubulação de troca de calor capaz de aceitar um fluido de transferência de calor; e

- um concentrador de energia solar capaz de concentrar energia solar e disposto de modo que seja capaz de direcionar a energia solar concentrada através da abertura do coletor solar e na cavidade.

[0045] Em outra modalidade, proporciona-se um dispositivo de coleta de energia solar que compreende:

- um coletor solar que compreende:

- um meio de regulação de calor de grafite que define uma cavidade e é dotado de uma abertura que se comunica com a cavidade de modo a permitir que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura;

- uma camada termicamente isolante que circunda pelo menos parcialmente o meio de regulação de calor;

- um flange que compreende um material de flange em alta temperatura que circunda a abertura;

- um dispositivo de coleta de energia disposto na cavidade e em contato térmico o meio de regulação de calor para coletar a energia solar que entra na cavidade;

- uma camada protetora sobre uma superfície do dispositivo de coleta de energia adjacente à cavidade; e

- um trocador de calor em contato térmico com o meio de

regulação de calor, sendo que o dito trocador de calor compreende uma tubulação de troca de calor capaz de aceitar um fluido de transferência de calor; e

- um concentrador de energia solar capaz de concentrar energia solar e disposto de modo que seja capaz de direcionar a energia solar concentrada através da abertura do coletor solar e na cavidade, sendo que o dito concentrador compreende um arranjo de refletores e um dispositivo de rastreamento que serve para mover os refletores com a finalidade de direcionar a energia solar concentrada através da abertura do coletor solar e na cavidade do mesmo.

[0046] Em outra modalidade, proporciona-se um dispositivo de coleta de energia solar que compreende:

- um coletor solar de acordo com o primeiro aspecto;
- uma torre na qual o coletor solar é montado por meio de pelo menos três, opcionalmente quatro, pólos substancialmente verticais;

- um concentrador de energia solar capaz de concentrar energia solar e disposto de modo que seja capaz de direcionar a energia solar concentrada através da abertura do coletor solar e na cavidade, sendo que o dito concentrador compreende um arranjo de refletores tendo um corredor sem refletores correspondente a cada um dos pólos substancialmente verticais, desse modo, o arranjo é capaz de direcionar a energia solar concentrada entre os pólos sem direcionar quantidades substanciais de energia solar nos pólos;

- um controlador de módulo que serve para controlar a operação do dispositivo de coleta solar.

[0047] Em um terceiro aspecto da invenção, proporciona-se um sistema de coleta de energia solar que compreende uma pluralidade de coletores de energia solar, cada um estando de acordo com o primeiro aspecto (conforme descrito anteriormente), e pelo menos um

concentrador de energia solar. Cada coletor de energia solar é disposto de modo que seja capaz de receber a energia solar concentrada a partir de pelo menos um concentrador de energia solar.

[0048] As opções a seguir podem ser usadas em conjunto com o terceiro aspecto, seja individualmente ou em qualquer combinação adequada.

[0049] O sistema de coleta de energia solar pode compreender apenas um concentrador de energia solar. O concentrador de energia solar pode ser disposto com a finalidade de que seja capaz de direcionar a energia solar concentrada à abertura de pelo menos um entre os ditos coletores de energia solar quando a energia solar se chocar sobre o dito concentrador de energia solar, opcionalmente, à abertura de cada coletor (embora de modo não necessariamente simultâneo).

[0050] O concentrador de energia solar pode compreender um arranjo de refletores solares.

[0051] O sistema de coleta de energia solar pode compreender uma pluralidade de dispositivos de coleta de energia solar, sendo que os ditos dispositivos estão de acordo com o segundo aspecto (conforme descrito anteriormente). Esses dispositivos podem ser acoplados com a finalidade de gerar uma única saída de energia do sistema.

[0052] Pelo menos alguns, opcionalmente todos, os dispositivos de coleta de energia solar podem ser conectados em série. Pelo menos alguns, opcionalmente todos, podem ser conectados em paralelo. Em algumas some modalidades, alguns dispositivos de coleta solar são conectados em série e alguns em paralelo.

[0053] O sistema de coleta de energia solar pode ser de tal modo que cada dispositivo de coleta de energia solar seja acoplado a um gerador de eletricidade correspondente separado que seja capaz de ser acionado por um fluido de transferência de calor aquecido. Em uso, a energia solar incidente sobre o concentrador de energia solar de cada

dispositivo de coleta de energia solar pode ser transmitida sob a forma de calor ao fluido de transferência de calor, que é transferido ao gerador de eletricidade correspondente com a finalidade de gerar energia elétrica ou para utilizações industriais, ou outras. A energia elétrica proveniente dos ditos geradores, ou do vapor ou da água quente em alta temperatura, pode ser combinada de modo a proporcionar a única saída de energia do sistema.

[0054] O sistema de coleta de energia solar pode ser de tal modo que todos os dispositivos de coleta de energia solar sejam acoplados a um gerador de eletricidade, a uma saída de vapor ou água quente no caso de vapor industrial ou água quente em alta temperatura. Em uso, a energia solar incidente sobre o concentrador de energia solar de cada dispositivo de coleta de energia solar pode ser transmitida sob a forma de calor ao fluido de transferência de calor, que é transferido ao gerador de eletricidade com a finalidade de gerar energia elétrica, ou a um local para uso (por exemplo, incluindo uma caldeira) no caso de vapor industrial ou água quente em alta temperatura, que representa a única saída de energia do sistema.

[0055] O sistema pode compreender, ainda, um dispositivo de rastreamento, ou mais de um dispositivo de rastreamento, que serve para mover os concentradores de energia solar ou partes dos mesmos com a finalidade de direcionar a energia solar concentrada através das aberturas dos coletores solares e nas cavidades dos mesmos.

[0056] Cada dispositivo de coleta de energia solar do sistema pode compreender um circuito de fluido de transferência de calor que compreende um primeiro trocador de calor em contato térmico com o meio de regulação de calor e a tubulação externa do trocador de calor externa ao meio de regulação de calor. A tubulação externa do trocador de calor pode ser configurada de tal modo que, em uso, o fluido de transferência de calor passe a partir de uma saída do primeiro trocador

de calor até uma entrada da tubulação externa do trocador de calor e a partir de uma saída do segundo trocador de calor até uma entrada do primeiro trocador de calor, desse modo, o circuito de fluido de transferência de calor é um sistema de malha fechada. A tubulação externa dos trocadores de calor dos dispositivos de coleta de energia solar pode formar parte de um sistema trocador de calor que serve para transferir energia térmica a partir dos dispositivos de coleta de energia solar até um segundo fluido.

[0057] A tubulação externa do trocador de calor pode ser acoplada a uma turbina que, sucessivamente, é acoplada a um gerador de eletricidade (ac ou dc) para gerar eletricidade ou a um dispositivo para utilizar o vapor ou a água quente (por exemplo, uma caldeira) no caso de vapor industrial ou água quente em alta temperatura. A mesma pode ser acoplada a um gerador de vapor (por exemplo, caldeira) que serve para converter água em estado líquido em vapor. Em alguns casos, produz-se uma mistura de vapor e água quente em alta temperatura.

[0058] A água a ser usada em um sistema de malha fechada deve ter um nível de pureza bastante alto. Comumente, a mesma é purificada por meio de um sistema de osmose reversa. Então, é enviada a um tanque de retenção (também denominado como tanque de condensação). Se for necessária água de reposição (por exemplo, para repor as perdas devido a pequenos vazamentos, evaporação etc.), esta também pode ser purificada, por exemplo, utilizando-se osmose reversa opcionalmente junto à deionização, antes de ser adicionada ao tanque de retenção.

[0059] Através da geração elétrica, o vapor usado na turbina passa primeiramente para um condensador que o condensa de modo a formar água em estado líquido, que é, então, retroalimentada ao tanque de condensação para reutilização. Em alguns casos, este pode passar através de dois sistemas de trocador de calor (um no coletor solar e um

externo ao mesmo) se este for o meio desejado de gerenciar a saída de qualidade de vapor. Em ambos os casos, a água passa através de um condensador até o tanque de retenção para reutilização. Antes de ser reutilizada, logo após sair do tanque de condensação para retornar ao primeiro trocador de calor, a água pode passar através de um processo de "polimento" para remover as impurezas acumuladas. Um processo de polimento adequado é um processo de deionização.

[0060] Com aplicações de vapor industrial ou água quente em alta temperatura, o sistema de trocador de calor interno no coletor solar opera da mesma forma conforme descrito anteriormente, no entanto, o segundo trocador de calor pode ou não ser usado para o mesmo propósito de geração elétrica ou controle de qualidade de vapor descrito anteriormente. O segundo trocador de calor pode estar localizado em um sistema de caldeira no qual a água quente e/ou o vapor proveniente do primeiro trocador de calor é usado para aquecer o fluido de caldeira (que pode ser água ou algum outro fluido adequado). O segundo trocador de calor pode estar localizado na caldeira e pode conter água menos pura do que aquela usada na malha fechada e que pode ser usado, por exemplo, para aplicações de processo. O mesmo pode ser usado em aplicações de alta pressão. Esta água não é recuperada no sistema da presente invenção. A água pode ser água salgada ou alguma outra água de baixa qualidade. No entanto, a reutilização do primeiro trocador de calor água (ou seja, a água com alta pureza na malha fechada) ocorre conforme descrito anteriormente pra um ciclo de geração elétrica. Em alguns casos, portanto, o segundo fluido é água, desse modo, o sistema produz vapor no segundo trocador de calor.

[0061] O sistema de coleta de energia solar pode compreender um controlador de estação que serve para controlar os dispositivos de coleta de energia solar e/ou o(s) concentrador(es) de energia solar. O controlador pode ser acoplado ao(s) concentrador(es) de energia solar

com a finalidade de aumentar ou diminuir a entrada total de energia solar aos coletores de energia solar, conforme a necessidade. Isto pode ser alcançado, por exemplo, manobrando-se um ou mais concentradores de energia solar.

[0062] Em um quarto aspecto da invenção, proporciona-se um método para coletar e regular a energia solar, sendo que o dito método compreende:

a) proporcionar um dispositivo de coleta de energia solar de acordo com o terceiro aspecto; e

b) permitir que a energia solar se choque contra o concentrador de energia solar do dito dispositivo; concentrando, assim, a dita energia solar no coletor solar do dito dispositivo com a finalidade de aquecer o meio de regulação de calor do dito dispositivo.

[0063] As opções a seguir podem ser usadas em conjunto com o quarto aspecto, seja individualmente ou em qualquer combinação adequada.

[0064] O método pode compreender mover os concentradores de energia solar) ou uma parte destes por meio de um dispositivo de rastreamento com a finalidade de direcionar a energia solar através da abertura do coletor solar.

[0065] A etapa a) (acima) pode compreender controlar o(s) concentrador(es) de energia solar com a finalidade de direcionar a energia solar concentrada na abertura. O(s) concentrador(es) de energia solar pode(m) compreender um arranjo de refletores, neste caso, a etapa de controlar pode compreender detectar uma temperatura em uma posição no coletor de energia solar e, se necessário, orientar pelo menos um dos ditos refletores a uma orientação sem coleta com a finalidade de evitar que a dita temperatura exceda um limite superior predeterminado. O limite superior pode ser predeterminado com a finalidade de evitar danos aos materiais do coletor de energia solar.

Pode ser predeterminado para aperfeiçoar a eficiência do coletor. O método pode compreender passar um sinal relacionado à temperatura a partir de um ou mais pares termoeletricos dispostos no coletor de energia solar até um controlador de módulo. Se necessário, um sinal de controle pode ser gerado no dito controlador de módulo e enviado a um ou mais motores. Cada um dos motores é acoplado a um dos refletores. Isto permite o controle da orientação dos refletores.

[0066] O método pode compreender, ainda, controlar os concentradores de energia solar de tal modo que os ditos concentradores estejam em uma orientação sem coleta, e inserir um plugue com a finalidade de restringir as perdas de calor a partir da cavidade do coletor de energia solar quando for desejado não coletar a energia solar. No caso onde o concentrador solar compreende uma pluralidade de refletores, a orientação de não-concentração pode ser aquela na qual os ditos refletores se encontram em uma orientação substancialmente horizontal. Isto minimiza as chances de danos aos refletores a partir de grandes rajadas de vento quando não estiverem em uso. O plugue pode ser inserido na abertura do coletor de energia solar ou na abertura para blindagem na blindagem (se presente).

[0067] O método pode compreender, ainda, remover o plugue com a finalidade de permitir que a energia térmica concentrada entre na cavidade através da abertura e controlar o concentrador de energia solar de tal modo que o dito concentrador esteja em uma orientação de coleta na qual se direciona a energia solar concentrada através da abertura na cavidade, quando for novamente desejado coletar a energia solar.

[0068] O método pode compreender passar um fluido de transferência de calor através da tubulação do trocador de calor disposta no meio de regulação de calor com a finalidade de aquecer o dito fluido de transferência de calor. O fluido de transferência de calor

aquecido pode, então, ser passado por um segundo trocador de calor com a finalidade de aquecer um segundo fluido de transferência de calor no dito segundo trocador de calor. O segundo fluido de transferência de calor aquecido pode, então, ser usado para gerar eletricidade ou gerar vapor ou água quente em alta temperatura.

[0069] O dispositivo de coleta de energia solar pode ser controlado com a finalidade de gerar vapor ou água quente em alta temperatura com temperatura, pressão e taxa de vazão substancialmente constantes.

[0070] A tubulação do trocador de calor e do segundo trocador de calor pode formar partes de uma malha fechada, desse modo, o fluido de transferência de calor é retornado a partir do segundo trocador de calor até a tubulação do trocador de calor. O fluido de transferência de calor pode ser purificado antes de ser retornado à tubulação do trocador de calor. A purificação pode ocorrer, por exemplo, através de troca de íons etc. O fluido de transferência de calor pode ser água, que é convertida em vapor à medida que passa através da tubulação do trocador de calor e condensada em água líquida antes de ser retornada à tubulação do trocador de calor.

[0071] O meio de regulação de calor pode ser mantido em uma atmosfera de gás inerte. O gás inerte pode ser mantido em uma pressão ligeiramente maior que a pressão atmosférica. O método pode compreender detectar uma pressão no coletor de energia solar e, se necessário, ajustar a pressão do gás inerte no dito coletor com a finalidade de manter a pressão no dito coletor em uma faixa predeterminada de pressão. Em um exemplo, o método compreende passar um sinal relacionado à pressão a partir de um sensor de pressão no coletor de energia solar até um controlador de módulo, se necessário, gerar um sinal de controle em resposta ao sinal relacionado à pressão e passar o sinal de controle (se gerado) a uma válvula

controlável na linha de gás que leva a partir de um reservatório do gás inerte até o coletor de energia solar com a finalidade de induzir a abertura da dita válvula durante um período de tempo suficiente para que a pressão no coletor de energia solar retorne à faixa predeterminada de pressão.

[0072] O dispositivo de coleta de energia solar pode formar parte de um sistema de coleta de energia solar, conforme descrito anteriormente. O sistema pode ter uma única saída do sistema. A única saída do sistema pode compreender vapor, água quente em alta temperatura ou energia elétrica. O método pode compreender combinar as saídas a partir dos dispositivos de coleta de energia solar do dito sistema de coleta de energia solar com a finalidade de formar a única saída do sistema. Os dispositivos de coleta de energia solar do dito sistema de coleta de energia solar podem ser controlados por meio de um controlador de estação capaz de ligar ou desligar um ou mais dispositivos, conforme a necessidade, de modo a obter uma qualidade desejada de saída de energia do sistema. A comutação pode compreender retornar o concentrador de energia solar do dispositivo em uma orientação sem coleta. Pode compreender a inserção de um plugue. O sistema pode ser controlado com a finalidade de obter uma qualidade substancialmente constante de saída de energia do sistema. A qualidade constante pode compreender voltagem e corrente constantes de uma saída elétrica, ou pressão e temperatura constantes, e, opcionalmente, volume e taxa de vazão, de uma saída de vapor ou água quente em alta temperatura.

[0073] Em um quinto aspecto da invenção, proporciona-se um método de gerar eletricidade que compreende:

- proporcionar um dispositivo de coleta de energia solar de acordo com o segundo aspecto, sendo que o dito dispositivo compreende um trocador de calor em contato térmico com o meio de

regulação de calor, sendo que o trocador de calor é acoplado a um gerador de eletricidade que seja capaz de ser acionado por um fluido de transferência de calor aquecido;

- permitir que a energia solar se choque contra o concentrador de energia solar do dito dispositivo com a finalidade de aquecer um fluido de transferência de calor no trocador de calor do dispositivo; e

- passar o fluido de transferência de calor aquecido ao gerador do dito dispositivo com a finalidade de induzir o dito gerador a converter energia térmica no dito fluido de transferência de calor aquecido em eletricidade.

[0074] O método pode compreender mover o concentrador de energia solar ou uma parte do mesmo por meio de um dispositivo de rastreamento com a finalidade de direcionar a energia solar através da abertura do coletor solar.

[0075] Em um sexto aspecto da invenção, proporciona-se o uso de um coletor solar ou um dispositivo de coleta de energia solar ou um sistema de coleta de energia solar de acordo com a invenção para geração de eletricidade e/ou vapor. A geração pode ser contínua.

[0076] Em um sétimo aspecto da invenção, proporciona-se uma chapa do meio de regulação de calor tendo:

[0077] uma face superior e uma face inferior, sendo que as ditas faces superior e inferior são substancialmente paralelas,

[0078] uma borda de contato substancialmente retilínea do dispositivo de coleta de energia entre, e substancialmente ortogonal a, ditas faces superior e inferior; e

[0079] uma borda externa oposta à dita borda de contato do dispositivo de coleta de energia e substancialmente ortogonal às ditas faces superior e inferior.

[0080] Na chapa, as faces superior e inferior têm uma ranhura

estendendo-se em ambas as extremidades até uma borda da chapa para aceitar uma tubulação do trocador de calor. Pode compreender, por exemplo, 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 ranhuras. A(s) ranhura(s) é(são) aproximadamente paralela(s) ao dispositivo de coleta de energia em contato com a borda. A borda de contato do dispositivo de coleta de energia se une a uma borda angulada em ambas as extremidades. As bordas anguladas são anguladas em cerca de 45 graus em relação à borda de contato do dispositivo de coleta de energia e são substancialmente ortogonais às faces superior e inferior.

[0081] A chapa pode ser conformada de tal modo que quatro das ditas chapas possam ser dispostas de modo que cada face angulada fique voltada para uma borda angulada de uma chapa adjacente, de modo que a borda de contato do dispositivo de coleta de energias das chapas descreva um quadrado. O meio de regulação de calor pode compreender grafite ou partículas de grafite incrustadas em uma matriz termicamente condutiva. Podem-se utilizar, também, outros meios de regulação de calor, conforme descrito no presente documento.

[0082] A chapa pode ter suportes angulados na extremidade com a finalidade de proporcionar uma espessura de grafite ao redor da cavidade receptora. Dois cantos de 45 graus juntos formam um meio adequadamente forte de alcançar um revestimento interno. A chapa pode ser afunilada em direção ao suporte por razões de resistência mecânica. O suporte pode ser vulnerável à fratura e o ângulo obtuso minimiza o efeito de concentração de tensão já que o grafite é frágil.

[0083] Em um oitavo aspecto da invenção, proporciona-se uma montagem de chapa que compreende uma pluralidade de conjuntos de chapa, sendo que cada conjunto de chapa compreende quatro chapas. Cada chapa é descrita anteriormente (no sétimo aspecto). As chapas são dispostas de tal modo que a borda de contato dos dispositivos de coleta de energia das chapas descreva um quadrado. Os conjuntos de

chapa definem um espaço interno tendo quatro faces retangulares verticais. A montagem de chapa também compreende um dispositivo de coleta de energia que compreende quatro painéis retangulares verticais, sendo que cada um dos ditos painéis está em contato térmico com uma das ditas faces retangulares verticais e a tubulação do trocador de calor disposta nas ranhuras nas chapas.

[0084] O dispositivo de coleta de energia pode compreender um topo quadrado fixado a uma borda horizontal superior dos quatro painéis verticais (ou de cada um dos quatro painéis verticais) e pelo menos uma chapa do meio de regulação de calor acima e em contato térmico com o topo quadrado.

[0085] A montagem de chapa também pode compreender um cano múltiplo de distribuição de descarga e um cano múltiplo de distribuição de admissão, cada um estando em comunicação fluídica com a tubulação do trocador de calor. Em algumas modalidades, existem mais de um conjunto de tubulação do trocador de calor estendendo-se entre os canos múltiplos de distribuição de descarga e admissão, podem existir, por exemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ou 12 ou mais de 12 conjuntos de tubulação do trocador de calor. Podem existir, por exemplo, dois conjuntos próximos a cada face do dispositivo de coleta de energia (ou seja, um total de 8 conjuntos de tubulação do trocador de calor).

[0086] A chapa mais inferior do conjunto de montagem de chapa pode estar situada sobre um material termicamente isolante, que pode compreender uma ou mais camadas de tijolo de cerâmica ou azulejos de cerâmica.

[0087] Podem existir espaços entre as chapas de cada conjunto de chapas (em particular, entre as faces anguladas das chapas) de modo a permitir uma expansão térmica da montagem em uso.

[0088] Em um nono aspecto da invenção, proporciona-se um

método para preparar um coletor solar. O método compreende proporcionar uma tubulação do trocador de calor e uma montagem entre as ditas porções de tubulação e uma pluralidade de chapas do meio de regulação de calor de tal modo que o meio de regulação de calor entre em contato com as quatro faces verticais externas e com o topo do dispositivo de coleta de energia. A tubulação do trocador de calor compreende uma pluralidade de porções de tubulação paralelas dispostas ao redor de um dispositivo de coleta de energia e montadas sobre uma base. O dispositivo de coleta de energia compreende quatro painéis retangulares verticais dispostos em um tipo quadrado fixado a uma borda horizontal superior dos quatro painéis verticais.

[0089] A etapa de montagem pode ocorrer de tal modo que as porções de tubulação paralelas sejam dispostas dentro das ranhuras formadas nas faces das chapas do meio de regulação de calor. A mesma pode compreender deslizar as chapas a partir do lado de tal modo que as porções de tubulação paralelas sejam dispostas dentro das ranhuras. A montagem pode ocorrer de tal modo que uma ranhura semicircular em uma das chapas fique voltada para uma ranhura semicircular correspondente em uma chapa adjacente com a finalidade de formar um orifício cilíndrico no qual se dispõe uma porção de tubulação da tubulação do trocador de calor.

[0090] O método pode compreender, ainda, fixar as chapas em posição. Este pode ser realizado após a montagem das chapas. O método pode compreender, ainda, localizar um sólido termicamente isolante ao redor da parte externa do meio de regulação de calor. Pode compreender, ainda, localizar o dispositivo de coleta de energia, as chapas montadas e o sólido termicamente isolante em um compartimento e vedar o dito compartimento a uma borda inferior do dispositivo de coleta de energia. Uma fonte de gás inerte pode ser acoplada ao compartimento com a finalidade de permitir que o gás inerte

se espalhe através do sólido termicamente isolante. O método pode compreender passar o gás inerte através do compartimento com a finalidade de expandir o sólido termicamente isolante e deslocar o oxigênio contido no mesmo.

[0091] O método pode compreender, ainda, a etapa de inserir um ou mais pares termoelétricos através do compartimento no meio de regulação de calor através de orifícios pré-formados no dito compartimento e no meio de regulação de calor.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0092] Descreve-se, agora, uma modalidade preferencial da presente invenção, apenas a título de exemplos, com referência aos desenhos em anexo, onde:

[0093] A Figura 1 é uma representação diagramática de um coletor para uso no dispositivo de coleta de energia solar;

[0094] As Figuras 2 e 2A são representações diagramáticas de um dispositivo de coleta de energia solar de acordo com a presente invenção;

[0095] A Figura 3 mostra representações computacionais de sistemas de coleta de energia solar; e

[0096] A Figura 4 mostra uma representação diagramática de um sistema de coleta de energia solar;

[0097] A Figura 5 mostra um gráfico de temperaturas em um coletor solar e do isolamento ao coletor;

[0098] As Figuras 6 a 9 são fotografias dos coletores solares, conforme descrito no presente documento;

[0099] A Figura 10 mostra desenhos de uma chapa de material de regulação térmica;

[00100] As Figuras 11 a 16 mostram representações diagramáticas de diferentes aspectos do coletor solar;

[00101] As Figuras 17 a 28 são fotografias do coletor e porções do

mesmo, durante a construção e na forma final; e

[00102] As Figuras 28 e 29 ilustram aplicações da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[00103] A presente invenção se refere a um coletor solar, e a um dispositivo de coleta de energia solar que compreende um concentrador de energia solar e o coletor solar. Em particular, se refere à coleta de energia térmica solar concentrada e ao controle do tempo de transferência desta energia térmica a um sistema de trocador de calor antes de sua extração para uso subsequente. O concentrador e o coletor podem ser dispostos de tal modo que a energia solar que se choca sobre o concentrador seja concentrada em uma região de coleta do coletor. A energia coletada pode, então, ser transferida a partir do material de transferência térmica no coletor para um fluido de transferência de calor no trocador de calor.

[00104] O meio de regulação de calor pode ser um sólido. Os sólidos de regulação térmica adequados têm comumente um alto teor de carbono. Os materiais adequados incluem, por exemplo, grafite, partículas de grafite incrustadas em uma matriz termicamente condutiva, tal como uma matriz metálica (por exemplo, cobre, ouro, alumínio, prata, misturas ou ligas de dois ou mais desses), ferro fundido (opcionalmente sob a forma de blocos), aço, alumínio, cobre, alumina, sílica, aluminossilicatos, carboneto de silício, nitreto de silício, tijolo refratário, cromita, magnetita, concreto refratário denso ou uma mistura de qualquer dois ou mais desses. Outros materiais adequados incluem óxidos metálicos, tal como óxido de berílio, óxido de magnésio, óxido de cálcio, óxido de estrôncio, óxido de ósmio, trióxido de lantânio, trióxido de ítrio, trióxido de escândio, dióxido de titânio, dióxido de zircônio, dióxido de háfnio, pentóxido de tântalo, pentóxido de nióbio, alumina, sílica, óxido de níquel, e outros materiais inorgânicos, tais como nitreto de silício, carboneto de silício, carboneto de boro, carboneto de tântalo,

carboneto de titânio, carboneto de tungstênio, carboneto de zircônio, nitreto de alumínio, boreto de zircônio, espinélio, mulita, fosferita, argila refratária, dolomita, magnesita, porcelanas com alto teor de alumina, porcelanas com alto teor de magnésia, silimanita, cianita, silicato de zircônio e misturas de qualquer dois ou mais desses. O grafite pode ter alta pureza, por exemplo, pelo menos cerca de 95%, ou pelo menos cerca de 96, 97, 98, 99, 99,5, 99,9, 99,95 ou 99,99, ou cerca de 95 a cerca de 99,99% ou cerca de 95 a 99,9, 95 a 99, 99 a 99,99, 99,9 a 99,99, 99 a 99,9 ou 99 a 99,5, por exemplo, cerca de 95, 96, 97, 98, 99, 99,1, 99,2, 99,3, 99,4, 99,5, 99,6, 99,7, 99,8, 99,9, 99,91, 99,92, 99,93, 99,94, 99,95, 99,96, 99,97, 99,98 ou 99,99%. O mesmo pode ter um baixo teor de cinzas. O teor de cinzas pode ser menor que cerca de 3%, ou menor que cerca de 2, 1,5, 1, 0,5 ou 0,2%. O meio de regulação de calor deve ter uma alta capacidade térmica, por exemplo, acima de cerca de 1.Jcm-3.K-1, ou pelo menos cerca de 1,1, 1,2, 1,3, 1,4 o,u 1,5 J.cm-3.K-1, ou cerca de 1 a 5, 1 a 3, 1,5 a 5 ou 1,5 a 3 J. cm-3.K-1, por exemplo, cerca de 1,1, 1,2, 1,3, 1,4 ou 1,5 J.cm-3.K-1. Deve-se ter, também, uma alta condutividade térmica, por exemplo, pelo menos cerca de- 100W/m.K, ou pelo menos cerca de 150 ou 200W/m.K, ou cerca de 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 ou 200 W/m.K. O mesmo também deve ser capaz de suportar altas temperaturas, tais como aquelas presentes em uso no dispositivo, sem degradação ou vaporização substancial, opcionalmente sem derretimento ou fratura. Deve ser capaz de suportar temperaturas de pelo menos cerca de 1000°C, ou pelo menos cerca de 1500 ou 2000°C, por exemplo, capaz de suportar uma temperatura de cerca de 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100 ou 2200°C, sem degradação ou vaporização substancial, opcionalmente sem derretimento ou fratura. O meio de regulação de calor pode estar sob a forma de uma camada. A camada pode ter cerca de 10 a cerca

de 1500mm de espessura, ou cerca de 10 a 1000, 10 a 500, 10 a 250, 10 a 100, 10 a 50, 10 a 20, 20 a 500, 100 a 500, 200 a 500, 50 a 200, 50 a 100, 500 a 1500, 1000 a 1500, 500 a 100 ou 100 a 200mm de espessura, por exemplo, cerca de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400 ou 1500mm de espessura. Em algumas modalidades, o meio de regulação de calor é um líquido. Neste caso, os requerimentos de capacidade térmica descritos anteriormente ainda são aplicáveis, no entanto, o meio de regulação de calor pode ter uma condutividade térmica menor do que a descrita anteriormente. O meio de regulação de calor em um único coletor pode ter cerca de 2 a cerca de 20 toneladas ou mais, ou cerca de 2 a 10, 2 a 5, 5 a 20, 10 a 20 ou 5 a 15 toneladas, por exemplo, cerca de 2, 3, 4, 5, 10, 15 ou 20 toneladas. Em alguns casos, particularmente onde o coletor não se encontra em uma torre, os coletores podem ter mais de 20 toneladas de meio de regulação de calor, por exemplo, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90 ou 100 toneladas. O peso total do coletor pode ser igual a cerca de 10 a cerca de 30 toneladas, ou cerca de 10 a 20, 20 a 30 ou 10 a 15 toneladas, por exemplo, cerca de 10, 15, 20, 25 ou 30 toneladas. Para meios de regulação térmica maiores, o peso total será correspondentemente maior. Uma torre e suas bases que suportam o coletor (e os pólos que suportam o coletor sobre a torre) devem ser suficientes para suportar o peso do coletor, mesmo sob uma carga de vento.

[00105] Um meio de regulação de calor comumente usado para uso na presente invenção é o grafite. Este pode ser grafite sintético. Pode ser constituído a partir de coque de petróleo. O grafite tem ocorrência natural como grafite em flocos e consiste em uma sucessão de camadas de átomos de carbono ligados em uma estrutura cristalina hexagonal plana, em folhas em camadas similares à mica. Geralmente, este

produto não é processado em blocos de grafite, porém, é usado para constituir itens como bocais e caçarolas.

[00106] Na formação de grafite sintético, por exemplo, para uso na presente invenção, um método adequado envolve aquecer o piche de petróleo de modo a remover os compostos voláteis e formar coque de petróleo. Este coque de petróleo calcinado é triturado e classificado por tamanho. O grão medido é, então, re combinado em razões ajustadas com piche líquido quente. Este é misturado em uma pasta e, então, extrudado ou pressionado em blocos de formato e tamanho desejados. Os blocos redondos, como eletrodos, são comumente extrudados, enquanto os blocos retangulares são comumente pressionados. Existem muitos processos de pressionamento, porém, tipicamente, o grau de bloco de grafite usado na presente invenção é pressionado por vibração. A ideia de pressionar por vibração consiste em eliminar as falhas que ocorreriam se a vibração não fosse empregada no processo de pressionamento. Os grãos na mistura podem se mover de modo a permitir que o ar aprisionado escape e auxilie na consolidação. Esses blocos são, então, aquecidos com gás até uma temperatura de cerca de 1200°C a 1300°C de modo a remover os compostos voláteis e cozer os blocos. Os blocos são, então, resfriados e impregnados a vácuo com piche líquido quente. Os blocos são, então, recozidos de modo a remover os compostos voláteis do piche.

[00107] Logo, inicia-se o processo de grafitização. Tipicamente, o ciclo dura cerca de 100 horas para blocos grandes, tais como aqueles usados na presente invenção. A transição para grafite ocorre em uma taxa mais veloz à medida que a temperatura é aumentada. A grafitização ocorre fracamente a partir de cerca de 1500°C e os blocos usados na presente invenção são tipicamente aquecidos até pelo menos cerca de 2400°C até um máximo de cerca de 2500°C. Os blocos são apenas mantidos na temperatura máxima durante cerca de 1 a 2

horas, já que em temperaturas elevadas o processo de grafitação procede rapidamente. Quanto maior a temperatura de grafitação, melhor ordenada será a estrutura cristalina e menor será a resistência elétrica. Com a resistência elétrica inferior, a condução térmica do grafite aumenta. A desvantagem do produto é que com baixa resistividade elétrica, a resistência mecânica do bloco diminui. A temperatura de grafitação é crítica às propriedades físicas que o grafite exhibe.

[00108] O meio de regulação de calor na presente invenção define uma cavidade ou câmara. Exceto onde expresso em contrário, o coletor solar compreende um regulador de calor que define uma cavidade, sendo que o regulador de calor compreende, ou consiste essencialmente em, um meio de regulação de calor. O regulador de calor tem uma abertura que se comunica com a cavidade de tal modo que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura. Desta forma, a energia solar é capaz de aquecer o regulador de calor. A radiação solar que entra na cavidade pode ser parcialmente absorvida com a finalidade de aquecer o regulador de calor, e parcialmente refletida. A porção refletida pode ser refletida com a finalidade de impactar uma parte diferente do regulador de calor, e, novamente, pode ser parcialmente absorvida e parcialmente refletida. Portanto, várias reflexões resistem na absorção efetiva da maioria da energia solar incidente, de tal modo que apenas uma pequena porção escape através da abertura. Menos de cerca de 20% da energia incidente pode escapar, ou menos de cerca de 10 ou 5%. O restante será absorvido com a finalidade de aquecer o regulador de calor.

[00109] O meio de regulação de calor pode ser proporcionado em uma única porção ou monólito, ou pode ser proporcionado em mais de uma seção. Essas seções podem estar, pelo menos parcialmente, em contato térmico entre si. As seções podem ser dispostas com a

finalidade de permitir uma expansão térmica das mesmas sem causar danos físicos ao coletor solar. Em algumas modalidades, onde o meio de regulação de calor se encontra no formato de um cubo tendo uma cavidade cúbica no mesmo, o meio de regulação de calor pode compreender uma série de seções trapezoidais que se encaixam de modo a formar o formato cúbico geral (opcionalmente junto com outras seções conformadas, por exemplo, seções quadradas). O meio de regulação de calor pode ser disposto em camadas. Isto pode facilitar a construção do coletor solar (ou do regulador térmico). Portanto, pode ser conveniente transportar o meio de regulação de calor e outras porções do coletor solar ao local onde o sistema deverá estar localizado e encaixá-las juntas no local de modo a formar o regulador de calor. A provisão do meio de regulação de calor em camadas (ou porções de camadas) também pode facilitar a fabricação, em particular, pode facilitar o encaixe do trocador de calor no coletor solar. Portanto, os tubos de troca de calor, ou porções destes, podem ser encaixados ao redor de uma camada do meio de regulação de calor, ou porção de uma camada, e essas camadas ou porções podem, então, ser encaixadas juntas ao se construir o coletor solar de tal modo que os tubos de troca de calor sejam pelo menos parcialmente embutidos no meio de regulação de calor com a finalidade de facilitar a troca de calor eficiente entre o meio de regulação de calor e um fluido de troca de calor nos tubos de troca de calor, em particular, o meio de regulação de calor pode estar sob a forma de uma pluralidade de chapa. Essas chapas podem ter cerca de 20 a cerca de 200 mm de espessura, ou cerca de 20 a 150, 20 a 100, 50 a 200, 100 a 200, 50 a 150 ou 50 a 100 mm de espessura, por exemplo, cerca de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180 ou 200 mm de espessura. Neste contexto, a espessura representa a dimensão vertical quando as chapas forem montadas. Cada chapa pode pesar cerca de 50 a cerca de 200kg, ou cerca de 50

a 100, 100 a 200, 100 a 150, 70 a 130, 50 a 80, 70 a 100 ou 60 a 80 kg, por exemplo, cerca de 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 ou 200 kg. As chapas podem ter ranhuras em suas faces superiores e/ou inferiores nas quais a tubulação de troca de calor pode ser encaixada. As ranhuras podem ser semicirculares, quadradas, retangulares, trapezoidais, triangulares ou algum outro formato em corte transversal. Nas modalidades preferenciais, as ranhuras são semicirculares, e são dispostas de tal modo que, quando montadas no coletor solar, uma ranhura em uma face de uma chapa junto a uma ranhura correspondente em uma face de uma chapa adjacente forme uma ranhura com uma seção transversal circular adequada para encaixar uma porção cilíndrica da tubulação de troca de calor. As chapas podem ter uma profundidade de cerca de 10 a cerca de 1500 mm de espessura ou cerca de 10 a 1000, 10 a 500, 10 a 250, 10 a 100, 10 a 50, 10 a 20, 20 a 50, 100 a 500, 200 a 500, 50 a 200, 50 a 100, 500 a 1500, 1000 a 1500, 500 a 100 ou 100 a 200 mm de espessura, por exemplo, cerca de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400 ou 1500 mm de espessura. A dimensão representa a espessura do meio de regulação de calor (ou seja, a distância a partir do dispositivo de coleta de energia até a parte externa do meio de regulação de calor) quando as chapas forem montadas. As ranhuras podem se estender ao longo do comprimento das chapas, e podem se estender até as bordas opostas das mesmas. Isto facilita a construção do coletor, já que permite que as chapas sejam deslizadas a partir do lado com a finalidade de encaixá-las em uma tubulação de troca de calor preexistente. Os desenhos de um projeto adequado de chapa são mostrados na Figura 10.

[00110] O coletor solar pode ter um formato geral de um cubo, um paralelepípedo retangular, um cilindro, uma esfera ou um poliedro (por

exemplo, dodecaedro, icosaedro, icosidodecaedro, triacontaedro etc.) ou algum outro formato. Pode ter uma seção transversal redonda, quadrada, retangular, pentagonal, hexagonal ou algum outro formato adequado. Pode ter uma seção transversal constante em sua altura, ou pode ter uma seção transversal variável em relação à altura. A abertura pode ser redonda, quadrada, retangular, pentagonal, hexagonal ou algum outro formato adequado. A cavidade pode ter um formato de um cubo, um paralelepípedo retangular, um cilindro, uma esfera ou um poliedro ou algum outro formato. Pode ter uma seção transversal redonda, quadrada, retangular, pentagonal, hexagonal ou algum outro formato adequado. Pode ter uma seção transversal constante em sua altura, ou pode ter uma seção transversal variável em relação à altura.

[00111] O meio de regulação de calor pode ter uma única cavidade, ou pode ter mais de uma cavidade, por exemplo, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10 ou mais de 10 cavidades. No caso onde mais de uma cavidade está presente, cada uma pode ser separada das outras pelo meio de regulação de calor, ou por alguma outra forma de separação de material. Alternativamente, pelo menos duas cavidades podem ser internamente conectadas ao coletor através de uma passagem de conexão. A passagem de conexão pode ter ar contido, ou pode ter um gás inerte, por exemplo, nitrogênio, Hélio, neon, argônio, dióxido de carbono ou algum outro gás inerte. No presente contexto, o termo "inerte" se refere ao recurso que o gás não reage substancialmente com o meio de regulação de calor na temperatura máxima operacional do coletor solar. Em algumas modalidades, a cavidade (ou cada cavidade) tem uma única abertura que se comunica com a mesma permitindo que a energia solar incidente sobre a abertura entre na cavidade através da abertura. Em outras modalidades, a cavidade (ou pelo menos uma das cavidades) tem mais de uma abertura (por exemplo, 2, 3, 4, 5 ou mais de 5) aberturas que se comunicam permitindo que a energia solar

incidente sobre as aberturas entre na cavidade através das aberturas. Comumente, embora não necessariamente, a(s) abertura(s) e a(s) cavidade(s) são orientadas com a finalidade de reduzir ou minimizar as perdas de calor a partir do coletor solar. Por esta razão, é comum que as aberturas não se comuniquem com a superfície superior do meio de regulação de calor, visto que o ar quente que sobre a partir de uma abertura em uma superfície superior facilitaria a perda de calor. Uma abertura pode se comunicar com uma superfície lateral. Pode se comunicar com uma superfície inferior. Pode se comunicar com uma borda e/ou canto inferior do meio de regulação de calor. Uma abertura em uma superfície lateral pode se comunicar com uma cavidade que se estende para cima com a finalidade de aprisionar parcialmente o gás e restringir as perdas de calor por meio dos gases aquecidos que fluem para fora da cavidade. Uma cavidade pode ter uma superfície refletiva angulada com a finalidade de restringir ou evitar a re-irradiação da energia solar que entra na cavidade.

[00112] Apesar do que foi dito anteriormente, em algumas modalidades, o meio de regulação de calor fica localizado em, ou próximo a, uma superfície do solo, de modo opcionalmente parcial, enterrado no solo. Nesses casos, pode ser conveniente ter uma abertura em uma superfície superior do meio de regulação de calor e/ou em uma borda e/ou canto superior da mesma. Nesses casos, pode ser conveniente ter uma janela de transmissão de energia solar (por exemplo, quartzo) localizadas na abertura com a finalidade de restringir perdas convectivas. Um benefício de tal configuração é que um coletor solar grande e pesado fica localizado de modo mais conveniente e seguro no, ou próximo ao, solo ao invés de em uma posição elevada, tal como em uma torre. Isto também permite que um coletor solar maior seja construído, já que não existem restrições em construir uma torre de suporte. Nesses casos, um ou mais refletores podem ser dispostos com

a finalidade de que sejam capazes de refletir a energia solar proveniente de um concentrador de energia solar através da abertura e na cavidade. Pode existir um refletor diretamente disposto acima da abertura ou podem existir vários refletores em um ângulo com uma linha vertical para cima a partir da abertura. Esses refletores podem ser planos ou côncavos, com a finalidade de focalizar, adicionalmente, a energia solar incidente na cavidade. Esses refletores podem ser suportados em uma ou mais torres.

[00113] Em algumas modalidades dos coletores solares localizados no solo, a abertura pode ser arredondada, por exemplo, esférica, ou com formato de lágrima. Isto pode servir para restringir a re-irradiação da energia solar absorvida.

[00114] O coletor solar pode empregar um plugue que fecha a abertura da cavidade de recepção quando os helióstatos não estiverem rastreando. O plugue pode ser construído a partir de materiais que sejam capazes de resistir à temperatura na cavidade de recepção. O plugue pode ser capaz de vedar completamente a cavidade ou pode ser capaz de vedar apenas cerca de 95% (ou cerca de 99, 98, 97 ou 96%) da abertura da cavidade de recepção. No caso onde a abertura está voltada para cima, o plugue pode vedar aproximadamente 100% da abertura.

[00115] O controlador de estação pode ter um ou mais sensores de clima conectados a ele que irão, entre outras entradas de dados climáticos, transferir por download os dados na Irradiância Direta Normal (DNT). A DNI é uma medida absoluta de quanta energia se encontra disponível aos campos de helióstatos proveniente do sol. O controlador de estação pode usar o nível de DNI para determinar quando o campo de helióstatos inicia o rastreamento, e enviar um sinal aos helióstatos (ou aos controladores de módulo que podem enviar, sucessivamente, um sinal aos helióstatos) com a finalidade de colocar

alguns ou todos eles em uma orientação de coleta (ou seja, ligá-los). Uma vez rastreando, a DNI pode ser continuamente monitorada para garantir que a energia distribuída à cavidade de recepção pelos helióstatos é adequada. Se a DNI decair, por exemplo, por causa de uma cobertura de nuvens pesadas ou uma alteração no clima, então, o controlador de estação pode instruir os controladores de módulo a estacionarem alguns ou todos os helióstatos, ou seja, retorná-los a uma orientação sem coleta e fecharem a abertura da cavidade de recepção com o plugue (se todos os helióstatos estiverem estacionados).

[00116] Os campos de helióstatos podem começar progressivamente o rastreamento. Os helióstatos a oeste do campo podem iniciar durante a manhã, de modo que estejam de acordo com o baixo ângulo do sol. Os helióstatos a leste do campo podem iniciar uma vez que o sol tiver alcançado uma elevação suficiente na qual as imagens produzidas por esses helióstatos podem ser capturadas na cavidade de recepção. Os helióstatos a oeste do campo são comumente os primeiros a se atrasarem no dia à medida que o ângulo entre o sol, o helióstato e a cavidade de recepção se torna muito grande. Os helióstatos a leste do campo são comumente os últimos a serem estacionados tarde no dia já que o sol se encontra em uma elevação vantajosa para esses.

[00117] O concentrador de energia solar é proporcionado para focalizar a energia solar na abertura do coletor solar. A energia solar à medida que entra na abertura deve ter um ponto focal de feixe máximo que não seja maior que a abertura, de preferência, mais estreita. O concentrador pode focalizar o ponto focal de feixe de energia solar em, ou próximo a, uma abertura. O ponto focal pode estar dentro de cerca de 300 mm da abertura, ou dentro de cerca de 250, 200, 250 ou 100 mm da abertura, e pode estar dentro da cavidade ou fora da cavidade. Tipicamente, visto que a energia solar entra a partir de um ângulo sob a

forma de um feixe circular, esta se espalhará por uma seção transversal de feixe elíptico na abertura. Pode ter uma razão aparente de cerca de 1,5 a cerca de 3, ou cerca de 1,5 a 2, 2 a 3 ou 1,8 a 2,5, comumente cerca de 2.

[00118] Em certas modalidades da invenção, o coletor solar tem facilidade em absorver a energia proveniente de outras fontes diferentes da energia solar. Por exemplo, pode ser aquecido através de aquecimento resistivo por meio de um ou mais resistores embutidos no meio de regulação de calor. Os resistores podem ser eletricamente isolados a partir do meio de regulação de calor, particularmente em casos onde o dito meio é termicamente condutivo (por exemplo, grafite, metais ou combinações destes). A corrente elétrica ao resistor pode ser obtida a partir de uma fonte renovável, tal como a energia eólica. Portanto, uma turbina de vento, por exemplo, situada no topo do coletor solar, pode ser suficiente para aquecer, ou aquecer pelo menos parcialmente, o meio de regulação de calor na ausência de entrada de energia solar. A turbina de vento pode, por exemplo, proporcionar até 10 a 500 kW de energia ou mais, dependendo do desenho da turbina e da velocidade e direção do vento. Esta opção permite que a entrada de energia ao coletor solar seja continuada em momentos quando o fluxo de energia solar for insuficiente, por exemplo, em dias nublados ou durante a noite. A entrada não-solar pode ser controlada por um controlador de módulo para o coletor solar. Isto pode reduzir a entrada não-solar se necessário para evitar o superaquecimento do meio de regulação de calor.

[00119] O meio de regulação de calor pode estar sob a forma de uma concha. Este define uma cavidade interna e a cavidade se comunica com o exterior através de uma abertura. A abertura e/ou a cavidade podem, independentemente, ter uma substância de transmissão de energia. As substâncias de transmissão de energia adequadas podem

ser gases, por exemplo, ar, nitrogênio, argônio, hélio, dióxido de carbono ou misturas desses. Adicional ou alternativamente, as substâncias de transmissão sólidas e/ou líquidas, por exemplo, quartzo, também podem estar presentes em algumas modalidades. Por exemplo, uma janela de quartzo pode estar presente na abertura. Isto pode ser útil em casos onde se deseja manter um gás inerte (por exemplo, nitrogênio) na cavidade. A janela pode estar sob a forma de uma lente. Neste caso, a energia solar incidente sobre a lente a partir do concentrador de energia solar pode ser distribuída pela lente com a finalidade de impactar uma porção maior do coletor de energia solar dentro da cavidade. Esta pode ser uma lente convexa. Pode ser uma lente a plano-convexa. Pode ter algum outro formato adequado. No caso onde uma janela ou lente está presente na abertura, pode-se vedar ou não a abertura. A vedação apresenta a vantagem de manter a atmosfera no interior da cavidade, no entanto, uma falta de vedação evita um acúmulo de pressão devido à expansão térmica dos gases na cavidade. No entanto, em muitas modalidades, a cavidade e a abertura contêm ar e são abertas à atmosfera. Um formato adequado para o meio de regulação de calor é mostrado na Figura 1, que será descrito em maiores detalhes no presente relatório descritivo. O meio de regulação de calor pode ter cerca de 10 a cerca de 1500 mm de espessura, ou cerca de 10 a 1000, 10 a 500, 10 a 250, 10 a 100, 10 a 50, 10 a 20, 20 a 500, 100 a 500, 200 a 500, 50 a 200, 50 a 100, 500 a 1500, 1000 a 1500, 500 a 100 ou 100 a 200 mm de espessura, por exemplo, cerca de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400 ou 1500 mm de espessura. A espessura do meio de regulação de calor pode depender do uso destinado do dispositivo de coleta. O meio de regulação de calor serve para tamponar a entrada de energia solar de tal modo que pequenas reduções ou interrupções no suprimento de

energia solar ao dispositivo possam ser toleradas com pouca ou nenhuma queda na saída de energia proveniente do dispositivo. Em algumas modalidades, essas interrupções se encontram na ordem dos segundos ou minutos, por exemplo, devido a uma nuvem que passa entre o sol e o concentrador. Em outras modalidades, essas interrupções se encontram na ordem de horas, por exemplo, durante tempestades longas, ou durante o período da noite. O dispositivo de coleta de energia solar pode ser capaz de proporcionar uma saída de energia que não decaia mais de cerca de 20%, ou não mais de cerca de 10, 5, 2 ou 1%, quando a energia solar incidente sobre o concentrador for bloqueada durante não mais de cerca de 1 minuto, ou não mais de cerca de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10 minutos. Este pode ser capaz de proporcionar uma saída de energia que não decaia mais de cerca de 25%, ou não mais de cerca de 20, 15, 10 ou 5% quando a energia solar incidente sobre o concentrador for bloqueada durante não mais de cerca de 2 horas, ou não mais de cerca de 5, 10, 12, 14, 16, 18 ou 20 horas. Quanto mais espesso o meio de regulação de calor, maior será sua massa térmica, e, conseqüentemente, mais tempo poderá suportar uma interrupção na entrada de energia sem sofrer uma grande interrupção na saída de energia. O bloqueio da entrada de energia pode representar, por exemplo, o período da noite (que representa um bloqueio estendido) ou pode representar a passagem de uma nuvem ou outro obstáculo entre o sol e o concentrador de energia solar ou uma porção deste, representando um bloqueio de curta duração. No último caso, a energia solar ainda pode alcançar o concentrador, porém, pode ser incapaz de ser focalizada no coletor devido à natureza difusa (não-direcional) do mesmo. Uma instalação típica pode compreender múltiplos módulos de helióstato (concentradores de energia solar) e módulos de regulação (coletores solar) de tal modo que o tempo que o dispositivo de coleta de energia pode ser operado seja aumentado, enquanto se mantém a

saída necessária. Portanto, o meio de regulação de calor, e o coletor solar e o dispositivo de coleta de energia solar, e o sistema de coleta de energia solar, são capazes de regular o tempo que a energia solar pode ser usada para gerar eletricidade ou gerar vapor.

[00120] Em algumas aplicações, requer-se a produção de vapor superaquecido. Este pode ser gerado em alguns casos em um único dispositivo de coleta de energia solar, conforme descrito no presente documento. No entanto, em alguns casos, pode ser preferível usar dois ou mais dispositivos em série com a finalidade de obter este. Por exemplo, pode-se utilizar um primeiro dispositivo para aquecer a água de modo a gerar água em alta temperatura. Então, esta pode ser usada como um fluido de entrada para um segundo dispositivo que pode converter a água em alta temperatura em vapor. Este pode ser usado como um fluido de entrada para um terceiro dispositivo, no qual o vapor é superaquecido de modo a gerar vapor superaquecido. Em alguns casos, isto pode ser realizado por dois dispositivos em série, um primeiro dispositivo para gerar o vapor e um segundo dispositivo para superaquecer o vapor.

[00121] O coletor compreende um dispositivo de coleta de energia na cavidade interna com a finalidade de aumentar a coleta de energia solar, Este dispositivo de coleta de energia pode compreender aço inoxidável ou alguma outra substância termicamente condutiva adequada que seja capaz de tolerar (ou seja, não degradar química ou fisicamente, derreter ou vaporizar) na temperatura operacional do dispositivo, por exemplo, até cerca de 1000°C ou até cerca de 1500 ou 2000°C, por exemplo, cerca de 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100 ou 2200°C. O dispositivo de coleta de energia pode ter cerca de 1 a 10 mm de espessura, ou cerca de 1 a 5, 1 a 2, 2 a 10, 5 a 10, 2 a 5 ou 4 a 7 mm de espessura, por exemplo, cerca de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10 mm de espessura. Pode estar sob

a forma de uma camada da substância termicamente condutiva na parede da cavidade. Pode revestir uma porção da parede da cavidade, ou pode revestir substancialmente toda a parede da cavidade. Pode revestir pelo menos cerca de 50% da área da cavidade, ou pelo menos cerca de 60, 70, 80, 90 ou 95% da mesma. Pode existir uma camada protetora entre o dispositivo de coleta de energia e a cavidade interna. A camada protetora pode estar sobre a superfície do dispositivo de coleta de energia. Pode revestir uma porção da superfície do dispositivo de coleta de energia, ou pode revestir substancialmente toda a superfície do mesmo. Pode revestir pelo menos cerca de 50% da superfície do dispositivo de coleta de energia, ou pelo menos cerca de 60, 70, 80, 90 ou 95% do mesmo. Pode ter cerca de 1 a 200 microns de espessura, ou cerca de 1 a 100, 1 a 50, 1 a 20, 10 a 200, 50 a 200, 100 a 200, 50 a 100, 5 a 20, 50 a 150 ou 100 a 150 microns de espessura, por exemplo, cerca de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 ou 200 microns de espessura. Os materiais adequados para um revestimento superficial (camada protetora) no dispositivo de coleta de energia incluem qualquer revestimento superficial resistente a altas temperaturas. O dispositivo de coleta de energia se encontra comumente em contato, térmico e/ou físico, com o meio de regulação de calor. O revestimento superficial pode ser qualquer material térmico, inflamável ou plasmático aplicado, tal como um metal (por exemplo, alumínio, cromo, cobalto, níquel, ou uma liga de qualquer um desses), e óxido (por exemplo, alumina, óxido de cromo, zircônia ou uma combinação de quaisquer dois ou mais desses materiais), um carbetto, ou nitreto (por exemplo, nitreto de silício, carboneto de silício, carboneto de tungstênio ou uma combinação de quaisquer dois ou mais desses). O revestimento superficial pode compreender uma combinação de quaisquer duas ou mais classes de materiais anteriores. Pode compreender metais, cerâmicas e/ou

cimentos (um compósito compreendendo cerâmica e metal). O revestimento superficial pode ter uma única camada ou pode ter múltiplas camadas (por exemplo, 2, 3, 4 ou 5 camadas). Cada camada pode ser independentemente descrita acima.

[00122] O dispositivo de coleta de energia pode ter uma superfície ou revestimento de absorção de energia. O revestimento ou superfície podem ser pretos. Podem ser perfilados. Podem compreender uma pluralidade de projeções conformadas e dispostas com a finalidade de reduzir a reflexão de radiação objetivando aumentar a absorção de radiação solar incidente. As projeções podem ser micro-projeções. Estas podem ter cerca de 0,1 a 20 microns de comprimento, ou cerca de 0,5 a 20, 1 a 20, 5 a 20, 0,1 a 10, 0,1 a 5, 0,1 a 1, 0,5 a 5, 1 a 5 ou 1 a 10 microns, por exemplo, cerca de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 ou 20 microns.

[00123] Portanto, em uma modalidade, o coletor se encontra sob a forma de uma concha em camadas que circunda uma cavidade, sendo que a dita cavidade se comunica com o exterior através de uma abertura. A camada adjacente à cavidade pode ser um revestimento superficial ou camada protetora resistentes a altas temperaturas. Atrás do revestimento superficial, e em comunicação física e térmica com o mesmo, se encontra uma camada de coleta de energia. Atrás da camada de coleta de energia, e em comunicação térmica e física com a mesma, se encontra um meio de regulação de calor. Comumente, o volume (ou seja, maior que 50% do volume) do coletor será o meio de regulação de calor. Circundando o meio de regulação de calor se encontra comumente uma camada isolante.

[00124] O trocador de calor pode compreender uma tubulação de troca de calor, que pode estar sob a forma de um ou mais tubos de troca de calor. A tubulação de troca de calor, se encontra em contato térmico

com, opcionalmente embutida no, meio de regulação de calor. O diâmetro interno da tubulação deve ser dimensionado de modo que seja capaz de transferir o calor desejado. Pode ter um diâmetro interno entre cerca de 0,5 e cerca de 5 cm ou cerca de 0,5 a 2, 0,5 a 1, 1 a 5, 2 a 5 ou 1 a 3 cm. A tubulação deve ser constituída a partir de um material que não degrade, amoleça ou derreta na temperatura operacional do dispositivo. A tubulação deve estar pelo menos a cerca de 10 mm a partir da superfície que recebe a energia solar proveniente do concentrador, ou pelo menos cerca de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ou 1000 mm a partir da mesma. Isto garante que um material de transferência de calor suficiente esteja presente entre a tubulação de transferência de calor e a superfície de recepção (camada protetora e/ou dispositivo de coleta de energia) para proporcionar o efeito de tamponamento necessário. Portanto, quanto maior for o tamponamento de energia que é necessário (consulte acima), maior será a distância que deve ser permitida entre a tubulação de transferência de calor e a superfície de recepção. A tubulação deve ter um fluido de transferência de calor. Os fluidos de transferência de calor adequados são termicamente estáveis à temperatura operacional do dispositivo, e, de preferência, têm uma alta capacidade térmica. Comumente, o fluido de transferência de calor usado na presente invenção é a água. Em operação, a água é aquecida e pode se volatilizar de modo a formar vapor, que pode ser usado como fonte de energia, por exemplo, em um gerador de eletricidade. No caso onde se utiliza água como um fluido de transferência de calor, esta pode ser água com alta pureza, com a finalidade de minimizar a deposição em escala quando a mesma se volatilizar. Esta pode ser pelo menos cerca de 99% pura, ou pelo menos cerca de 99,5, 99,9, 99,95, 99,99, 99,995 ou 99,999% pura. Pode ser purificada antes de entrar no trocador de calor. As técnicas de purificação comuns, tais como osmose, ultra-filtração, micro-filtração,

troca de íons etc. são bem conhecidas. Outros fluidos de transferência de calor adequados incluem qualquer fluido orgânico ou inorgânico capaz de suportar as temperaturas operacionais requeridas. Exemplos incluem bifenil, óxido de bifenila (difenil éter), fluido de silicone (por exemplo, polidimetil siloxano), terfenis parcialmente hidrogenados, fluidos de dibenzil tolueno, alquil benzenos, diaril alquil difenil etano, aromáticos alquilados, diaril éteres e triaril metanos, assim como compostos fluidos similares ou relacionados ou combinações de quaisquer dois ou mais desses. Exemplos particulares são: terfenil modificado, mistura de hidrocarboneto sintético, aromático alquil substituído, mistura de isopropil bifenil, uma mistura de aromáticos sintéticos, mistura 90:10 de terfenil/quaterfenil, fenilcicloexano/bicicloexil, e uma mistura eutética de óxido de bifenil/difenil (DPO). Muitos desses se encontram comercialmente disponíveis, e outros produtos similares também podem ser usados no presente pedido.

[00125] Prefere-se que uma camada termicamente isolante circunde pelo menos parcialmente o meio de regulação de calor. Isto reduz as perdas térmicas a partir do coletor durante a operação. A camada isolante pode compreender um sólido termicamente isolante tendo poros e/ou vãos. De preferência, os poros e/ou vãos têm um gás inerte ou não-oxidante, tal como nitrogênio, hélio, argônio, neon, ou uma mistura de quaisquer dois ou mais desses. A presença desse gás serve para reduzir a oxidação em altas temperaturas do dispositivo de transferência de calor, dos tubos de transferência de calor, do material isolante etc. Os materiais isolantes adequados são capazes de suportar as temperaturas operacionais do dispositivo. Estes incluem quaisquer materiais cerâmicos fibrosos, porosos ou particulados. Esses materiais podem consistir em uma tubulação e em válvulas com a finalidade de fornecer o gás ao isolamento e, opcionalmente, remover o gás do

isolamento. Portanto, o gás pode fluir através do isolamento. Alternativamente, este pode ser vedado no isolamento. Em algumas modalidades, a camada termicamente isolante compreende um vácuo pelo menos parcial com a finalidade de isolar o meio de regulação de calor. Neste caso, este pode ser mantido em uma pressão absoluta menor que cerca de 0,1 atmosfera, ou menor que cerca de 0,05, 0,02, 0,01, 0,005, 0,002 ou 0,001 atmosfera. A atmosfera de contenção (ou seja, a camada termicamente isolante) pode ser mantida em uma pressão ligeiramente superior à pressão atmosférica de tal modo que uma falha na vedação de contenção resulte em um escoamento do gás de atmosfera de contenção ao invés de um influxo de ar. A exclusão do oxigênio protege os componentes em alta temperatura do coletor solar contra corrosão. O coletor solar é dotado de uma válvula de entrada que serve para permitir a entrada do gás protetor e uma válvula de escape que serve para descarregar o gás se a pressão de contenção se elevar acima dos limites determinados. O equilíbrio entre a admissão do gás protetor e a exaustão da atmosfera de contenção pode ser obtido monitorando-se a pressão de contenção e utilizando-se este sinal para permitir que o sistema de controle ajuste as posições da válvula de admissão e escape. O gás protetor (ou seja, inerte) pode ser mantido na camada isolante e, opcionalmente, também, no meio de regulação de calor, opcionalmente, também, no dispositivo de coleta térmica.

[00126] O coletor solar pode compreender um compartimento, que circunda o material de regulação de calor. O compartimento pode ser vedado contra o dispositivo de coleta de energia com a finalidade de formar um invólucro substancialmente hermético a gás que circunda o meio de regulação de calor e, se presente, a camada termicamente isolante. Deve-se compreender que na prática, o compartimento (que é disposto ao redor da parte externa do coletor solar) em combinação com o dispositivo de coleta de energia (que comumente reveste a superfície

interna da abertura e da cavidade) não formará um sistema completamente vedado, e ocorrerão pequenos vazamentos. É por esta razão que o sistema de gás inerte mantém o sistema de gás inerte dentro do compartimento/invólucro do dispositivo de coleta de energia a uma pressão ligeiramente maior que a pressão atmosférica, de tal modo que quaisquer vazamentos ocorram fora do invólucro ao invés de dentro do invólucro. Se ar vazar dentro do invólucro, este pode entrar em contato com o meio de regulação de calor. No caso onde este compreende carbono, ou um material carbonáceo (por exemplo, grafite), isto pode causar oxidação na temperatura operacional do coletor, levando a perdas e/ou degradações do meio de regulação de calor. Outros meios de regulação de calor adequados, tal como carboneto de silício, podem requerer igualmente proteção contra oxigênio. Portanto, em uma disposição comumente usada, quando uma pressão inferior a um limite predefinido for detectada no invólucro, uma válvula à fonte de gás inerte é aberta com a finalidade de produzir uma breve rajada de fluxo de gás inerte no invólucro. Isto é suficiente para elevar a pressão acima do limite predefinido, sendo que neste estágio a válvula é novamente fechada. Um procedimento alternativo, embora menos preferencial, consiste em manter um fluxo constante muito baixo de gás inerte no invólucro suficiente para manter a pressão dentro do mesmo em uma faixa desejada.

[00127] A abertura do coletor pode ser circundada por um flange que compreende um material de flange em alta temperatura. Este material serve para proteger e conter o material de transferência de calor. O mesmo deve ser capaz de suportar as altas temperaturas operacionais do dispositivo, e, de preferência, um isolante térmico. Os materiais adequados incluem carboneto de silício e tecidos à base de alumina, tungstênio, molibdênio, alumina, zircônia, zircônio, aluminossilica, opcionalmente sob a forma fibrosa ou espumosa, e misturas de

quaisquer dois ou mais desses.

[00128] Pode existir uma blindagem separada abaixo do compartimento com a finalidade de proteger a superfície inferior do compartimento contra energia térmica. Esta pode ser útil em casos onde a focalização da radiação solar a partir do concentrador de energia solar não é suficiente para direcionar toda a energia solar na abertura. A blindagem deve ter uma abertura para blindagem pelo menos do tamanho da abertura que leva à cavidade e alinhada à mesma, com a finalidade de permitir que a energia solar concentrada entre na cavidade. Uma blindagem adequada se encontra sob a forma de um tronco de um cone com um ângulo bastante raso, onde a porção decapitada do cone representa a abertura para blindagem. O ângulo é comumente igual a cerca de 1 a 15 graus, ou cerca de 1 a 10, 5 a 10, 10 a 15, 7 a 12, 1 a 5, 1 a 3, 3 a 7, 5 a 7 ou 3 a 5 graus, por exemplo, cerca de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 ou 15 graus. A distância entre a blindagem e a porção inferior do compartimento pode ser igual a cerca de 2 a cerca de 50 cm em seu ponto mais próximo, ou cerca de 2 a 20, 2 a 10, 2 a 5, 5 a 10, 5 a 20, 20 a 50 ou 10 a 40 cm, por exemplo, cerca de 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ou 50cm. Pode ser suficientemente grande de modo a permitir um fluxo de ar razoável entre o compartimento e a blindagem, com a finalidade de evitar um superaquecimento do compartimento. Pode ser suficientemente pequeno com a finalidade de não interferir substancialmente na focalização da energia solar na abertura. Pode ter nervuras, comumente nervuras radiais. Estas auxiliam no reforço da blindagem. Estas também servem para aperfeiçoar a perda de calor a partir da blindagem com a finalidade de mantê-la em uma temperatura menor possível. A blindagem pode ser constituída, por exemplo, a partir de aço, por exemplo, aço intermediário. Pode ter um isolamento térmico. O isolamento térmico pode, por exemplo, ser uma fibra de cerâmica,

isolamento ou algum outro isolamento adequado. Pode ter cerca de 10 a cerca de 100 mm de espessura (ou cerca de 10 a 50, 10 a 20, 50 a 100 ou 40 a 80 mm, por exemplo, cerca de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ou 100 mm), ou mais espesso, se necessário.

[00129] Em alguns casos, pode existir uma blindagem interna estendendo-se até cerca de um nível superior de um suporte que suporta o meio de regulação de calor. Conforme descrito no presente documento, o meio de regulação de calor pode ser suportado, por exemplo, em tijolos de cerâmica. Prefere-se que a energia solar não se choque contra o dispositivo de coleta de energia adjacente a esses tijolos. Portanto, uma blindagem interna, pode blindar o dispositivo de coleta de energia nesta região. A blindagem interna pode, por exemplo, ser de aço inoxidável. Pode ter um isolamento térmico. O isolamento térmico pode, por exemplo, ser conforme descrito anteriormente na blindagem. Pode existir um espaço entre a blindagem interna e o dispositivo de coleta de energia. O espaço pode ter cerca de 2 a cerca de 50 cm em seu ponto mais próximo, ou cerca de 2 a 20, 2 a 10, 2 a 5, 5 a 10, 5 a 20, 20 a 50 ou 10 a 40 cm, por exemplo, cerca de 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ou 50 cm. Isto permite um movimento de ar entre a blindagem interna e o dispositivo de coleta de energia de modo a reduzir o aquecimento do dispositivo de coleta de energia nesta região. A blindagem interna pode ser angulada para dentro em direção a sua porção inferior. Em alguns casos, a blindagem interna é contígua à blindagem abaixo da abertura, de modo a formar uma única blindagem que protege tanto a porção inferior do coletor como uma porção inferior do dispositivo de coleta de energia.

[00130] O concentrador pode compreender uma lente. O mesmo pode compreender um refletor. Pode compreender uma pluralidade de lentes. Pode compreender uma pluralidade de refletores. Pode compreender um arranjo de refletores. No caso onde o concentrador

compreende uma pluralidade de refletores ou uma pluralidade de lentes, todos estes podem ter aproximadamente o mesmo ponto focal, ou podem ser dispostos com a finalidade de refletirem e/ou focalizarem a luz em direção à mesma área. Podem ser dispostos com a finalidade de refletirem e/ou focalizarem a luz em direção à cavidade do coletor. Cada refletor pode ser um espelho plano ou pode ser um refletor côncavo. Pode ser (cada um independentemente), por exemplo, um refletor esférico ou um refletor côncavo parabólico.

[00131] O dispositivo pode compreender um dispositivo de rastreamento que serve para mover o concentrador com a finalidade de proporcionar energia solar concentrada ao coletor. Esses dispositivos de rastreamento são conhecidos. Visto que o sol altera de posição durante o curso do dia, é vantajoso que o concentrador se mova de modo correspondente, de tal modo que sempre que a energia solar for incidente sobre o concentrador a mesma seja direcionada em direção ao coletor onde a energia é direcionada ao coletor. O dispositivo de rastreamento pode compreender um detector que serve para detectar um ângulo do sol. Pode compreender um ou mais motores que servem para mover o concentrador. Pode compreender um processador que serve para determinar a partir do ângulo do sol detectado pelo detector o ângulo necessário para o concentrador direcionar a energia solar ao coletor (ou seja, na abertura do mesmo). O processador pode gerar um ou mais sinais dependendo dos ditos ângulos determinados do concentrador e enviar os ditos sinais a um ou mais motores com a finalidade de induzir os motores a moverem o concentrador objetivando direcionar a energia solar na abertura do coletor.

[00132] Em algumas modalidades, o dispositivo de rastreamento pode mover o concentrador até uma posição adequada para distribuir a energia solar concentrada até a abertura de recepção, empregando-se cálculos predeterminados com base na posição prevista do sol. Nessas

modalidades, o dispositivo de rastreamento pode compreender um processador (por exemplo, um computador) que serve para calcular a partir de uma posição prevista do sol (incluindo o nascer do sol todos os dias) a posição requerida do concentrador. O processador também pode ser capaz de prever a posição do sol com a finalidade de calcular a posição requerida do concentrador. O processador também pode ser capaz de medir a taxa de isolamento dia após dia e, a partir desses dados, calcular o número de concentradores necessários que estejam ativos dia após dia de modo a obter as necessidades desejadas de saída de energia de um sistema. Esses cálculos levam em consideração variações sazonais em taxas de isolamento.

[00133] A posição do espelho pode ser ajustada com base em um algoritmo que prediz a posição do sol em um determinado momento do dia para a posição geográfica particular. Cada helióstato, ou espelho de rastreamento do sol, tem sua própria trajetória individual. Essa trajetória de rastreamento pode ser programada no coletor em cada poste de helióstato. O controlador de módulo pode instruir os helióstatos a rastrear no início de seu ciclo operacional e estacionar (ou seja, retornar para uma orientação sem coleta) ao fim do ciclo operacional. A trajetória de rastreamento de helióstato para cada helióstato pode ser alternativamente embutida no controlador de módulo com as instruções de controle centralmente emitidas.

[00134] O controlador de módulo também pode instruir os helióstatos a estacionarem, por exemplo, se moverem até uma posição horizontal próxima, se a velocidade do vento aumentar acima de um nível predefinido. Isto evita danos aos helióstatos no caso de altas velocidades do vento.

[00135] Os helióstatos miram a parte central da abertura na base do coletor solar e distribuem a energia solar na cavidade. A temperatura da interface entre a cavidade e o meio de regulação de calor pode ser

medida por meio de uma série de pares termoelétricos, que podem ser inseridos através do meio de regulação de calor à superfície do dispositivo de coleta de energia na parede da cavidade. Se a temperatura do meio de regulação de calor aumentar acima do nível de projeto (por exemplo, cerca de 800°C), então, o controlador de módulo pode instruir um número (por exemplo, cerca de 10% dos incrementos de campo) dos helióstatos a rastrear com a finalidade de focalizar em um ponto (por exemplo, no céu) afastando-se do coletor solar. Se a temperatura continuar a aumentar, então, o controlador de módulo pode instruir mais helióstatos a rastreamento afastando-se do coletor solar. O controlador de módulo pode repetir este ciclo até que o controle seja alcançado e a temperatura pare de subir.

[00136] Uma vantagem de enviar os helióstatos para rastreamento objetivando focalizar em uma posição no céu é que os mesmos podem ser rapidamente colocados novamente em operação se surgir uma necessidade.

[00137] O controlador de módulo pode ser capaz de prever (ou pode ser programado com) os horários do nascer e/ou pôr do sol. Isto permite que o controlador de módulo indique que alguns dos helióstatos sejam preparados para o início do isolamento no pôr do sol, ou para o início da coleta de energia solar uma vez que o sol alcançar uma elevação adequada, por exemplo, cerca de 1 hora após o pôr do sol, quando a taxa de isolamento for suficientemente maior. Este pode permitir, também, que o controlador de módulo indique que os helióstatos retornem às orientações sem coleta quando o isolamento cessar no pôr do sol.

[00138] O coletor pode ser montado acima do solo. Pode ser montado a uma altura de cerca de 5 a cerca de 50 m acima do solo, ou pelo menos cerca de 15 m ou pelo menos cerca de 20 m acima do solo, ou cerca de 5 a 10, 5 a 7, 7 a 20, 10 a 20, 15 a 20, 10 a 15 ou 8 a 12 m

acima do solo, por exemplo, cerca de 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 ou 50 m acima do solo. Isto é particularmente conveniente em casos onde o concentrador compreende refletores. Neste caso, os refletores podem estar localizados próximos ao solo, e o coletor pode ser montado a uma altura suficiente onde a energia solar refletida proveniente de todos os reatores pode ser eficientemente direcionada em direção ao coletor, em particular sem um ou mais concentradores fazendo sombra em um ou mais outros concentradores. O dispositivo de coleta de energia solar pode compreender uma estrutura de suporte na qual o coletor é montado. A estrutura de suporte pode ser uma torre, ou uma plataforma, pólo ou poste. Esta deve ser suficientemente forte para suportar o peso do coletor, incluindo sob severas condições do vento.

[00139] O trocador de calor do coletor solar pode ser acoplado a um gerador de eletricidade de tal modo que, em uso, a energia solar incidente sobre o concentrador seja convertida em energia elétrica. O gerador de eletricidade pode ser uma turbina. Pode ser uma turbina acionada por vapor. A turbina de vapor pode operar com pressões de água/vapor de cerca de 10 a cerca de 200 bar (ou 10 a 50, 50 a 100, 20 a 80, 20 a 50, 50 a 80, 100 a 200 ou 50 a 150 bar) e temperaturas de até cerca de 600°C. Uma turbina de gás opera em temperaturas maiores de até 1100°C em baixas pressões. Portanto, um dispositivo, de acordo com a presente invenção é ilustrado na Figura 2. Com referência à Figura 2, aplicam-se as numerações a seguir: 21 é uma matriz de helióstato; 22 é um bloco de torre/grafite; 23 é uma ilha de potência de STG; 24 é uma conexão de transformador e rede elétrica; e 25 é uma usina de tratamento de ACC/água. Portanto a energia solar se choca contra um concentrador (matriz de helióstato 21), que concentra a energia térmica solar na abertura no coletor (bloco de torre/grafite 22) para distribuição no coletor. Esta energia térmica é, então, mantida no

meio de regulação durante curtos períodos de tempo (segundos, minutos), se esta estiver atuando como um tampão para superar as flutuações naturais na entrada de energia de tal modo que a saída do trocador de calor não flutue, ou durante longos períodos de tempo (horas, dias) atuando como um regulador para disponibilidade de energia por exigência. Então, a energia térmica aquece o fluido de transferência de calor, que é, então, passado para um gerador de eletricidade (ilha de potência de STG). A eletricidade gerada pelo gerador 23 pode ser passada para um transformado até a rede elétrica (24). Proporciona-se água pura (ou pelo menos água com alta pureza) como um fluido de transferência de calor ao coletor 22 a partir da usina de tratamento de água 25.

[00140] Enquanto um coletor solar e um módulo de helióstato podem ser capazes de produzir vapor superaquecido, um sistema de coleta de energia solar compreende comumente uma série de módulos, conectados em série ou em paralelo ou como uma combinação dessas disposições. Na Figura 2A, o conceito descrito na Figura 2 se expande para ilustrar como um sistema representativo pode operar.

[00141] Em relação à Figura 2A, aplica-se a numeração a seguir:

- 31: armazenamento de água purificada;
- 32: bomba de água de carga;
- 33: coletor típico;
- 34: coletor típico (usado para superaquecimento);
- 35: bomba de água de atemperação;
- 36: turbina de vapor;
- 37: gerador;
- 38: transformador;
- 39: condensador de ar resfriado.

[00142] A taxa de produção de vapor depende da diferença de temperatura entre um bloco regulador (ou seja, o meio de regulação de

calor) e o fluido de transferência de calor na tubulação de troca de calor. Se não existir uma entrada de energia ao coletor solar simultânea à energia sendo esgotada ou descarregada a partir do coletor (pelo trocador de calor), então, a taxa de vazão do fluido de transferência de calor deve ser reduzida de modo a manter a qualidade do vapor produzido. Já que existem múltiplos coletores solares comuns, qualquer defeito no rendimento a partir de um ou mais coletores pode ser composto colocando-se mais coletores em operação.

[00143] Em qualquer momento determinado, nem todas as áreas nos coletores estarão na mesma temperatura e nem todos os coletores terão a mesma temperatura média e, logo, através de uma programação apropriada do sistema de controle, podem-se operar blocos reguladores adequados (coletores) de modo a manter as condições necessárias de saída de vapor.

[00144] Uma disposição adequada de coletores solares, mostrada na Figura 2A, compreende uma série de coletores conectados em paralelo (por exemplo, coletores 33) e, então, combinados em série (por exemplo, coletores 33 e 34), e, então, a saída dos conjuntos resultantes conectados em paralelo a uma tubulação comum 34M. Esta disposição é projetada para proporcionar redundância ao sistema como um todo.

[00145] Portanto, no sistema 30 da Figura 2A, o reservatório 31 é proporcionado como uma fonte de água purificada aos coletores do sistema. A bomba 32 é acoplada à saída do reservatório 31 e proporciona água ao cano múltiplo de distribuição de descarga 33M. O cano múltiplo de distribuição de descarga 33M é acoplado a uma série de módulos. Esses módulos podem ter uma construção similar, conforme indicado na Figura 2A, ou podem ter construções diferentes. Na Figura 2A, cada módulo compreende dois coletores 33 de acordo com a invenção, os trocadores de calor destes são conectados em paralelo à tubulação 33M. A saída a partir dos coletores 33 é acoplada

com a finalidade de direcionar sua saída combinada seja diretamente ao cano múltiplo de distribuição de admissão 34M ou à entrada do trocador de calor do coletor 34. Pode-se proporcionar uma válvula (não mostrada) com a finalidade de direcionar a saída a partir dos coletores 33 conforme desejado. A saída a partir do coletor 34 é acoplada à tubulação 34M. O cano múltiplo de distribuição de admissão 34M é acoplado à turbina de vapor 36, que é acoplada ao gerador de eletricidade 37, que é sucessivamente acoplado ao transformador 38. Proporciona-se uma bomba de atemperação 35 para levar água, não-aquecida ou aquecida, a partir do reservatório 31 com a finalidade de combiná-la com água aquecida ou vapor a partir da tubulação 34M. Proporciona-se um condensador 39 com a finalidade de condensar o vapor a partir da turbina 36. Na Figura 2A, cada módulo é mostrado tendo dois coletores 33 em paralelo. Na prática, estes podem ser mais de um (por exemplo, 3, 4, 5 ou mais de 5) ou podem ser um coletor único 33. De modo semelhante, a Figura 2A mostra cada um dos módulos tendo um coletor único 34, no entanto, na prática, podem existir mais de um módulo (por exemplo, 2, 3, 4 ou 5) conectado em paralelo. As válvulas dos diferentes módulos que direcionam a saída a partir dos módulos 33 até a tubulação 34M ou até o coletor 34 podem ser individualmente controladas. Os vários componentes do sistema, incluindo, em particular, essas válvulas e a bomba de atemperação 35, podem ser controlados por um sistema de controle (que compreende, por exemplo, um computador ou um controlador de lógica programável ou PLC), que não é mostrado na Figura 2A.

[00146] Então, na operação do sistema 30, a água purificada é bombeada a partir do reservatório 31 por meio da bomba 32 até a tubulação 33M. A partir da tubulação 33M, a água passa nos trocadores de calor dos coletores 33, onde os mesmos aceitam a energia térmica proveniente do meio de regulação de calor com a finalidade de gerar

uma água aquecida ou saída de vapor. Então, esta é direcionada para o cano múltiplo de distribuição de admissão 34M, seja diretamente ou após a primeira passagem através do trocador de calor do coletor 34 com a finalidade de aquecer adicionalmente a água/vapor. O resultado disto é que passa água e/ou vapor em alta temperatura pela 34M. Em alguns casos, a temperatura deste vapor será maior que a temperatura desejada para um funcionamento eficiente da turbina 36. Neste caso, a água não-aquecida proveniente do reservatório 31 pode ser combinada com o vapor da tubulação 34 por meio da bomba de atemperação 35, ou seja, o vapor da temperatura ótima é usado para operar a turbina 36, que aciona o gerador 37 com a finalidade de gerar a eletricidade que passa ao transformador 38 antes de ser direcionada conforme a necessidade para uso. Após seu uso na turbina 36, o vapor passa pelo condensador 39, que pode ser adequadamente um condensador de ar resfriado, com a finalidade de condensar o vapor em água líquida, que é armazenada no reservatório 31 para reutilização. Em alguns casos, pode existir um purificador (não mostrado) na linha, com a finalidade de remover os contaminantes da água que podem ter entrado durante o processo anterior, antes de retornar a água purificada ao reservatório 31. Ficará claro que em vários pontos através do sistema 30, as válvulas de regulação de pressão podem estar presentes para controlar a pressão do vapor no sistema. Isto permite que o estado da água/vapor seja controlado conforme a necessidade.

[00147] Esta disposição pode ser executada com a finalidade de produzir vapor na pressão operacional da turbina de vapor, ou, alternativamente, a pressão da água de carga pode ser elevada de modo que os módulos 33 produzam água que esteja acima de 100°C e próxima a sua temperatura de ebulição nesta pressão. A pressão no fluido resultante pode, então, ser reduzida antes de entrar no trocador de calor do terceiro coletor 34 no conjunto. Quando a pressão for

reduzida, o fluido se move rapidamente (ou seja, se volatiliza rapidamente) de modo a produzir um fluido binário que consiste em água aquecida e vapor. Este fluido binário é, então, introduzido no trocador de calor do coletor 34 de modo a produzir um vapor superaquecido para utilização de processo ou acionar uma turbina de vapor.

[00148] Cada um dos coletores no sistema 30 pode ter pares termoeletrônicos incrustados no meio de regulação de calor dos mesmos. Isto permite que o sistema de controle determine qual temperatura de saída será proveniente do coletor particular. Em uma configuração representativa conforme mostrado na Figura 2A, dois ou mais coletores 33 e 34 são conectados em paralelo e/ou em série e, logo, se a temperatura do meio de regulação de calor for alta, então, o sistema de controle irá prever os parâmetros para o fluido resultante e ajustar a pressão operacional do trocador de calor em uma pressão baixa de modo a produzir vapor ou em uma pressão alta de modo a produzir água quente. Se vapor for produzido, então, este fluido pode ser enviado para a tubulação de vapor 34M, de modo que seja misturado com a saída proveniente dos conjuntos em paralelo. O vapor de saída da tubulação de vapor 34M pode ser atemperado, se necessário, aspergindo-se água na linha de vapor por meio da bomba 35 de modo a alcançar as condições de vapor necessárias para o vapor de processo ou por meio da turbina de vapor 36. Através de uma programação apropriada do sistema de controle entre a combinação da operação do número necessário de coletores e a atemperação de vapor, a qualidade do vapor (temperatura, pressão) requerida pelo processo ou pela turbina de vapor 36 pode ser mantida em um nível desejado.

[00149] Pode-se combinar uma pluralidade de dispositivos de coleta de energia solar, conforme descrito anteriormente, em um sistema de coleta de energia solar. Em tal sistema, os dispositivos são acoplados

com a finalidade de gerar uma única saída de energia do sistema. A Figura 3 mostra visualizações computacionais de tal sistema.

[00150] Os dispositivos de coleta de energia solar podem ser conectados em série. Portanto, o fluido de transferência de calor pode passar a partir de um primeiro dispositivo até um segundo dispositivo e dispositivos opcionalmente subsequentes. Em cada dispositivo, mais energia é transferida ao fluido de transferência de calor, aumentando, assim, sua temperatura ou induzindo sua volatilização, ou ambos. Portanto, o fluido de transferência de calor que sai do dispositivo final terá uma grande quantidade de energia, e será adequado para geração eficiente de eletricidade ou para outro uso. Então, o mesmo pode ser passado por um gerador de eletricidade ou alguma outra aplicação para o fluido quente de transferência de calor. Ilustram-se dois sistemas deste tipo na Figura 4. No sistema 40 da Figura 4, os dispositivos 42a a 42c são conectados em série. Cada dispositivo 42 compreende um concentrador solar 44 (que compreende múltiplos refletores), focalizado em um coletor correspondente 46 (ou seja, 44a em 46a, 44b em 46b e 44c em 46c). A fonte de água 48 (por exemplo, um reservatório) proporciona água para o sistema e o purificador 50 é proporcionado para purificar a água proveniente da fonte 48. Os purificadores adequados são bem conhecidos e podem compreender, por exemplo, osmose reversa, micro-filtragem, ultra-filtragem, adsorção de carbono ativo, troca de íons, floculação/sedimentação e outros elementos de purificação conhecidos. A saída 52 proporciona vapor de processo a um dispositivo capaz de utilizá-lo. Portanto, em uso, a água proveniente da fonte 48 é passada pelo purificador 50 onde a mesma é purificada até um nível desejado de pureza. A energia solar proveniente do sol influencia os concentradores 44 e é passada pelos coletores 46, aquecendo, assim, um meio de regulação de calor nos coletores 46 até uma temperatura operacional desejada. À medida que a água

proveniente do purificador 50 passa sequencialmente através dos coletores 46c, 46b e 46a, a mesma é aquecida com a finalidade de gerar vapor de uma temperatura e pressão desejadas. A mesma sai do sistema 40 através da saída 52 conforme a necessidade.

[00151] De modo semelhante, o sistema 60 compreende os dispositivos 62a a 62c conectados em série. Cada dispositivo 62 compreende um concentrador solar 64 (que compreende múltiplos refletores), focalizados em um coletor correspondente 66 (ou seja, 64a em 66a, 64b em 66b e 64c em 66c). O purificador 70 é proporcionado para purificar a água no sistema. Os purificadores adequados são descritos anteriormente. O gerador 72 é proporcionado para gerar eletricidade proveniente do vapor a partir dos dispositivos 62 e a linha 74 é proporcionada para transferir a eletricidade gerada até um destino adequado. O condensador 76 é proporcionado para condensar o vapor a partir do gerador 72 antes da purificação. Portanto, em operação, a água proveniente do purificador 70 passa pelo coletor 66c. A energia solar é refletida a partir dos refletores 64a a 64c, aquecendo, assim, os coletores 66a a 66c até sua temperatura operacional, tipicamente superior a 600°C. À medida que a água passa através do trocador de calor do coletor 66c, a mesma é aquecida, e a água aquecida passa pelo coletor 66b, onde é adicionalmente aquecida. Então, a mesma passa pelo coletor 66b, onde recebe sua entrada de energia final. Em algum estágio através deste processo de aquecimento (dependendo de tais fatores, como volume do fluido, taxa de vazão do fluido, energia solar incidente, número e eficiência dos refletores etc.) a água será convertida em vapor e será superaquecida. O vapor superaquecido resultante passa pelo gerador 72 onde é usado para gerar eletricidade, que é emitida a partir do sistema através da linha 74. O vapor é condensado no condensador 76 e retornado ao purificador 70 de modo a remover quaisquer impurezas que possam ter entrado na água. A

água purificada resultante é, então, retornada aos dispositivos 62a, 62b, 62c conforme descrito anteriormente. Na Figura 4, apenas três coletores são mostrados em série, no entanto, será aparente que outros números de coletores podem ser usados, seja em paralelo ou em série ou em uma combinação dos mesmos.

[00152] Portanto, em uma disposição alternativa, os dispositivos são conectados em paralelo. Neste caso, a água pode ser passada em cada coletor, e a água aquecida resultante (ou vapor) pode ser combinada e carregada em um gerador único de modo a gerar eletricidade ou outro dispositivo adequado para utilizar a água aquecida ou vapor. Nesta disposição, é importante que os dispositivos sejam eficientes no aquecimento do fluido de transferência de calor, já que cada dispositivo deve por si só elevar o fluido de transferência de calor até uma temperatura utilizável.

[00153] A Figura 5 é um gráfico do módulo de teste do inventor onde se mede a insolação como uma insolação incidente sobre uma superfície horizontal e demonstra a ação de regulação do sistema. Este gráfico compara a resposta à insolação de dois pares termoeletricos nos blocos reguladores. Um par termoeletrico se encontra na interface entre o meio de regulação de calor e o dispositivo de coleta de energia enquanto o outro se encontra localizado adjacente aos canos do trocador de calor. As alterações dramáticas na taxa de insolação podem ser observadas na linha de insolação horizontal no gráfico. A diferença nas temperaturas entre o local adjacente à entrada solar e os canos do trocador de calor representa os meios através dos quais o sistema regulador é capaz de proporcionar um fornecimento ininterrupto do vapor com qualidade correta.

[00154] A invenção também proporciona um método que serve para coletar e regular a energia solar. Portanto, um único dispositivo de coleta ou um sistema de coleta que compreende uma série de dispositivos,

conforme descrito anteriormente é configurado com a finalidade de que seja capaz de receber energia solar. Então, permite-se que a energia solar se choque contra o concentrador do dispositivo, ou contra dos concentradores do sistema. Esta energia é, então, concentrada e/ou focalizada pelos concentradores e a energia concentrada/focalizada é direcionada ao(s) coletor(es). Em particular, a mesma é direcionada na(s) abertura(s) do(s) coletor(es) com a finalidade de coletar a energia solar concentrada por meio das camadas de proteção e coleção. Essas camadas não mantêm quantidades substanciais de energia térmica, no entanto, são capazes de coletar e transmitir a energia com a finalidade de aquecer o meio de regulação de calor. O meio de regulação de calor aquecido pode, então, transferir, calor a um fluido de transferência de calor no trocador de calor, permitindo, assim, que a energia seja transferida quando necessário.

[00155] Um aspecto importante da invenção é o fato de que uma grande massa térmica do meio de regulação de calor permite flutuações na energia solar incidente seja igualada com a finalidade de gerar uma saída relativamente constante de fluido de transferência de calor aquecido se necessário. Essas flutuações podem ocorrer em curto prazo, por exemplo, uma nuvem que passa na frente do sol, ou podem ocorrer em longo prazo, tal como no período da noite. A capacidade do sistema em absorver e igualar essas flutuações depende da massa térmica do meio de regulação de calor. Portanto, quanto maior for a massa térmica do fluido de transferência de calor (ou seja, quanto maior sua massa e quanto maior sua capacidade térmica) e quanto menor a taxa de remoção de calor (ou seja, quanto menor a taxa de vazão do fluido de transferência de calor), maior será a capacidade do dispositivo/sistema de absorver flutuações mais agudas e/ou mais longas na energia solar incidente.

[00156] A invenção também proporciona um método de gerar

eletricidade. Uma vez que a energia solar tiver sido coletada e transferida através do meio de regulação de calor a um fluido de transferência de calor, conforme descrito anteriormente, o fluido de transferência de calor aquecido pode ser passado por um ou mais geradores com a finalidade de fazer com que os geradores convertam a energia térmica em eletricidade. Em algumas modalidades, o fluido de transferência de calor é aquecido até o ponto onde o mesmo evapora, e, opcionalmente, se superaquece. O vapor resultante pode ser usado para acionar uma turbina que serve para gerar eletricidade. Vários outros métodos para converter o fluido aquecido em eletricidade são bem conhecidos e documentados. Conforme notado anteriormente, os dispositivos de coleta podem ser conectados em paralelo ou em série, ou alguns podem ser conectados em paralelo e alguns em série (por exemplo, grupos de mais de um dispositivo conectados em paralelo podem, então, ser conectados em série). Um fluido de transferência de calor adequado é a água, que pode ser convertida em vapor. O vapor pode, então, ser superaquecido, e pode ser mantido sob pressão antes de seu uso para gerar eletricidade. A temperatura do vapor pode ser maior que 100°C, porém, pode ser superaquecido até pelo menos cerca de 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900 ou 1000°C, ou cerca de 150 a 1200, 200 a 1200, 500 a 1200, 1000 a 1200, 150 a 1000, 150 a 500, 500 a 1000 ou 250 a 1000°C, por exemplo, cerca de 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, 1100, 1150 ou 1200°C. O vapor pode estar em uma pressão de até cerca de 200 bar, ou até cerca de 150, 100, 50, 20 ou 10 bar, ou cerca de 1 a cerca de 200 bar, ou cerca de 5 a 200, 10 a 200, 20 a 200, 50 a 200, 100 a 200, 1 a 100, 1 a 50, 1 a 20, 1 a 10, 5 a 100, 5 a 50, 5 a 20, 10 a 100, 50 a 100 ou 10 a 50 bar, por exemplo, cerca de 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 ou 200 bar. Em alguns

casos, o vapor pode estar em uma pressão maior que cerca de 200 bar, por exemplo, até cerca de 300, 400 ou 500 bar, ou cerca de 200 a 500, 300 a 500, 200 a 400 ou 300 a 400 bar, por exemplo, cerca de 250, 300, 350, 400, 450 ou 500 bar. Comumente, utilizam-se pressões de até cerca de 350 bar em usinas super-críticas comerciais. O coletor solar da presente invenção é comumente operado de tal modo que o meio de regulação de calor se encontre em uma temperatura de cerca de 400 a cerca de 1000°C, ou cerca de 400 a 800, 400 a 600, 500 a 1000, 500 a 800 ou 600 a 800°C, por exemplo, cerca de 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950 ou 1000°C. Comumente, ao se iniciar a operação, a porção inferior da cavidade será aquecida mais rapidamente do que a porção superior. Isto ocorre porque a energia solar será diretamente incidente sobre as regiões inferiores do dispositivo de coleta de energia, visto que a energia solar é refletida na cavidade em um ângulo. As regiões superiores do dispositivo de coleta de energia serão aquecidas em parte por condução térmica através do meio de regulação de calor e do dispositivo de coleta de energia, em parte através da reflexão da energia solar no interior da cavidade e em parte através da convecção de gás aquecido no interior da cavidade. Visto que a tubulação de troca de calor está comumente presente ao longo de toda a altura do meio de regulação de calor, a energia térmica total transferida ao fluido de transferência de calor na tubulação de troca de calor não é substancialmente afetada por este fenômeno. Se necessário, a temperatura do meio de regulação de calor em uso pode ser ajustada alterando-se a taxa de vazão do fluido de transferência de calor através da tubulação de troca de calor embutida no mesmo.

[00157] A presente invenção é designada a atribuir as desvantagens da energia solar estando somente disponível durante as horas com luz do dia e, também, o problema das variações na qualidade de saída (quando nuvens passam, por exemplo). A invenção se refere à geração

de potência térmica solar. A invenção se refere à regulação da conversão de energia solar com a finalidade de garantir que a energia convertida seja produzida em uma qualidade consistente e também, permita que seja produzida em qualquer momento que for solicitado.

[00158] Descreve-se, no presente documento, um dispositivo que pode absorver a energia solar concentrada que foi refletida por uma série de espelhos que rastreiam a posição do sol e permitem que o tempo de uso da energia térmica solar para tais propósitos, como aquecer ou gerar eletricidade, seja regulado utilizando-se um sistema de geração de vapor embutido no dispositivo.

[00159] Em algumas modalidades, a presente invenção utiliza uma tecnologia de sistema de coleta em múltiplas torres uses. No entanto, ao invés de uma unidade de coletor/caldeira em cada torre (conforme usado anteriormente), uma unidade de coletor/regulador/caldeira fica localizada em cada torre. Desta forma, a energia térmica é mantida no ponto de coleta em um meio de regulação de calor, comumente, um meio de regulação de calor de condução térmica sólido, até que exista uma necessidade em utilizá-lo para conversão em eletricidade ou algum outro propósito. Isto evita a necessidade de converter a energia térmica imediatamente em eletricidade ou a necessidade de transferi-la para um sistema de regulação à base de fluidos. Nas modalidades particulares, a energia térmica em um coletor solar de acordo com a invenção pode ser extraída em um fluido de trabalho em um trocador de calor em comunicação térmica com o meio de regulação de calor e convertida em energia elétrica, e pode utilizar um ciclo de Rankine (orgânico ou vapor), um ciclo de Brayton, um ciclo de Camot, uma geração termiônica, uma geração termo-fotovoltáica, uma geração magneto-hidro-dinâmica ou um processo termodinâmico similar para conversão de energia térmica em trabalho (ou seja, energia elétrica). Onde existirem 2 ou mais coletores solares da invenção (por exemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,

11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, ou 100 ou mais), o fluido de trabalho aquecido a partir de cada coletor pode ser combinado em proporções iguais ou diferentes em uma única tubulação de modo a formar um fluido de trabalho aquecido combinado antes da conversão do calor no fluido de trabalho aquecido combinado em energia elétrica (ac ou do). O fluido de trabalho aquecido (ou fluido de trabalho aquecido combinado) pode ser passado através de um atemperador que serve para resfriá-lo até uma temperatura desejada antes da conversão do calor no fluido de trabalho aquecido combinado em energia elétrica (ac ou dc). O aparelho para conversão de calor em energia elétrica pode compreender uma ou mais turbinas ou combinações de turbina e gerador, que também podem compreender sistemas de compressor, sistemas de condensador, e/ou sistemas de refrigerante, conforme avaliado pelos indivíduos versados na técnica para implementação de um processo termodinâmico particular. O processo termodinâmico pode ser um processo de malha fechada ou um processo aberto. Nas modalidades particulares, a conversão de energia térmica em energia elétrica pode ocorrer em mais de um processo termodinâmico, enquanto, por exemplo, uma porção da energia térmica é convertida em energia elétrica através de um primeiro processo termodinâmico, por exemplo, um processo termodinâmico de malha aberta, tal como um processo de ciclo de Brayton, e qualquer energia térmica residual proveniente do primeiro processo pode ser sequencialmente convertida em energia elétrica através de um segundo processo termodinâmico, por exemplo, um processo termodinâmico de malha fechada, tal como um processo de ciclo de Rankine. Naturalmente, avaliar-se-á que o primeiro e qualquer processo termodinâmico subsequente podem ser os mesmos processos onde um estágio primário converte uma primeira porção de energia térmica em energia elétrica, e estágios subsequentes secundários, terciários,

quaternários, etc podem ser usados para converter qualquer energia térmica residual proveniente do estágio anterior, conforme a necessidade.

[00160] Em uma modalidade exemplificadora, a conversão de calor em energia elétrica pode, pelo menos inicialmente, ser realizada em uma disposição de mecanismo térmico de ciclo de malha aberta. Nesta disposição, o mecanismo térmico de ciclo de Brayton compreende um compressor que serve para comprimir um fluido de trabalho gasoso de malha aberta que é transferido a um segundo trocador de calor que compreende tubos onde a energia é transferida ao fluido de trabalho gasoso comprimido de ciclo de malha aberta a partir de um primeiro fluido de trabalho aquecido. Em um coletor solar da invenção, o primeiro fluido de trabalho é aquecido por um primeiro trocador de calor em comunicação térmica com um meio de regulação de calor para recuperar o calor armazenado no meio de regulação de calor, sendo que o primeiro trocador de calor compreende tubos para aquecer o primeiro fluido de trabalho contido nos mesmos. Um compressor pode ser operativamente acoplado ao trocador de calor para comprimir o primeiro fluido de trabalho antes do aquecimento. O fluido de trabalho gasoso aquecido de ciclo de malha aberta é, então, transferido para uma turbina de gás que é acoplada a um gerador de eletricidade onde a energia térmica no fluido de trabalho gasoso aquecido de ciclo de Brayton é convertido em energia elétrica, tipicamente, mediante a expansão do fluido de trabalho gasoso aquecido de ciclo de malha aberta que proporciona um acionamento giratório a um eixo conectado ao gerador. O primeiro fluido de trabalho pode, por exemplo, ser um fluido vaporizado, por exemplo, vapor, ou um fluido gasoso, tal como um gás inerte (por exemplo, Ar, He, Ne) ou um gás não-inerte (por exemplo, ar, ou nitrogênio). O primeiro fluido de trabalho pode ser comprimido (por exemplo, 1,1 a 30 bar, 1,1 a 20 bar, 1,1 a 10 bar, 1,1 a 5 bar, 2 a

10 bar, 3 a 8 bar ou 4 a 8 bar) ou não-comprimido. O fluido de trabalho de ciclo de malha aberta pode, por exemplo, ser um fluido gasoso, tal como um gás inerte (por exemplo, Ar, He, Ne) ou um gás não-inerte (por exemplo, ar, ou nitrogênio) e é comprimido (por exemplo, 1,1 a 30 bar, 1,1 a 20 bar, 1,1 a 10 bar, 1,1 a 5 bar, 2 a 10 bar, 3 a 8 bar ou 4 a 8 bar). Qualquer calor residual no fluido de trabalho de ciclo de malha aberta pode ser sequencialmente transferido para um estágio de conversão de calor secundário. Por exemplo, o calor residual no fluido de trabalho de ciclo de malha aberta pode ser opcionalmente extraído através de um trocador de calor adicional, e, opcionalmente, armazenado em um meio de armazenamento térmico (por exemplo, grafite sintético ou grafite não-sintético). O trocador de calor adicional pode ser acoplado ao estágio de conversão de calor secundário. Em uma disposição exemplificadora, o estágio de conversão de calor secundário pode ser um sistema termodinâmico de malha fechada, tal como um mecanismo térmico de ciclo de Rankine.

[00161] Portanto, a invenção se estende a uma usina para produção de eletricidade, opcionalmente durante horários de pico, que compreende um ou mais coletores solares (por exemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, ou 100 ou mais) de acordo com a invenção, sendo que cada coletor solar compreende um meio de regulação de calor, um (primeiro) trocador de calor que compreende tubos para evaporar ou aquecer um (primeiro) fluido de trabalho contido nos mesmos, sendo que os tubos estão em comunicação térmica com o meio de regulação de calor de modo a recuperar o calor armazenado no meio de regulação de calor. O calor pode ser recuperado a partir do meio de regulação de calor durante os períodos de demanda de pico por eletricidade ou em outros horários, conforme a necessidade. O primeiro fluido de trabalho aquecido proveniente de cada coletor pode ser combinado em

proporções iguais ou diferentes em uma púnica tubulação de modo a formar um fluido de trabalho aquecido combinado antes da conversão do calor no fluido de trabalho aquecido combinado em energia elétrica (ac ou dc). O primeiro fluido de trabalho aquecido proveniente de cada coletor pode ser combinado em proporções iguais ou diferentes com a finalidade de emitir um fluido de trabalho aquecido com pressão e temperatura constantes. O fluido de trabalho aquecido (ou fluido de trabalho aquecido combinado) pode ser passado através de um atemperador de modo a resfriá-lo até uma temperatura desejada antes de converter o calor no fluido de trabalho aquecido combinado em energia elétrica (ac ou dc). A usina também pode compreender uma turbina ou motor adaptados para que sejam acionados diretamente pelo fluido de trabalho aquecido ou pelo fluido de trabalho aquecido combinado (em um sistema aberto) ou indiretamente através de um segundo fluido de trabalho operativamente associado a um segundo trocador de calor, desse modo, o segundo fluido de trabalho no segundo trocador de calor é aquecido pelo primeiro fluido de trabalho ou pelo fluido de trabalho aquecido combinado (sendo que o coletor solar compreende um meio de regulação de calor, um trocador de calor e um primeiro fluido de trabalho no último caso estando em um sistema de malha fechada) e pelo meio de geração de energia elétrica adaptado para que seja acionado pela turbina para geração de energia elétrica, sendo que o meio de geração de energia elétrica é operativamente acoplado (por exemplo, através de um eixo) à turbina. Em algumas modalidades, o(s) fluido(s) de trabalho (primeiro e, se presente, o segundo) pode(m) ser independentemente um gás não-inerte ou um gás inerte ou pode ser água/vapor. O primeiro fluido de trabalho pode ser comprimido ou não-comprimido. O segundo fluido de trabalho pode ser comprimido ou não-comprimido. Em operação, o primeiro fluido de trabalho é comprimido e, então, aquecido nos tubos do (primeiro)

trocador de calor como uma consequência de estar em comunicação com um corpo do material (por exemplo, grafite sintético ou grafite não-sintético) que compreende o meio de regulação de calor no qual o calor foi armazenado de acordo com a invenção, e tal calor é convertido em energia elétrica, conforme descrito anteriormente. Onde existir mais de um coletor solar, o primeiro fluido de trabalho aquecido proveniente de cada coletor pode ser combinado em proporções iguais ou diferentes em uma única tubulação de modo a formar um fluido de trabalho aquecido combinado antes da conversão do calor no fluido de trabalho aquecido combinado em energia elétrica (ac ou dc). O primeiro fluido de trabalho aquecido proveniente de cada coletor pode ser combinado em proporções iguais ou diferentes com a finalidade de emitir um fluido de trabalho aquecido com pressão e temperatura constantes. O fluido de trabalho aquecido (ou fluido de trabalho aquecido combinado) pode ser passado através de um atemperador de modo a resfriá-lo até uma temperatura desejada antes de converter o calor no fluido de trabalho aquecido combinado em energia elétrica (ac ou dc).

[00162] Nas modalidades particulares, o uso da usina para geração de eletricidade emprega uma turbina acionada a vapor que aciona, sucessivamente, um gerador de energia elétrica sob a forma de um alternador ou um excitador dc que é operativamente acoplado à turbina (por exemplo, através do eixo). Por este propósito, em um ou mais coletores solar (por exemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, ou 100 ou mais) da invenção, pode-se gerar vapor em um coletor solar da invenção evaporando-se a água nos tubos em um trocador de calor, sendo que esses tubos estão em comunicação térmica com um meio de regulação de calor que compreende um corpo de material (por exemplo, grafite sintético ou grafite não-sintético) no qual o calor foi armazenado de acordo com a invenção. Com a finalidade de aperfeiçoar a eficiência

do meio de recuperação associado a um coletor solar da invenção, o vapor pode ser superaquecido nos tubos de superaquecimento que também se encontram em comunicação térmica com o meio de regulação de calor (por exemplo, grafite sintético ou grafite não-sintético). Os tubos e os tubos de superaquecimento podem, por exemplo, ser tubos contínuos já que são utilizados em um sistema de "gerador de vapor de passagem única". Onde existir mais de um coletor solar, o vapor proveniente de cada coletor pode ser combinado em proporções iguais ou diferentes em uma única tubulação de modo a formar um vapor de saída combinada em pressão e temperatura constantes ou substancialmente constantes.

[00163] Portanto, a invenção se estende a uma usina para produção de vapor que compreende um ou mais coletores solares (por exemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, ou 100 ou mais) de acordo com a invenção, sendo que cada coletor solar compreende um meio de regulação de calor, um (primeiro) trocador de calor que compreende tubos para evaporar ou aquecer um (primeiro) fluido de trabalho contido nos mesmos, sendo que os tubos estão em comunicação térmica com o meio de regulação de calor de modo a recuperar ou extrair o calor armazenado no meio de regulação de calor. O calor pode ser recuperado ou extraído a partir do meio de regulação de calor durante os períodos de demanda de pico por vapor ou em outros horários, conforme a necessidade. A usina também compreende um segundo trocador de calor que compreende tubos compreendendo um segundo fluido de trabalho, desse modo, o segundo fluido de trabalho no segundo trocador de calor é aquecido pelo primeiro fluido de trabalho aquecido que está contido nos tubos em comunicação térmica com os tubos do segundo trocador de calor (sendo que o coletor solar compreende um meio de regulação de calor, um trocador de calor e o primeiro fluido de

trabalho se encontra em um sistema de malha fechada). O sistema de malha fechada pode compreender um resfriador que serve para resfriar o primeiro fluido de trabalho após o mesmo ter saído do segundo trocador de calor. O sistema de malha fechada pode compreender um compressor que serve para comprimir o primeiro fluido de trabalho após o resfriamento. O segundo fluido de trabalho pode ser água/vapor (quando o produto final for vapor ou quando uma turbina de vapor for usada para gerar eletricidade) ou um gás inerte ou não-inerte (quando uma turbina de gás ou turbina de gás reativo for usada para gerar eletricidade). Em algumas modalidades, o(s) primeiro(s) fluido(s) de trabalho pode(m) ser água/vapor ou um gás (inerte ou não-inerte). Em operação, o primeiro fluido de trabalho (que pode ser um primeiro fluido de trabalho comprimido quando for um gás) é aquecido nos tubos do (primeiro) trocador de calor como uma consequência de estar em comunicação térmica com um meio de regulação de calor (por exemplo, grafite sintético, ou grafite não-sintético) no qual o calor foi armazenado de acordo com a invenção, e tal calor é transferido para o segundo fluido de trabalho onde é convertido ou, se já estiver sob a forma de vapor, eleva a temperatura de tal vapor, conforme descrito anteriormente, ou se for um gás (gás inerte ou não-inerte) eleva a temperatura do gás. Onde existir mais de um coletor solar, o primeiro fluido de trabalho proveniente de cada coletor pode ser combinado em proporções iguais ou diferentes em uma única tubulação de modo a formar um primeiro fluido de trabalho de saída combinado em uma pressão e temperatura constantes ou substancialmente constantes com a finalidade de produzir vapor ou um gás aquecido a partir do segundo trocador de calor em uma pressão e temperatura constantes ou substancialmente constantes.

[00164] A invenção pode se estender alternativamente a uma usina para a produção de vapor, ou um gás quente, que compreende um ou

mais coletores solares (por exemplo, 1, 2, 3, 4, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, ou 100 ou mais) de acordo com a invenção, sendo que cada coletor solar compreende um meio de regulação de calor, um trocador de calor compreende tubos que evaporam ou aquecem um fluido de trabalho contido nos mesmos, sendo que os tubos estão em comunicação térmica com o meio de regulação de calor, de modo a recuperar o calor armazenado no meio de regulação de calor. O calor pode ser recuperado a partir do meio de regulação de calor durante os períodos de demanda de pico por vapor ou em outros horários, conforme a necessidade. O fluido de trabalho pode ser água/vapor, desse modo, em operação, o fluido de trabalho é aquecido nos tubos do trocador de calor que se encontram em comunicação térmica com o meio de regulação de calor (por exemplo, grafite sintético ou grafite não-sintético) no qual o calor foi armazenado de acordo com a invenção onde o mesmo é convertido em vapor ou, se já estiver sob a forma de vapor, eleva a temperatura de tal vapor, conforme descrito anteriormente, de tal modo que o vapor possa ser emitido a partir da usina para uso em uma aplicação desejada. Antes de ser emitido, o vapor pode ser combinado em proporções iguais ou diferentes em uma tubulação com o vapor gerado (por exemplo, em outro coletor solar de acordo com a invenção ou em um aparelho de armazenamento de calor que compreende um meio de regulação de calor, um trocador de calor que compreende tubos para evaporar ou aquecer um fluido de trabalho contido nos mesmos, sendo que os tubos se encontram em comunicação térmica com o meio de regulação de calor, de modo a recuperar o calor armazenado no meio de regulação de calor e um ou mais resistores elétricos operativamente associados com o meio de regulação de calor de modo a aquecer o meio de regulação de calor – exemplos de tal aparelho de armazenamento de calor são descritos no

documento WO2005088218, estando os conteúdos deste aqui incorporados a título de referência remissiva). O vapor proveniente do coletor solar da invenção pode ser combinado com o vapor proveniente de outra fonte em proporções iguais ou diferentes para emitir o vapor em uma pressão e temperatura constantes. O fluido de trabalho pode ser um gás inerte ou não-inerte. Um coletor solar da invenção pode compreender um coletor que serve para comprimir o gás inerte ou não-inerte. Um coletor solar da invenção pode compreender um coletor que serve para comprimir o gás inerte ou não-inerte. Um coletor solar da invenção pode compreender um resfriador que serve para resfriar o gás inerte ou não-inerte. O gás inerte ou não-inerte pode ser resfriado antes de ser comprimido. O gás inerte ou não-inerte pode ser comprimido, por exemplo, em 1,1 a 30 bar, 1,1 a 20 bar, 1,1 a 10 bar, 1,1 a 5 bar, 2 a 10 bar, 3 a 8 bar ou 4 a 8 bar. O vapor pode ser gerado colocando-se termicamente a água/vapor passador através de um segundo trocador de calor em contato com o gás inerte ou não-inerte a partir do trocador de calor no meio de regulação de calor. Após passar através do segundo trocador de calor, o gás inerte ou não-inerte pode, então, ser resfriado, comprimido e reciclado ao trocador de calor no meio de regulação de calor.

[00165] Ao longo do relatório descritivo e das reivindicações, o termo "fluido de trabalho" é usado de modo intercambiável com o termo "fluido de transferência de calor".

[00166] O uso do meio de regulação de calor, posicionado entre o receptor solar e os trocadores de calor, serve para regular o fluxo de energia térmica a partir da cavidade do receptor solar aos trocadores de calor, moderando, portanto, os efeitos das flutuações de entrada solar causadas, por exemplo, por nuvens que passam entre o sol e o coletor, e garante que a energia de saída permaneça relativamente constante. Isto promove uma operação eficiente da usina de geração. Dependendo

da quantidade de meio de regulação usada, a função de regulação pode operar por segundos, minutos, horas ou dias.

[00167] Portanto, a invenção abrange a provisão de uma pequena capacidade de regulação no dispositivo para cobrir perdas ou reduções em curto prazo na entrada de energia proveniente do sol, ou de uma grande capacidade de regulação que pode proporcionar continuamente uma saída de energia térmica solar, por exemplo, durante a noite, quando não existir luz solar. Em ambos os casos, o dispositivo é capaz de proporcionar uma saída de energia ao mesmo tempo em que a energia estiver sendo recebida.

[00168] Um recurso importante do presente dispositivo é que o regulador de energia fica localizado no ponto de coleta. Isto proporciona uma alta eficiência.

[00169] Um recurso adicional deste sistema é que o mesmo pode ser modular. Em cada módulo, a unidade de receptor/regulador/caldeira solar é dimensionada de tal modo que possa suportar em uma estrutura de torre de baixo custo, entre cerca de 5 e cerca de 100 m, acima do solo, ou cerca de 15 a cerca de 100 m ou cerca de 15 a cerca de 50 m acima do solo, para absorver a energia refletida em um dia, por exemplo, a partir de aproximadamente 1000 m² de heliostatos. Com a finalidade de ter uma estação de força de um requerimento de saída particular, esses módulos podem ser proporcionados lado a lado em uma formação de grade no solo e, então, conectados juntos antes de serem conectados a um gerador de turbina de vapor. Então, não há limite teórico ao tamanho da estação de força que esses módulos, conectados juntos, podem criar.

[00170] Os sistemas de heliostato com as características de concentração solar necessárias e as capacidades do sistema de controle de rastreamento para operar com a invenção se encontram comercialmente disponíveis.

[00171] Em uma modalidade particular, a presente invenção compreende três componentes, que podem estar contidos em uma caixa ou colocados no topo de uma torre. São estes:

- um receptor solar (camada de coleta de energia solar) que se encontra aberta no fundo da caixa (a abertura) de tal modo que os raios solares concentrados possam passar através da abertura, entrar na cavidade de recepção solar e se chocar contra o lado da cavidade do receptor solar.

- uma massa sólida do meio de regulação de calor dentro da caixa e em contato diretamente com a superfície interna do receptor solar.

- um trocador de calor tubular dentro da caixa em contato térmico com o meio de regulação de calor, a uma certa distância em relação à cavidade do receptor solar, através da qual um fluido pode ser passado de modo a extrair a energia térmica proveniente do meio sólido.

[00172] A caixa na qual esses componentes estão localizados pode ser fabricada a partir de aço intermediário e o receptor solar na abertura é fixado à caixa de tal modo que forme parte do compartimento, e torne o compartimento contínuo, portanto, a caixa é vedada à atmosfera. Um gás inerte ou uma atmosfera de baixa pressão podem ser proporcionados na caixa de modo a inibir, ou, de preferência, evitar a oxidação de qualquer um dos componentes que possa ocorrer em temperaturas elevadas.

[00173] Todos os componentes funcionais na caixa são termicamente isolados a partir do compartimento utilizando-se materiais isolantes exceto pelo meio de regulação que se encontra em contato direto com o compartimento do receptor solar dentro da abertura.

[00174] Proporciona-se a seguir uma descrição de cada um dos componentes anteriores:

[00175] O receptor solar é fabricado a partir de uma liga especial de

aço inoxidável resistente a altas temperaturas. O mesmo é conformado para minimizar os efeitos de re-irradiação de energia térmica através da abertura após a mesma ter sido absorvida no meio de regulação, quando a temperatura neste meio exceder a temperatura ambiente. O meio de regulação de calor é fabricado de tal modo que forme uma concha ao redor da cavidade do receptor. A espessura desta concha determina a capacidade de regulação de calor do sistema. A quantidade de energia no sistema é proporcional à massa do meio de regulação e à capacidade térmica do meio.

[00176] De modo desejável, o meio de regulação consiste em um material com propriedades que incluem a capacidade de suportar temperaturas bastante altas (até 1200°C), ter uma alta condutividade térmica (em excesso de 100 W/m.K), ser termicamente estável (sem alteração de forma em altas temperaturas), ter uma baixa emissividade (baixos níveis de radiação de calor que levam a perdas a partir do armazenamento), ter um alto calor específico (a razão entre o calor fornecido, uma massa unitária de uma substância e sua consequente elevação de temperatura), quimicamente inerte, de tal modo que não alcance os outros materiais no sistema e seja não-tóxico e não-prejudicial com a finalidade de apresentar mínimos riscos aos trabalhadores e ao meio ambiente.

[00177] Os materiais que possuem essas propriedades incluem materiais com alto teor de carbono, tal como grafite, carbono puro e carvões minerais duros (antracito), sílica, carboneto de silício etc, ou combinações desses materiais, tais como misturas de materiais à base de carbono e metais altamente condutivos (cobre, ouro, alumínio). Outros materiais adequados incluem ferro fundido, aço, alumínio, cobre, alumina, sílica, aluminossilicatos, carboneto de silício, nitreto de silício, tijolo refratário, cromita, magnetita, concreto refratário denso, óxidos metálicos, tais como óxido de berílio, óxido de magnésio, óxido de

cálcio, óxido de estrôncio, óxido de ósmio, trióxido de lantânio, trióxido de ítrio, trióxido de escândio, dióxido de titânio, dióxido de zircônio, dióxido de háfnio, pentóxido de tântalo, pentóxido de nióbio, alumina, sílica, óxido de níquel, e outros materiais inorgânicos, tais como nitreto de silício, carboneto de silício, carboneto de boro, carboneto de tântalo, carboneto de titânio, carboneto de tungstênio, carboneto de zircônio, nitreto de alumínio, boreto de zircônio, espinélio, mulita, fosferita, argila refratária, dolomita, magnesita, porcelanas com alto teor de alumina, porcelanas com alto teor de magnésia, silimanita, cianita, silicato de zircônio e misturas de qualquer dois ou mais desses.

[00178] A espessura da concha do meio de regulação ao redor do receptor solar pode ser menor que 40 a 50 mm, podendo proporcionar atenuação da transferência de energia a partir do receptor solar até os trocadores de calor de modo a cobrir as flutuações e os intervalos em curto prazo (da ordem de segundos a minutos) na entrada solar, a espessuras de 200 a 1000 mm que, dependendo da massa total do meio de regulação, podem proporcionar uma série de horas ou dias de saída.

[00179] O sistema do trocador de calor é embutido no meio de regulação de calor, porém, nas bordas externas da concha do material do meio de regulação. O trocador de calor pode ser constituído por uma tubulação de liga com alto teor de níquel ou liga de aço inoxidável capaz de suportar temperaturas de até 1000°C e pressões de 200 bar, embora não necessariamente ambas ao mesmo tempo.

[00180] A tubulação do trocador de calor é projetada para produzir vapor utilizando-se o ciclo de vapor de passagem única. Neste sistema, comumente usada em usinas de co-geração de vapor, a água de carga é pré-aquecida e bombeada diretamente na tubulação do trocador de calor embutido no bloco. A água ferve, é submetida à alteração de fase a partir de água par vapor saturado, então, é superaquecida ao longo do comprimento da tubulação, antes de emergir como vapor

superaquecido na condição requerida para acionar uma turbina de vapor, comumente cerca de 150°C a cerca de 550°C e cerca de 10 bar a cerca de 80 bar.

[00181] Alternativamente, os trocadores de calor nos meios de regulação podem ser conectados em série de 1, 2, 3, 4 ou mais, com a energia sendo progressivamente extraída como água quente com pressão muito alta, comumente cerca de 300°C e 200 bar de pressão, e, então, sendo convertida em vapor reduzindo-se a pressão para criar vapor após deixar os primeiros blocos e, então, utilizando-se o calor proveniente dos últimos blocos na série para superaquecer antes de o vapor alcançar a turbina. Desta forma, os custos e as perdas associados ao transporte do fluido de transferência de calor entre as unidades de armazenamento/caldeira e a turbina podem ser minimizados.

[00182] Um sistema de acordo com a invenção pode, conforme discutido anteriormente, ser usado para produção de vapor. Pode-se utilizar qualquer fluido de trabalho adequado para extrair energia térmica do calor armazenado. A descrição a seguir é ilustrativa de um sistema adequado.

[00183] O controlador de estação é programado para uma temperatura, pressão e taxa de vazão de vapor necessária. O controlador de estação controla a pressão de entrada de água e determina quais entre os reguladores térmicos solares individuais (dispositivos de coleta de energia solar) são empregados para produção de vapor. O controlador de estação utilizará quantos reguladores térmicos solares forem necessários para satisfazer a temperatura e a quantidade de vapor desejada. O controlador de estação recebe informações sobre a temperatura média a partir do controlador de módulo de cada regulador térmico solar individual e é programado para prever a taxa que cada bloco particular produzirá vapor. O controlador de estação decide quais reguladores térmicos solares serão colocados

em operação e, a partir da temperatura média do bloco, é programado para determinar a taxa de declínio na saída de vapor.

[00184] Da mesma forma, existe um atemperador de vapor, que usa a água aspergida na linha de vapor, antes de o vapor ser enviado a um requerimento de processo ou a uma turbina de vapor e o controlador de estação pode fazer um ajuste final à temperatura de vapor de modo a garantir que esteja de acordo com o necessário. O controlador de estação recebe a taxa de vazão de água a partir do controlador de módulo para cada regulador térmico solar e o atemperador de vapor. O controlador de estação determina o fluxo total dessas fontes de modo a confirmar que a quantidade de vapor total final esteja conforme a necessidade. O controlador de estação avalia continuamente o fluxo de vapor e preverá quando será necessário iniciar o próximo regulador térmico solar.

[00185] O controlador de módulo é programado para introduzir água no trocador de calor embutido no regulador térmico solar em uma taxa de tal modo que o vapor produzido esteja dentro da faixa predeterminada para a temperatura do vapor. Se a temperatura do vapor for muito alta, então, introduz-se água em uma taxa maior. Portanto, cada regulador térmico solar pode ter um controlador de faixa de vazão que serve para controlar a taxa de vazão da água.

[00186] À medida que a energia é extraída do meio de regulação de calor, e a temperatura do mesmo decai como resultado, a taxa na qual se introduz água no trocador de calor é reduzida de modo a manter a temperatura de saída para o vapor dentro da faixa predeterminada para a temperatura de vapor. O controlador de módulo gerencia a produção de vapor para o regulador térmico solar individual, mantendo a produção de vapor dentro da faixa predeterminada de temperatura controlando-se a taxa na qual se introduziu água ao trocador de calor embutido. O controlador de módulo é programado para ajustar a taxa na qual a água

é introduzida dependendo da temperatura média do material de regulação de calor. O controlador de módulo abre ou fecha a válvula de controle para garantir que a temperatura de vapor necessária seja mantida. A taxa de vazão variável é medida em um medidor de fluxo, e esta taxa é enviada pelo controlador de módulo até o controlador de estação.

[00187] À medida que a produção de vapor diminui para um regulador térmico solar individual ao longo do tempo, com a finalidade de manter uma saída constante a partir do sistema como um todo, utilizam-se múltiplos reguladores. Os reguladores de temperatura superior podem produzir potencialmente vapor em direção ao topo da faixa de temperatura predeterminada enquanto os reguladores em uma temperatura inferior produzem potencialmente vapor na extremidade inferior da faixa predeterminada. A saída diferente dos reguladores individuais é usada para se obter vantagem em relação ao controlador de estação.

[00188] Um coletor para uso em um dispositivo de coleta de energia solar de acordo com a presente invenção é mostrado na Figura 1. Os recursos de princípio do concentrador da Figura 1 são:

1. Camada de coleta de energia 1 – esta funciona como um receptor solar e é conformada com a finalidade de definir uma cavidade no interior do coletor solar. A camada de coleta de energia é construída a partir de aço inoxidável e revestida com uma camada protetora (não mostrada) que compreende um material de proteção.

2. Meio de regulação de calor sólido 2 tendo um alto calor específico, alta tolerância à temperatura, alta condutividade térmica, baixa emissividade, termicamente estável, não-tóxico e baixo risco ambiental.

3. Tubulação do trocador de calor 3 embutida na matriz de meio de regulação de calor 2

4. Material isolante 4 que circunda o meio de regulação de calor 2 para reduzir as perdas de calor.

5. Válvula de suprimento e controle de gás inerte 5 que serve para fornecer gás inerte ao material isolante 4 com a finalidade de reduzir ou minimizar a oxidação térmica.

6. Sistema de válvula de controle de entrada de água de carga 6. Este é proporcionado com a finalidade de carregar o fluido de transferência de calor na tubulação do trocador de calor 3.

7. Sistema de válvula de controle e saída de água quente, vapor/H.T. 7. Este é proporcionado com a finalidade de permitir que o fluido de transferência de calor aquecido (sob a forma líquida ou gasosa) deixe o coletor para uso, por exemplo, na geração de eletricidade.

8. Material isolante poroso (por exemplo, tijolos isolantes) 8 para suportar o meio de regulação 2.

9. Abertura 9 ao receptor/coletor solar. Comumente, o concentrador (não mostrado na Figura 1) irá focalizar energia na abertura 9 de tal modo que a energia máxima disponível seja proporcionada na cavidade.

10. Invólucro de aço intermediário 10 do coletor. Este circunda o isolamento 4.

11. Blindagem térmica 11 construída pelo material de flange em alta temperatura ao redor da abertura 9. Esta é proporcionada para evitar danos aos materiais circundantes devido às altas temperaturas geradas ao redor da abertura devido à concentração de energia solar.

12. Estrutura de suporte de aço 12 para caixa. Esta é isolada a partir do meio de regulação de calor 2 através do isolamento poroso 8, e pode ser usada para montar o coletor em uma torre.

[00189] Em uso, a energia solar proveniente do concentrador é focalizada na abertura 9. Então, a mesma passa pelo coletor, e se choca contra a camada de coleta de energia 1. A camada protetora sobre a

camada 1 aumenta a absorção de energia solar, e também pode inibir uma re-radiação da energia fora do coletor. A camada de coleta de energia 1 transfere a energia solar sob a forma de calor ao meio de regulação de calor 2, que aquece o fluido de transferência de calor na tubulação do trocador de calor 3. Conforme notado anteriormente, devido à alta massa térmica do meio 2, as flutuações na energia solar que entram na abertura 9 são igualadas de modo que um suprimento constante de fluido de transferência de calor aquecido possa ser proporcionado. O suprimento de gás inerte 5 fornece gás inerte ao isolamento 4 com a finalidade de evitar ou inibir a oxidação de materiais no coletor. O isolamento 4 reduz a perda de calor a partir do meio de regulação de calor 2 até a parte externa, e está contido no invólucro de aço intermediário 10 para integridade estrutural. O fluido de transferência de calor aquecido sai do coletor através da saída 7. Este pode, então, ser diretamente usado por propósitos de aquecimento, ou pode ser convertido utilizando-se meios convencionais em eletricidade.

[00190] As Figuras 6 a 8 mostram fotografias da invenção ou porções das mesmas. Portanto, a Figura 6 mostra uma torre tendo um coletor solar de acordo com a invenção e um concentrador de energia solar que compreende um arranjo de espelhos que serve para concentrar energia no coletor solar. As Figuras 7 e 8 mostram vistas mais aproximadas do coletor, observando-se a parte superior da cavidade. A Figura 9 mostra um coletor solar de acordo com a invenção, tendo as seguintes especificações:

[00191] Dimensões: 2,8m*2,8m*2,8m

[00192] Peso: aproximadamente 14-15 Toneladas (grossa); aproximadamente 10 Toneladas (teor de grafite)

[00193] Capacidade de armazenamento térmico: 11,5GJ (3,2MWMh)

[00194] Capacidade de saída térmica: até 1500kW

[00195] Taxa de entrada térmica máxima: 500kW@1000°C

[00196] Vazão típica da caldeira: (pode variar); capacidade de geração de água quente (na saída) pressão 150 bar A (máx. 200 bar A), T 280°C (máx. 320°C); capacidade de geração de vapor (na saída) pressão 40 bar A (máx. 50 bar A), T 400°C (máx. 550°C)

[00197] Os recursos da presente invenção incluem:

- A elevação do bloco regulador em uma torre permite que altas temperaturas sejam alcançadas.

- A invenção proporciona uma alta densidade de regulação térmica e geração eficiente de eletricidade;

- Um sistema de regulação térmica completamente integrada no ponto de coleta proporciona alta eficiência;

- O projeto modular proporciona uma fácil ampliação de escala, uma simples construção e uma pronta-implantação.

[00198] Em uma forma, a invenção proporciona um sistema de coleta solar que compreende:

[00199] uma pluralidade de chapas de um meio de regulação de calor de grafite dispostas ao redor de uma cavidade e em contato com um dispositivo de coleta de energia;

[00200] um concentrador de energia solar que serve para concentrar os raios solares para aquecer o dispositivo de coleta de energia e, desse modo, aquecer o meio de regulação de calor;

[00201] um primeiro trocador de calor pelo menos parcialmente no interior ou em proximidade ao meio de regulação de calor para recuperar energia térmica a partir do meio de regulação de calor em um fluido de transferência de calor; e

[00202] um circuito de fluido de transferência de calor para transferir calor no fluido de transferência de calor até um segundo trocador de calor de modo a gerar vapor.

[00203] Em outra forma, a invenção proporciona um método que

serve para coletar energia solar e recuperar energia térmica, sendo que o dito método compreende:

[00204] dispor uma pluralidade de chapas de um meio de regulação de calor de grafite ao redor de uma cavidade e em contato com um dispositivo de coleta de energia de modo que sejam aquecidas;

[00205] concentrar os raios solares para aquecer o dispositivo de coleta de energia e, desse modo, aquecer o meio de regulação de calor;

[00206] recuperar a energia térmica a partir do meio de regulação de calor em um fluido de transferência de calor; e

[00207] transferir calor no fluido de transferência de calor para um trocador de calor de modo a gerar vapor.

[00208] O meio de regulação de calor de grafite pode ser um meio de regulação de calor de grafite sintético. O meio de regulação de calor de grafite pode ser um meio de regulação de calor de grafite não-sintético. A Figura 11 mostra a construção de um coletor solar de acordo com a presente invenção. Portanto, as chapas 1110 (apenas das são especificamente indicadas, embora a figura mostre um número maior de chapas) são mostradas empilhadas em todos os quatro lados de uma abertura quadrada 1120, que é alinhada a um dispositivo de coleta de energia (não mostrado). No presente documento, as chapas 1110 são mostradas por motivos de simplicidade sendo aproximadamente retangulares, no entanto, conforme mostrado na Figura 10, o formato real é algo mais complexo. A montagem das chapas 1110 é localizada no interior de um compartimento 1130, e a região entre as chapas 1110 e o compartimento 1130 é preenchida com um material isolante, comumente um material isolante fibroso ou poroso. A ilustração A da Figura 11 mostra uma vista em perspectiva do coletor, e a ilustração B mostra uma seção transversal ao longo da linha X-X'. A ilustração B mostra a chapa superior 1140 (que tem necessariamente um formato e diferentes em relação às chapas laterais 1110), que, se situa no topo do

dispositivo de coleta de energia que se alinha com a abertura 1120. A ilustração B também mostra a disposição da tubulação do trocador de calor no interior da montagem de chapas 1110. Conforme se pode observar, a tubulação do trocador de calor se encaixa nas cavidades (por exemplo, 1150) que são formadas a partir de duas ranhuras compatíveis nas chapas adjacentes. Em cada face da montagem das chapas existem duas tubulações paralelas do trocador de calor. Estas são rotuladas como 1160 e 1165 para o conjunto à direita de chapas na ilustração B. Compreender-se-á que outras porções de tubulação (não-rotuladas) superiores à montagem também são conectadas a estas. As conexões de fluido entre essas tubulações são localizadas em espaços nos cantos da montagem, rotuladas, por exemplo, como 1170 na ilustração A, embora as conexões não sejam explicitamente mostradas por propósitos de simplicidade (essas são mostradas nas figuras posteriores). As extremidades inferiores dessas tubulações são conectadas a um condutor em anel fechado (não mostrado) e as extremidades superiores a uma tubulação que passa acima do compartimento 1130.

[00209] A Figura 12 mostra uma seção transversal mais detalhada de um coletor solar similar àquele da Figura 11. Os recursos adicionais na Figura 12 incluem tijolos termicamente isolantes 1210 que suportam as chapas do meio de regulação de calor e as protege no caso de radiação solar incidente vinda por baixo. O isolamento térmico 1220 é mostrado entre as chapas e o compartimento 1225. Os pares termoeletrônicos (por exemplo, 1230) são mostrados em profundidades variáveis nas chapas para monitorar a temperatura no coletor solar e proporcionar dados ao controle do coletor. Os sinais relacionados à temperatura são restabelecidos a partir dos pares termoeletrônicos através de correlações elétricas (por exemplo, 1235), que levam a um controlador de módulo (não mostrado). A tubulação do trocador de calor

entre as chapas sai do compartimento através dos tubos 1240 e suas saídas combinadas (por exemplo, água quente) passam através da tubulação 1245. A blindagem 1250 é proporcionada para proteger a porção inferior do compartimento 1225 contra danos de radiação solar e se estende dentro das regiões inferiores da cavidade 1265. A mesma é dotada de uma abertura para blindagem, que se alinha com a abertura 1255 com a finalidade de permitir que a radiação solar entre na cavidade 1265. A mesma é dotada de um isolamento 1260 sobre uma superfície de parte da mesma de modo a proporcionar uma blindagem adicional. Portanto, em operação, a energia solar proveniente de um concentrador de energia solar é focalizada através da abertura para blindagem e da abertura 1255 na cavidade 1265 onde se choca contra o dispositivo de coleta de energia 1270. Isto aquece o dispositivo 1270 que transfere a energia térmica às chapas, e, então, ao fluido de transferência de calor na tubulação do trocador de calor. Em um exemplo, este é convertido em vapor, que passa através dos tubos 1240 até a tubulação 1245. Este pode ser passado em um trocador de calor externo ou pode ser usado como vapor de processo, ou para gerar eletricidade diretamente, conforme a necessidade.

[00210] A Figura 13A mostra um diagrama de um dispositivo de coleta de energia solar de acordo com a invenção. Portanto, o coletor solar 1300 é suportado sobre a torre 1305 por meio de pólos verticais 1310. A blindagem circular 1315 é mostrada abaixo do coletor 1300, e é proporcionada como proteção ao coletor 1300 contra radiação solar. Um concentrador de energia solar é proporcionado sob a forma de refletores 1320. Estes são dispostos com a finalidade de direcionarem radiação solar na cavidade 1325. Conforme descrito anteriormente, a radiação solar que entra na cavidade 1325 é usada para aquecer um fluido de transferência de calor na tubulação do trocador de calor embutida no coletor 1300. Esse fluido passa pelo coletor 1300 através

dos tubos 1330 e na tubulação 1335 que o leva para onde será sequencialmente usado. A blindagem circular 1315 tem uma abertura circular 1315a.

[00211] A Figura 13B mostra um diagrama de um dispositivo de coleta de energia solar de acordo com a invenção conforme descrito na Figura 13A exceto pelo fato de que a blindagem 1317 é uma blindagem com uma abertura quadrada 1317a. Podem-se utilizar formatos alternativos para a blindagem e/ou abertura conforme a necessidade (por exemplo, retangular, oval, elíptico, poligonal em losango, etc).

[00212] A Figura 14 ilustra alguns elementos do sistema de controle de um dispositivo de coleta de energia solar. O dispositivo 1400 compreende um coletor solar 1405. O controlador de módulo 1410 é um processador, por exemplo, um computador ou PLC (controlador de lógica programável) que serve para controlar a operação do coletor 1405. O controlador de estação 1415 é proporcionado para controlar uma coleção de dispositivos similares ao dispositivo 1400, e é acoplado ao controlador de módulo 1410 com a finalidade de enviar sinais de controle ao dispositivo 1400 e receber sinais de dados a partir dos mesmos. Os pares termoeletricos 1420 ficam localizados em várias posições no interior do meio de regulação de calor do coletor 1405 para monitorar as temperaturas em diferentes locais. Esses sinais são enviados, conforme indicado, ao controlador de módulo 1410 ou diretamente ao controlador de estação 1415. A válvula 1425 controla a vazão de fluido de transferência de calor na tubulação do trocador de calor do coletor 1405 e as válvulas 1430 controlam a vazão de fluido de transferência de calor fora da tubulação do trocador de calor à tubulação 1435. As válvulas 1430 são opcionais e podem não estar presentes, no caso onde não estiverem presentes, o fluido de transferência de calor aquecido pode passar diretamente na tubulação 1435. A blindagem 1445 é proporcionada para proteger a face inferior do coletor 1405

contra radiação solar incidente, e tem um isolamento em uma parte da superfície do mesmo (ilustrado, porém, não numerado). A mesma se estende parcialmente na cavidade 1453 com a finalidade de blindar a porção inferior contra radiação solar. É dotada de uma abertura para blindagem 1450 que permite que a radiação solar proveniente dos refletores 1455 entre na cavidade 1453. Os refletores 1455 são equipados com motores (não mostrados) que são capazes de mover os refletores 1455 em resposta a sinais de controle a partir do controlador de módulo 1410. O plugue 1460 é disposto com a finalidade de que seja inserível na abertura para blindagem 1445 de modo que restrinja a perda de calor a partir da cavidade 1453 quando não existir energia solar que entra na cavidade. O plugue 1460 é suportado no mecanismo de inserção de plugue 1465 que é capaz de inserir e remover o plugue 1460, e que responde a um sinal de controle a partir do controlador de módulo 1410. Um sistema de gás inerte é proporcionado com a finalidade de evitar que oxigênio entre no coletor 1405 e oxide os materiais (por exemplo, o meio de regulação de calor). Portanto, a válvula de entrada 1470 controla o fluxo de gás inerte a partir de uma fonte de gás inerte (1475). Em alguns casos, uma válvula de saída 1480 pode estar presente para controlar o fluxo de gás inerte para fora do coletor 1405, embora em alguns casos não esteja presente, e qualquer gás inerte que sai do coletor 1405 a partir de pequenos pontos de vazamento não-intencionais no compartimento do coletor 1405. O sensor de pressão 1485 é disposto dentro do coletor 1405 com a finalidade de monitorar a pressão do gás inerte no interior do mesmo, e proporcionar um sinal de pressão ao controlador de módulo 1405. Isto permite controlar a válvula de entrada 1470 pelo controlador de módulo 1405.

[00213] Em operação, quando o isolamento for suficiente, o controlador de módulo 1410 avisa ao mecanismo de inserção de plugue

1465 para remover o plugue 1460 com a finalidade de permitir que radiação solar entre na cavidade 1453 através da abertura para blindagem 1450. O controlador de módulo também avisa aos motores dos refletores 1455 para direcionarem a radiação solar conforme descrito na cavidade 1453. O controlador de estação 1415 avisa as válvulas 1425 para abrirem e permitirem que uma quantidade necessária de fluido de transferência de calor passe através do coletor 1405, aquecendo, assim, o fluido de transferência de calor. Em um exemplo, este fluido é água, que se converte em vapor à medida que passa através do coletor 1405. O controlador de estação 1415 também avisa as válvulas 1430 para permitirem que o vapor saia, e controlem a pressão do vapor à medida que o mesmo sai da tubulação 1435. Uma pressão de gás inerte adequada ligeiramente maior que a pressão ambiente é mantida no coletor 1405. Portanto, quando o sensor 1485 sinalizar uma pressão ao controlador de módulo 1410 que esteja abaixo da pressão predeterminada, envia-se um sinal à válvula 1470 para se abrir durante um período de tempo suficiente para aumentar a pressão do gás inerte até a faixa necessária. Este aumento de pressão aciona um sinal de controle a dosar a válvula 1470 com a finalidade de evitar um acúmulo adicional de pressão no coletor 1405. Os pares termoeletrônicos 1420 proporcionam sinais de retroinformações de temperatura constante ao controlador de módulo 1410. Na situação mostrada na Figura 14, a temperatura se elevou até um limite superior, Isto acionou o controlador de módulo 1410 de modo a sinalizar o refletor à direita 1455 para direcionar a radiação solar afastando-se da cavidade 1453 com a finalidade de evitar um aumento adicional de temperatura. À medida que o fluido de transferência de calor passa através do coletor 1405, energia será perdida, resultando em resfriamento. Eventualmente, isto acionará um sinal aos refletores 1455 para direcionar a radiação solar à cavidade 1453 com a finalidade de

aumentar a entrada de energia, A função do controlador de estação 1415 serve para controlar a operação combinada de uma série de controladores, como 1410. Portanto, pode-se desligar e ligar os controladores conforme a necessidade de modo a proporcionar uma qualidade e quantidade necessárias de energia de saída (por exemplo, sob a forma de vapor a partir da tubulação 1435).

[00214] Em operação, o meio de regulação de calor pode ser aquecido até uma temperatura entre cerca de 500 e 1000°C, ou cerca de 500 a 700, 700 a 1000 ou 600 a 800°C (por exemplo, cerca de 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950 ou 1000°C). Se a temperatura ameaçar exceder uma temperatura de limite superior, um sistema de controle pode aumentar a quantidade de fluido de transferência de calor que passa através da tubulação do trocador de calor, com a finalidade de aumentar a remoção de calor a partir do meio, ou pode desligar (estacionar) um ou mais refletores de modo a reduzir a energia de entrada ao coletor. O aquecimento do meio de regulação de calor ocorre por meio da transferência de calor a partir do dispositivo de coleta de energia. Portanto, pelo menos uma parte da superfície do dispositivo de coleta de energia voltada para a cavidade é aquecida pela radiação solar que entra na cavidade através da abertura.

[00215] A Figura 15 ilustra um dispositivo de coleta solar no qual a energia solar é direcionada nas aberturas no lado do coletor solar ao invés da superfície inferior do mesmo. Portanto, no dispositivo 1500, o coletor solar 1505 é suportado sobre a torre 1510 por meio de quatro pólos verticais 1515. Dispõe-se um arranjo de refletores 1520 próximos ao nível do solo para coletar radiação solar. Comumente, em relação a outros dispositivos de coleta solar descritos no presente documento, estes serão dispostos ao redor da torre 1510, embora em alguns casos possam ser apenas dispostos em um lado da mesma. Apenas 6 refletores 1520 são mostrados por razões de simplicidade, porém, na

prática, provavelmente, utiliza-se um número muito maior de refletores. Isto é ilustrado em uma figura posterior. O arranjo de refletores 1520 terá corredores desprovidos de refletores – esses corredores serão dispostos de tal modo que os refletores não direcionem energia em direção aos pólos 1515. Os refletores elevados 1525 são dispostos com a finalidade de refletirem a radiação solar proveniente dos refletores 1520 em direção ao coletor solar 1505. O coletor solar 1505 tem duas cavidades 1530 – que são dispostos com a finalidade de aceitarem a radiação solar concentrada proveniente dos refletores 1525 através das aberturas 1535. Em alguns casos, as aberturas 1535 permitem radiação apenas em uma porção inferior das cavidades 1530. Isto facilita o aprisionamento de ar aquecido no interior das cavidades 1530. As saídas 1540 são proporcionadas para transportar o fluido de transferência de calor aquecido a partir da tubulação do trocador de calor (não mostrada) no coletor 1505 até a tubulação 1545. As blindagens 1550 são proporcionadas com a finalidade de proteger o material que circunda as aberturas 1535 contra danos a partir de radiação solar isolada em uso.

[00216] Em uso, a radiação solar se choca contra os refletores 1520, que foram orientados por meio de um sistema de controle (similar àquele descrito em conjunto com a Figura 14) com a finalidade de direcionar a radiação solar aos espelhos elevados 1525. Conforme mostrado, existem apenas dois espelhos elevados e duas cavidades. Na prática, podem existir mais cavidades no coletor 1505. Cada cavidade pode ser associada a um único refletor elevado, ou cada refletor pode ser capaz de direcionar a radiação solar em mais de uma cavidade (opcionalmente em diferentes momentos do dia) ou podem existir mais de um refletor elevado que direciona a radiação em cada cavidade. À medida que a radiação se choca contra um dispositivo de coleta de energia disposto na cavidade, o dispositivo de coleta de

energia aquece e transfere a energia térmica de modo a aquecer o meio de transferência no coletor. Sucessivamente, aquece-se o fluido de transferência de calor na tubulação do trocador de calor no interior do coletor. Então, o fluido de transferência de calor aquecido (comumente, água quente ou vapor) passa pelo coletor 1505 até o conduto 1545 através das saídas 1540.

[00217] A Figura 16 (A e B) mostra um dispositivo de coleta solar no qual uma fonte de energia suplementar pode ser usada para complementar a energia solar como uma entrada de energia. Portanto, na Figura 16, o coletor solar 1600 compreende uma cavidade 1605 que serve para aceitar a radiação solar proveniente dos refletores 1610, conforme previamente discutido. O coletor 1600 também compreende resistores embutidos 1615 nas cavidades do resistor 1620. Comumente, esses são eletricamente isolados a partir do meio de regulação de calor no coletor 1600. Os detalhes do aquecimento elétrico de um meio de regulação de calor, tal como grafite são proporcionados no documento WO95/25416, estando os conteúdos deste aqui incorporados a título de referência remissiva. A Figura 16A mostra uma situação na qual as cavidades do resistor 1620 são horizontais e a Figura 16B tem cavidades verticais do resistor 1620. Ficará aparente que as cavidades do resistor 1620 podem estar em qualquer ângulo desejado, e podem passar a partir do tipo, fundo ou lateral do coletor 1600 (ou podem passar a partir de mais de um desses). Pode existir apenas uma cavidade de resistor 1620, conforme mostrado na Figura 16, ou podem existir 2, 3, 4, 5 ou mais de 5 cavidades, conforme a necessidade. Proporciona-se um circuito 1625 para transmitir corrente elétrica a partir da fonte 1630. Comumente, a fonte 1630 será capaz de gerar eletricidade a partir de uma fonte de energia renovável, tal como energia eólica etc. Pode ser um gerador hidroelétrico. Em uso, o coletor 1600 irá absorver a radiação solar proveniente dos refletores 1600, conforme

descrito anteriormente. Esta também pode absorver energia térmica que é gerada a partir da eletricidade que passa através dos resistores 1615. Isto facilita a provisão de energia a partir do coletor 1600 de forma contínua, visto que, quando a energia solar estiver indisponível (por exemplo, em condições nubladas ou à noite), a entrada de energia a partir da fonte 1630 pode continuar a aquecer o coletor 1600 e permite que o mesmo produza uma saída de energia. Na construção de um coletor, tal como aquele mostrado na Figura 16A, uma ou mais chapas (consulte a Figura 11) podem ter uma cavidade de resistor pré-formada 1620 na qual os resistores 1615 se encaixam, seja antes ou após a montagem. Na construção de um coletor, tal como aquele mostrado na Figura 16B, as chapas apropriadas podem ter orifícios que, quando as chapas forem montadas, se alinham a partir das cavidades do resistor 1620. Neste caso, prefere-se que os resistores 1615 sejam inseridos após a montagem das chapas.

[00218] Em algumas formas deste sistema, existe uma altura extra do meio de regulação de calor proporcionada acima da cavidade, com a finalidade de acomodar os resistores 1615. Portanto, as chapas extras do meio de regulação de calor podem ser adicionadas durante a construção do coletor, sendo que essas chapas extras são adaptadas para acomodar os resistores 1615.

[00219] As Figuras 17 a 21 ilustram a construção de um coletor solar. Na Figura 17, pode-se observar um quadro que suporta e forma parte de um compartimento do coletor solar. Uma face inferior do coletor solar pode ser observada, onde os tijolos de cerâmica são assentados. Estes irão suportar as chapas do meio de regulação de calor. Acima dos tijolos, pode-se observar a tubulação do trocador de calor, suportada em uma armação. Apenas um conjunto de tubulação pode ser observado no presente documento, no entanto, uma tubulação similar estará presente em cada uma das quatro faces. Atrás da tubulação do trocador

de calor, pode-se observar uma face do dispositivo de coleta de energia, que se encontra sob a forma de um paralelepípedo transversalmente cortado. A Figura 18 mostra um estágio adicional de construção do coletor solar. Várias chapas do meio de regulação de calor em cada face do coletor foram colocadas em posição. As curvas da tubulação do trocador de calor podem ser observadas projetando-se a partir das extremidades das chapas que foram montadas. A Figura 19 mostra uma vista lateral de um estágio precoce de construção de um coletor solar. Isto proporciona uma visão clara da tubulação do trocador de calor. Em algumas modalidades da invenção, uma segunda tubulação do trocador de calor está presente (estaria localizada entre a tubulação mostrada na Figura 19 e o dispositivo de coleta de energia visível na parte direita da figura). Neste caso, estes podem ser carregados por baixo através de um único condutor em anel fechado, e podem ser duplicados acima do coletor até um cano múltiplo de distribuição de admissão. A Figura 20 mostra um estágio adicional de construção no qual a maior parte das chapas do meio de regulação de calor se encontra em posição. A Figura 21 mostra o topo do coletor sob construção. A tubulação do trocador de calor, estando a maior parte desta embutida na montagem das chapas de regulação de calor, passa ao longo do topo do dispositivo de coleta de energia de tal modo que, em uso, possa absorver mais energia através do fluido de transferência de calor. Os tubos de saída para a tubulação do trocador de calor podem ser observados estendendo-se verticalmente a partir da armação ao longo da borda mais próxima da armação.

[00220] A Figura 22 mostra uma vista do topo do coletor, que ilustra o cano múltiplo de distribuição de admissão no qual se abrem os tubos de saída a partir do trocador de calor. A Figura 23 mostra como dois pares de tubulação do trocador de calor são dispostos em cada face da montagem, e como a tubulação do trocador de calor se encaixa aos

orifícios tubulares entre duas chapas formadas a partir de duas ranhuras em corte transversal semicircular complementar nas duas chapas. Um vão de expansão de canto entre as chapas para permitir uma expansão térmica em uso também pode ser observado. A Figura 24 mostra uma vista na cavidade a partir de baixo. O isolamento na blindagem pode ser observado. A Figura 25 mostra uma vista do coletor a partir de baixo. A blindagem abaixo do coletor pode ser prontamente observada, assim como pode o isolamento proporcionado nos quatro pólos verticais que suportam o coletor. Adicionalmente, existe um isolamento nos eixos verticais no topo da torre para protegê-los contra radiação solar isolada. A Figura 26 mostra o plugue capaz de se encaixar à abertura para blindagem quando os refletores estiverem em orientações de não-coleta. O plugue é montado em um mecanismo de inserção de plugue, neste caso, sob a forma de um elevador de tesoura. Os refletores, em uma orientação horizontal substancialmente desprovida de coleta, podem ser observados no plano de fundo. A Figura 27 mostra uma pilha de chapas de meio de regulação de calor. Isto ilustra um formato adequado para as chapas, e mostra as ranhuras na face da chapa na qual a tubulação do trocador de calor será encaixada. A Figura 28 mostra um coletor solar no topo de uma torre e circundado por um arranjo de refletores para coletar energia solar e direcioná-la ao coletor. A Figura mostra os refletores em uma série de círculos concêntricos, e também mostra os corredores no arranjo onde não existem refletores, com a finalidade de evitar direcionar a radiação solar aos pólos que suportam o coletor sobre a torre, reduzindo, assim, a possibilidade de danos aos pólos.

[00221] A Figura 28A descreve o fluido de transferência de calor aquecido como sendo um vapor que é diretamente emitido a partir da tubulação 1335 no coletor solar descrito nas Figuras 13A e 13B ou da tubulação 1545 descrita na Figura 15 no tubo de saída 2801 a partir do

qual o mesmo emerge como o vapor que pode ser usado conforme a necessidade.

[00222] As Figuras 28B e 28C mostram o fluido de transferência de calor aquecido (que pode ser vapor ou um gás inerte ou um gás não inerte) diretamente emitido a partir da tubulação 1335 no coletor solar descrito nas Figuras 13A e 13B ou da tubulação 1545 descrita na Figura 15 no tubo 2S02 que se encontra em comunicação térmica e passa através do segundo trocador de calor 2803. O tubo 2802 é acoplado ao resfriador 2804 que, sucessivamente, é acoplado ao compressor 2805 (que pode ser um soprador ou ventilador) através do tubo 2806. O tubo 2807 acopla o compressor 2805 à entrada B. O tubo 2808 se encontra em comunicação térmica e passa através do segundo trocador de calor 2803 até a turbina de vapor 2809. A turbina de vapor 2809 é acoplada ao gerador elétrico 2810 (ac ou dc). Em uso, o fluido de transferência aquecido A entra no segundo trocador de calor 2803 através do tubo 2802 e a água no tubo 2808 também entra no segundo trocador de calor 2803. O fluido de transferência aquecido A pode ser um gás inerte ou um gás não-inerte ou pode ser vapor. O fluido de transferência aquecido A pode estar em pressão e temperatura constantes ou em uma temperatura e pressão substancialmente constantes. Isto pode ser obtido controlando-se e ajustando-se, conforme a necessidade, a taxa de vazão do fluido de transferência de calor no meio de regulação de calor. À medida que o fluido de transferência de calor no tubo 2802 passa através do segundo trocador de calor 2803, o mesmo transfere seu calor para a água no tubo 2808, convertendo-a, assim, em vapor. Devido ao fato de o fluido de transferência de calor estar em pressão e temperatura constantes ou substancialmente constantes, o vapor gerado no tubo 2808 para a água no tubo 2808 (que também é geralmente distribuído em pressão e temperatura constantes) também se encontra em pressão e temperatura constantes ou substancialmente

constantes. O vapor que emerge a partir do tubo 2808 aciona a turbina de vapor 2809 que, sucessivamente, aciona o gerador elétrico 2810 através do eixo 2811. Após passar através do segundo trocador de calor 2803, o fluido de transferência de calor no tubo 2802 passa no resfriador 2804 onde o mesmo é resfriado e, então, passa pelo compressor 2805 através do tubo 2806 onde este é comprimido. O fluido de transferência de calor resfriado e comprimido é, então, reciclado à entrada B através do tubo 2807.

[00223] A Figura 28D mostra o fluido de transferência de calor aquecido diretamente a partir da tubulação 1335 no coletor solar descrito nas Figuras 13A e 13B ou da tubulação 1545 descrita na Figura 15 no tubo 2820 que passa pela turbina de vapor 2821. A turbina de vapor 2821 é acoplada ao gerador elétrico 2822 (ac ou dc) através do eixo 2823. Em uso, o fluido de transferência aquecido A entra no tubo 2820 em uma pressão e temperatura constantes ou em uma temperatura e pressão substancialmente constantes. Isto pode ser obtido controlando-se e ajustando-se conforme a necessidade a taxa de vazão do fluido de transferência de calor no meio de regulação de calor (que pode ser grafite sintético ou grafite não-sintético, por exemplo). O fluido de transferência de calor A (que é vapor ou, em outras modalidades, pode ser um gás inerte ou um gás não-inerte) que emerge a partir do tubo 2820 aciona a turbina de vapor 2821 (ou turbina de gás 2821 quando o fluido de transferência de calor A for um gás inerte ou um gás não-inerte) que, sucessivamente, aciona o gerador elétrico 2822 através do eixo 2823.

[00224] A Figura 29A descreve três coletores solares 2900, 2901 e 2902 da invenção que emitem os fluidos de transferência de calor aquecidos A, E e C, respectivamente (podem existir, por exemplo, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, ou 100 ou mais coletores – 3 coletores são

descritos no presente documento, para ilustrar as várias configurações) a partir das tubulações AA, EE e CC, respectivamente. Os coletores 2900, 2901 e 2902 são essencialmente iguais àqueles descritos em detalhes nas Figuras 13 A e 13B (ou, alternativamente, podem ser conforme descrito em detalhes com referência à Figura 15 ou podem ser uma combinação das torres das Figuras 13 A e 13B e da Figura 15 ou variações das mesmas).

[00225] Conforme descrito na Figura 29B, os fluidos de transferência de calor aquecidos A, E e C da Figura 29A se combinam na tubulação 2910 através dos tubos de entrada 2911, 2912 e 2913 de modo a formar um fluido de transferência de calor aquecido combinado na tubulação 2910. O fluido de transferência de calor aquecido combinado da tubulação 2910 pode ser misturado com o fluido de transferência de calor adicional do tubo 2913A na tubulação opcional 2911A que se acoplada à tubulação 2910 através do tubo 2912A. Alternativamente, o fluido de transferência de calor aquecido combinado da tubulação 2910 pode ser aquecido com o fluido de transferência de calor adicional do tubo 2913A em comunicação térmica com o trocador de calor opcional 2911A (no lugar da tubulação opcional 2911A) que se acopla à tubulação 2910 através do tubo 2912A. O fluido de transferência de calor aquecido adicional no tubo 2913A pode ser originada a partir de um aparelho de armazenamento de calor 2914 que pode compreender um meio de regulação de calor, um trocador de calor que compreende tubos para evaporar ou aquecer o fluido contido, sendo que os tubos se encontram em comunicação térmica com o meio de regulação de calor, de modo a recuperar o calor armazenado no meio de regulação de calor e um ou mais resistores elétricos operativamente associados com o meio de regulação de calor para aquecer o meio de regulação de calor – exemplos de tal aparelho de armazenamento de calor são descritos no documento WO20050S8218, estando os conteúdos deste aqui

incorporados a título de referência remissiva. A eletricidade usada para aquecer o aparelho de armazenamento de calor 2914 pode ser uma eletricidade fora de pico ou uma eletricidade proveniente de uma fonte renovável, tal como energia eólica proveniente de um moinho de vento ou energia solar através de um aparelho de conversão de energia solar ou energia hidroelétrica ou energia elétrica provenientes de energia maremotriz ou energia elétrica derivada de uma fonte geotérmica de calor. O fluido de transferência de calor aquecido de 2911A pode passar através do atemperador opcional 2915 pelo tubo 2916 onde o mesmo é resfriado até uma temperatura desejada aspergindo-se gotículas de água através do fluido de transferência de calor aquecido. O tubo 2917 é acoplado à turbina de vapor 2918 e ao atemperador 2915. A turbina de vapor 2918 é acoplada ao gerador elétrico 2920 (ac ou dc) através do eixo 2919. Em uso, os fluidos de transferência de calor aquecidos A, E e C (que podem ser gás ou vapor) entram na tubulação 2911, 2912 e 2913 de modo a formar um fluido de transferência de calor combinado aquecido. O fluido de transferência de calor combinado pode ser combinado com um fluido de transferência de calor aquecido adicional na tubulação opcional 2911A ou, se um segundo trocador de calor opcional 2911A for usado no lugar da tubulação 2911A, o fluido de transferência de calor combinado pode ser aquecido até uma temperatura desejada. Posteriormente, a temperatura do fluido de transferência aquecido combinado pode ser ajustada no atemperador 2915. O fluido de transferência aquecido combinado no tubo 2917 pode estar em pressão e temperatura constantes ou em temperatura e pressão substancialmente constantes. Isto pode ser obtido controlando-se e ajustando-se, conforme a necessidade, a taxa de vazão do fluido de transferência de calor nos meios de regulação de calor dos coletores 2900, 2901 e 2902, conforme a necessidade. O vapor que emerge do tubo 2917 aciona a turbina de vapor 2918 que, sucessivamente, aciona

o gerador elétrico 2920 (que pode ser ac ou dc) através do eixo 2919.

[00226] Conforme descrito na Figura 29C, os fluidos de transferência de calor aquecidos A, E e C da Figura 29A passam através do bloco de suporte 2950 pelos tubos de entrada 2951, 2952 e 2953 no atemperador opcional 2954 através dos tubos 2955, 2956 e 2957 onde as temperaturas dos fluidos de transferência de calor aquecidos A, E e C podem ser ajustadas (ou seja, resfriadas) conforme a necessidade. Então, os fluidos de transferência de calor aquecidos com temperatura ajustada A, E e C passam através do trocador de calor 2958 nos tubos 2959, 2960 e 2961 que se encontram em comunicação térmica com o trocador de calor 2958. À medida que o fluido de transferência de calor nos tubos 2959, 2960 e 2961 passa através do trocador de calor 2958, o mesmo transfere seu calor para água no tubo 2962 convertendo-a, assim, em vapor. Os fluidos de transferência de calor nos tubos 2959, 2960 e 2961 podem estar em pressão e temperatura constantes ou substancialmente constantes, neste caso, o vapor gerado no tubo 2962 (que também é geralmente distribuído em pressão e temperatura constante) também se encontra em pressão e temperatura constantes ou substancialmente constantes. O vapor que emerge a partir do tubo 2962 pode ser usado para qualquer uso desejado, tal como uso industrial, ou para acionar uma turbina de vapor (não mostrada) quem sucessivamente, pode acionar um gerador elétrico (não gerador). Após passar através do trocador de calor 2958, o fluido de transferência de calor nos tubos 2959, 2960 e 2961 pode passar nos resfriadores (não mostrados) onde são resfriados e, então, passam nos compressores (não mostrados) onde os mesmos são comprimidos. O fluido de transferência de calor resfriado e comprimido pode, então, ser reciclado às entradas B, F e D, respectivamente, dos coletores da Figura 29 A.

[00227] Conforme descrito na Figura 29D, os fluidos de transferência de calor aquecidos A, E e C da Figura 29A se combinam na tubulação

2980 através dos tubos de entrada 2981, 2982 e 2983 de modo a formar um fluido de transferência de calor aquecido combinado na tubulação 2980. O fluido de transferência de calor aquecido combinado da tubulação 2980 pode passar através do atemperador opcional 2984 através do tubo 2985 onde o mesmo pode ser resfriado até uma temperatura desejada aspergindo-se gotículas de água através do fluido de transferência de calor aquecido combinado. O tubo 2986 é acoplado ao trocador de calor 2987 e ao atemperador 2984 e se encontra em comunicação térmica com o trocador de calor 2987. O trocador de calor 2987 é acoplado ao resfriador 2988 através do tubo 2989. O compressor 2990 é acoplado ao resfriador 2988 pelo tubo 2991. O separador 2992 é acoplado ao compressor 2990 pelo tubo 2993. O trocador de calor 2987 tem um tubo 2994 que se encontra em comunicação térmica com o trocador de calor 2987. Em uso, os fluidos de transferência de calor aquecidos A, E e C (que podem ser gás ou vapor) entram nas tubulações 2981, 2982 e 2983 de modo a formar um fluido de transferência de calor combinado aquecido. Posteriormente, a temperatura do fluido de transferência aquecido combinado pode ser ajustada no atemperador 2984. O fluido de transferência aquecido combinado no tubo 2986 pode estar em pressão e temperatura constantes ou em temperatura e pressão substancialmente constantes. Isto pode ser obtido controlando-se e ajustando-se conforme a necessidade a taxa de vazão do fluido de transferência de calor nos meios de regulação de calor dos coletores 2900, 2901 e 2902 conforme a necessidade. O calor é transferido no trocador de calor 2987 a partir do fluido de transferência de calor aquecido combinado no tubo 2986 até a água no tubo 2994 de modo a formar vapor que é emitido a partir do trocador de calor 2987. O vapor de saída pode estar em pressão e temperatura constantes e em temperatura e pressão substancialmente constantes. O vapor que emerge a partir do tubo 2995 pode ser usado

como vapor conforme a necessidade ou pode ser usado para acionar uma turbina de vapor (não mostrada) que, sucessivamente, pode acionar um gerador elétrico (não mostrado – que pode ser ac ou dc) através de um eixo (não mostrado). O fluido de transferência de calor combinado em emersão a partir do trocador de calor 2987 passa através do tubo 2989 até o resfriador 2988 onde o mesmo é resfriado até uma temperatura desejada e, portanto, ao compressor 2990 (onde este é comprimido) e, posteriormente, ao separador 2992 que separa o fluido de transferência de calor combinado nos fluidos de transferência de calor B, F e D que são reciclados às respectivas entradas dos coletores 2900, 2901 e 2902 conforme mostrado na Figura 29A

REIVINDICAÇÕES

1. Coletor solar compreendendo:

um meio de regulação de calor (2) definindo uma cavidade (1265) e tendo uma abertura (9) se comunicando com a cavidade para permitir que a energia solar incidente sobre a abertura (9) entre na cavidade através da abertura (9), o meio de regulação de calor (2) estando disposto em um compartimento (10);

um gás no interior do compartimento (10), o gás é sendo um gás que não reage substancialmente com o meio de regulação de calor (2) na temperatura operacional máxima do meio (2);

um dispositivo de coleta de energia (1) disposto na cavidade e em contato térmico com o meio de regulação de calor (2) para coletar a energia solar que entra na cavidade; e

um trocador de calor (3) em contato térmico com o meio de regulação de calor (2);

caracterizado pelo fato de que o meio de regulação de calor (2) compreende grafite, partículas de grafite incrustadas em uma matriz termicamente condutiva, carbono puro e uma combinação dos mesmos.

2. Coletor solar, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende uma camada protetora sobre uma superfície do dispositivo de coleta de energia adjacente à cavidade.

3. Coletor solar, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o trocador de calor compreende uma tubulação de troca de calor (3) capaz de aceitar um fluido de transferência de calor, em que a tubulação de troca de calor encontra-se pelo menos parcialmente incrustada no meio de regulação de calor e em que diferentes porções da tubulação de troca de calor se encontram incrustadas no meio de regulação de calor em diferentes distâncias a partir do dispositivo de coleta de energia.

4. Coletor solar, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o meio de regulação de calor (2) é formado a partir de uma pluralidade de chapas de regulação de calor adjacentes (1100), pelo menos algumas das chapas tendo ranhuras (1150) nas mesmas, de modo que a tubulação de troca de calor (3) esteja disposta nas ranhuras.

5. Coletor solar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que compreende uma blindagem (11, 1250) disposta abaixo do compartimento (1225) para proteger uma porção inferior do compartimento contra danos, a blindagem tendo uma abertura para blindagem (9, 1255) para permitir que a energia solar passe através da blindagem dentro da cavidade (1265).

6. Coletor solar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que compreende um plugue removível (1460) para inibir a re-radiação a partir da cavidade (1453).

7. Coletor solar, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que compreende um mecanismo de inserção de plugue (1465) para inserir e remover o plugue (1460), em que o mecanismo de inserção de plugue é acoplado a um controlador de módulo (1410), o controlador de módulo sendo capaz de controlar o mecanismo de inserção de plugue para inserir o plugue nos momentos quando a energia solar interrompe o direcionamento à abertura (1450) e remover o plugue nos momentos imediatamente antes de a energia solar começar a ser direcionada à abertura.

8. Coletor solar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um concentrador de energia solar (21) capaz de concentrar energia solar e disposto de modo a ser capaz de direcionar a energia solar

concentrada através da abertura (9) e dentro da cavidade (1265).

9. Coletor solar, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um dispositivo de rastreamento para mover o concentrador de energia solar (21) de modo a direcionar a energia solar concentrada através da abertura (9) do coletor solar e dentro da cavidade (1265) do mesmo.

10. Coletor solar, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que o concentrador de energia solar compreende um arranjo de refletores (1520).

11. Coletor solar, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que compreende uma estrutura de suporte (12) na qual o compartimento (10) é montado, em que a estrutura de suporte compreende uma torre (1305) e o compartimento (10) é montado sobre a torre (1305) através de pelo menos três polos substancialmente verticais (1310), em que o arranjo compreende um corredor correspondente a cada um dos polos substancialmente verticais (1310, 1515), os corredores sendo desprovidos de refletores no mesmo, de modo que o arranjo é capaz de direcionar a energia solar concentrada entre os polos e através da abertura (1535).

12. Coletor solar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, caracterizado pelo fato de que compreende um controlador de módulo (1410) para controlar a operação do coletor de energia solar, em que o controlador de módulo é capaz de controlar pelo menos:

um movimento do concentrador de energia solar (21) de modo a direcionar a energia solar concentrada através da abertura (9) e dentro da cavidade (1265), se necessário,

um movimento do concentrador de energia solar (21) de modo a colocar o concentrador de energia solar em uma orientação sem coleta, se necessário;

um movimento do concentrador de energia solar (21) de modo a colocar pelo menos um refletor (1455) do dito concentrador de energia solar, em uma orientação de não coleta, se necessário;

a inserção de um plugue (1460), se presente, na abertura (9), se presente;

a inserção de um plugue (1460), se presente, em uma abertura de blindagem (1450), se presente;

a remoção de um plugue (1460), se presente, na abertura (9), se presente;

a remoção de um plugue (1460), se presente, em uma abertura de blindagem (1450), se presente;

o influxo de água no coletor;

o escoamento de água quente a partir do coletor; e

a saída de vapor do coletor.

13. Coletor solar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 12, caracterizado pelo fato de que o trocador de calor (3) é acoplado a um gerador de eletricidade (37) que é capaz de ser acionado por um fluido aquecido de transferência de calor, de modo que, em uso, a energia solar incidente no concentrador é transmitida sob a forma de calor a um fluido de transferência de calor no trocador de calor, o fluido de troca de calor sendo transferido ao gerador de eletricidade de modo a gerar eletricidade.

14. Método para coletar e regular energia solar, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

a) proporcionar um coletor de energia solar conforme definido em qualquer uma das reivindicações 8 a 13; e

b) controlar o concentrador de energia solar (21) de modo a direcionar a energia solar concentrada para dentro da abertura (9) e assim permitir q energia solar de colidir no dispositivo de coleta de energia solar (1);

de modo a concentrar a energia solar no dispositivo de coleta de energia (1) para aquecer o meio de regulação de calor (2).

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o concentrador de energia solar compreende um arranjo de refletores (1520) e, em que a etapa de controlar compreende detectar uma temperatura em uma posição com o coletor de energia solar e, se necessário, orientar pelo menos um dos refletores a uma orientação sem coleta para evitar que a temperatura exceda um limite superior predeterminado.

16. Método, de acordo com a reivindicação 14 ou 15, caracterizado pelo fato de que ainda compreende as etapas de:

c) controlar o concentrador de energia solar (21) de modo que o concentrador está em uma orientação sem coleta;

d) inserir um plugue (1460) dentro da abertura (9) do coletor de energia solar, se presente, para restringir a perda de calor a partir da cavidade (1453) do coletor de energia solar; e

e) inserir um plugue (1460) na abertura de blindagem (1450) na blindagem (1445), se presente, para restringir a perda de calor a partir da cavidade (1453) do coletor de energia solar;

quando não for desejado coletar energia solar,

e adicionalmente compreendendo as etapas de:

f) remover o plugue (1460) para permitir que a energia térmica concentrada entre na cavidade (1453) através da abertura (1450); e

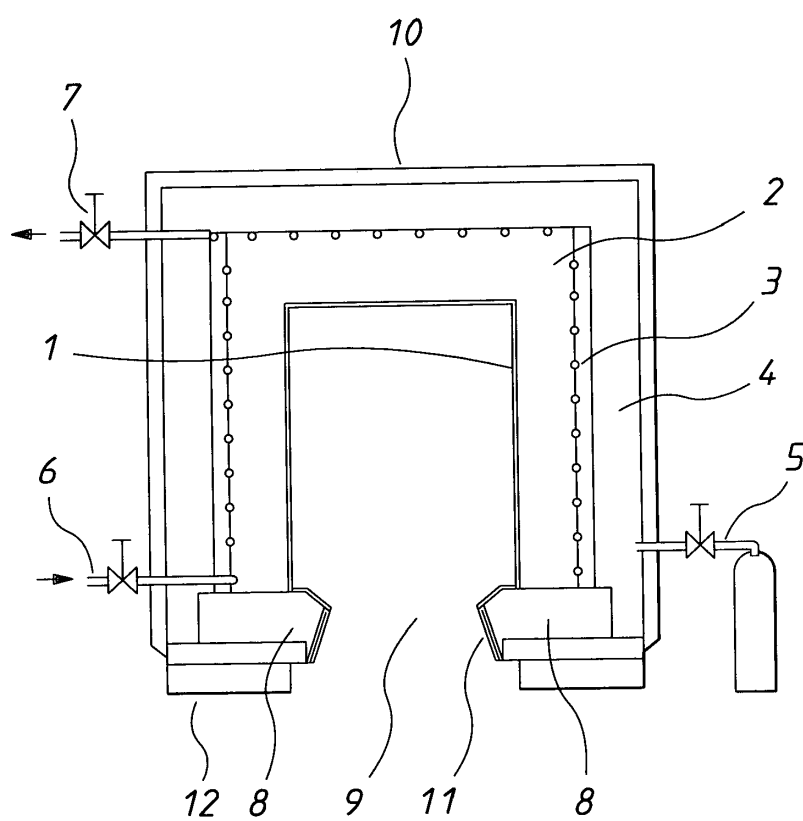
g) controlar o concentrador de energia solar (21) de modo que o concentrador esteja em uma orientação de coleta na qual a mesma direciona a energia solar concentrada através da abertura (1450) dentro da cavidade (1453); quando for novamente desejado coletar energia solar.

17. Método para preparar um coletor solar conforme definido em

qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

proporcionar uma tubulação do trocador de calor (3) compreendendo uma pluralidade de porções de tubulações paralelas dispostas ao redor de um dispositivo de coleta de energia (1) e montadas sobre uma base (12), o dispositivo de coleta de energia compreendendo quatro painéis retangulares verticais dispostos em um quadrado e um topo quadrado fixado a uma borda horizontal superior dos quatro painéis verticais; e

montar entre as porções de tubulação uma pluralidade de chapas (1110) do meio de regulação de calor de modo que o meio de regulação de calor fique em contato com as quatro faces verticais externas e o topo do dispositivo de coleta de energia.

FIG. 1

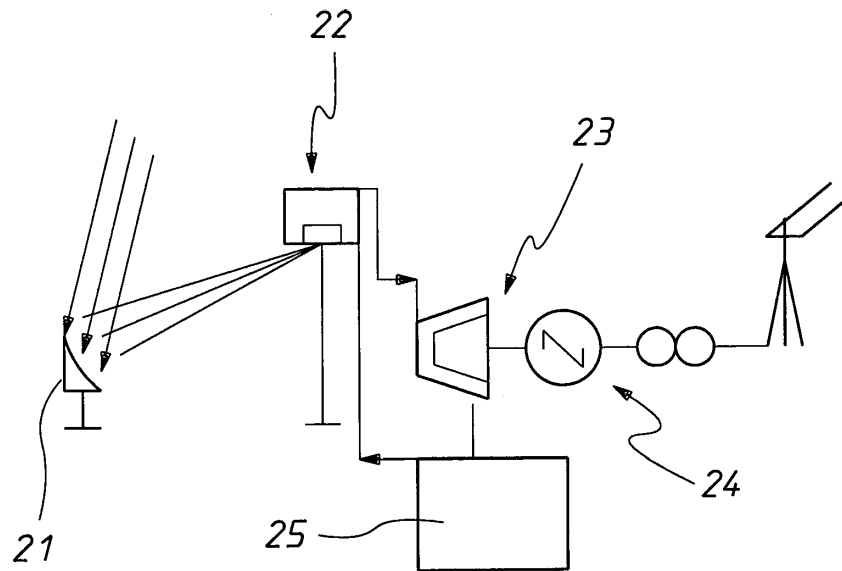


FIG. 2

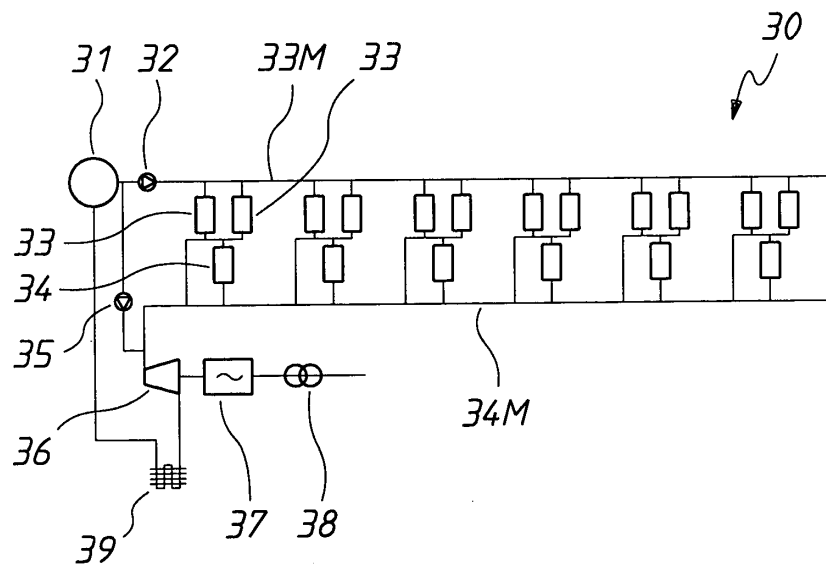


FIG. 2a

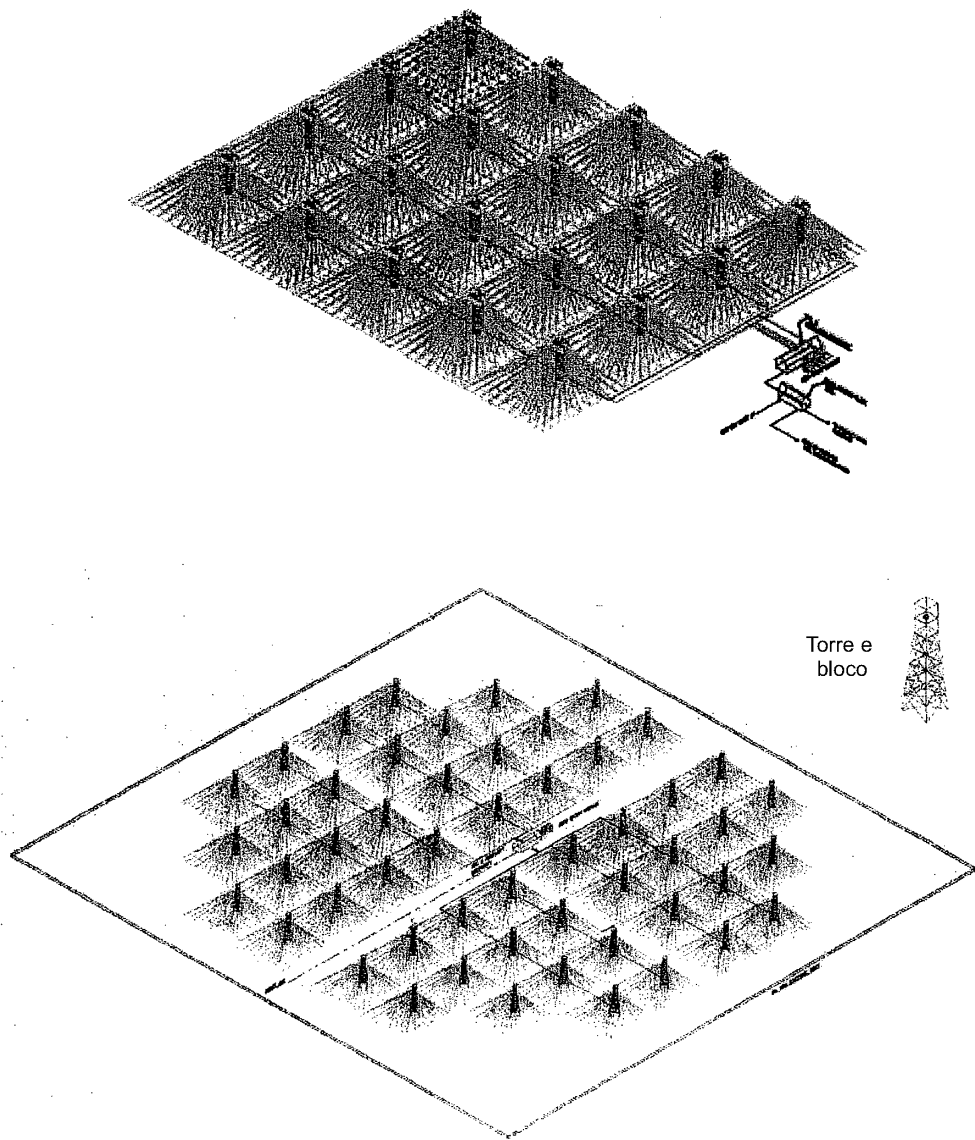
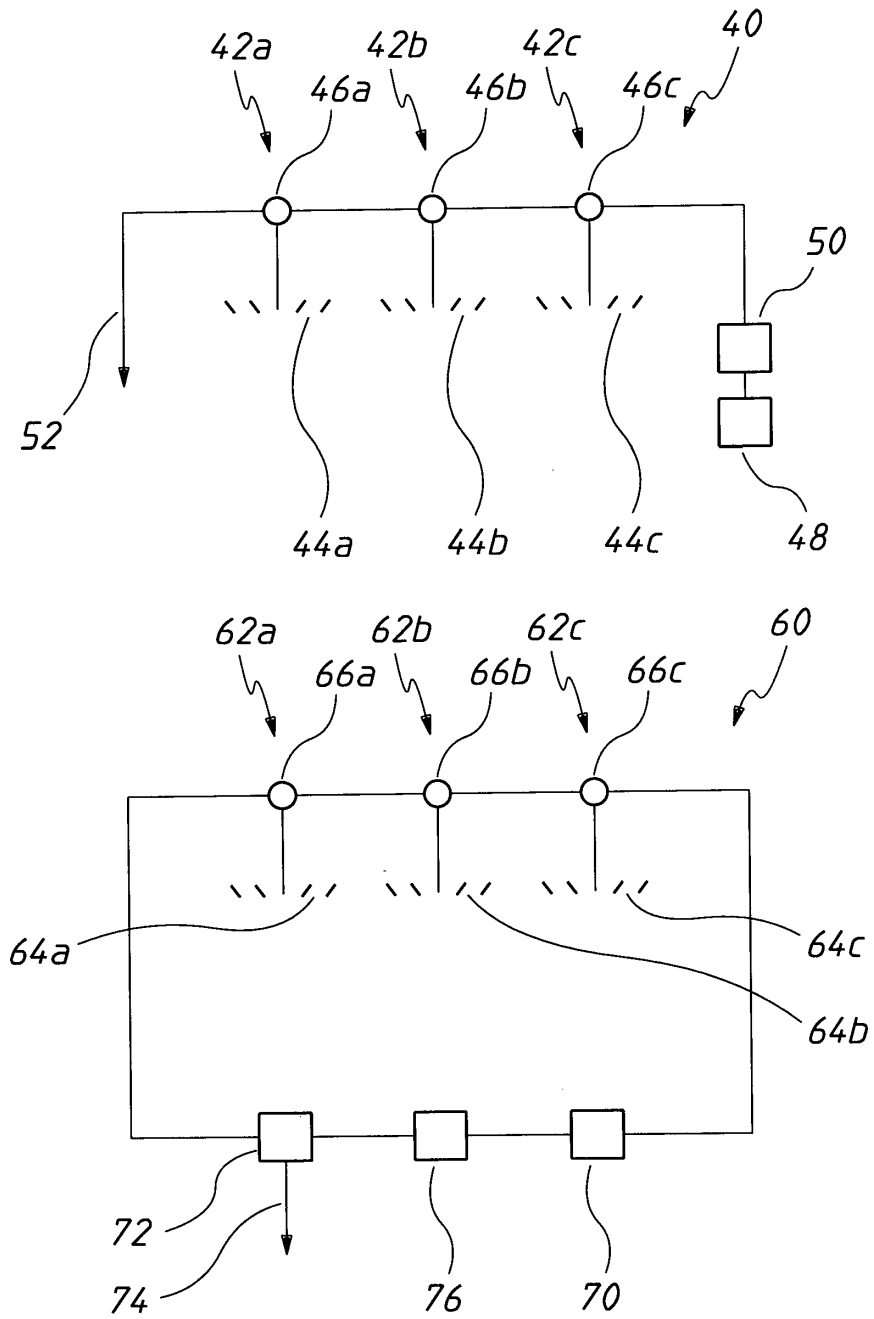


Fig. 3

FIG. 4

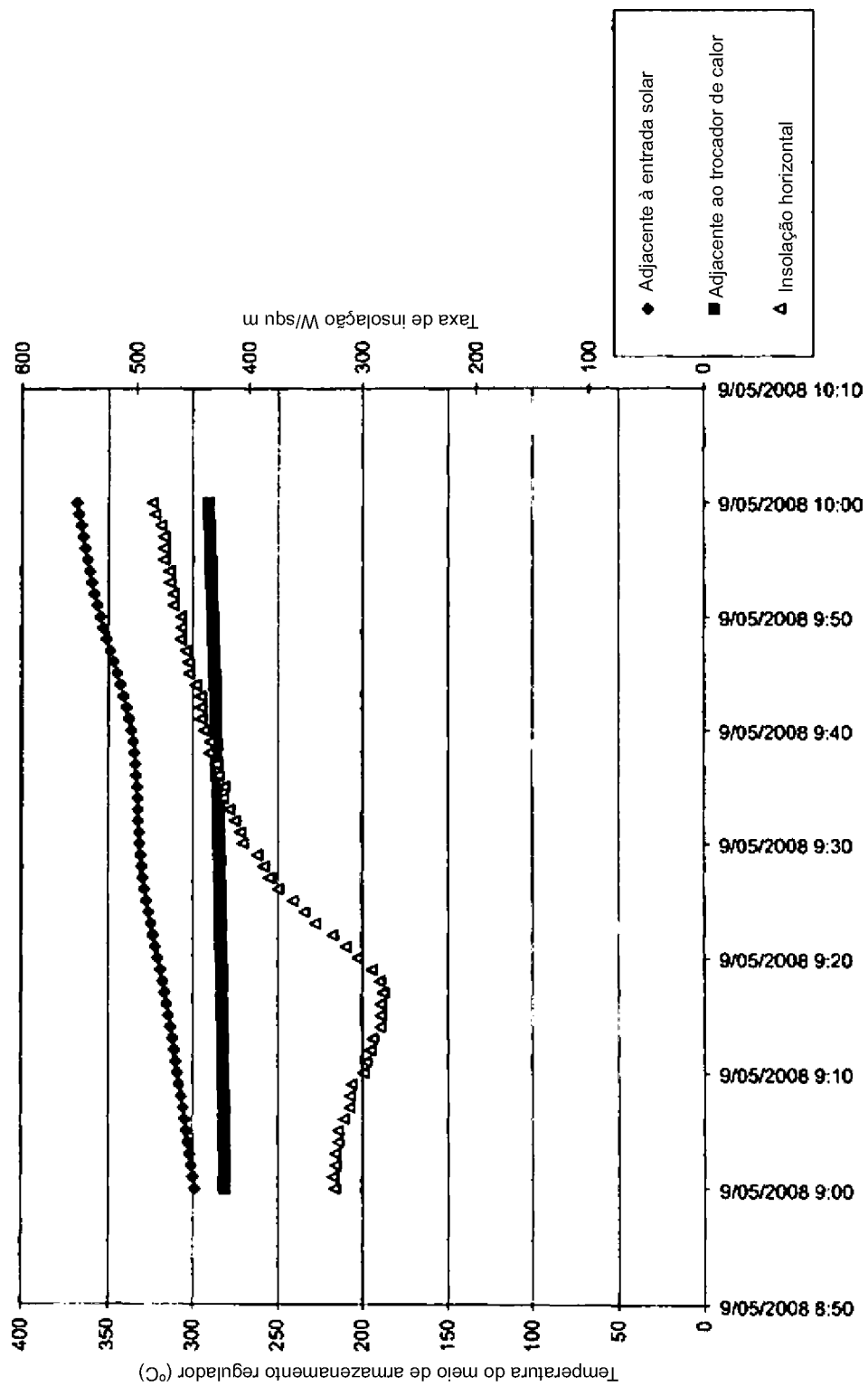


Fig. 5

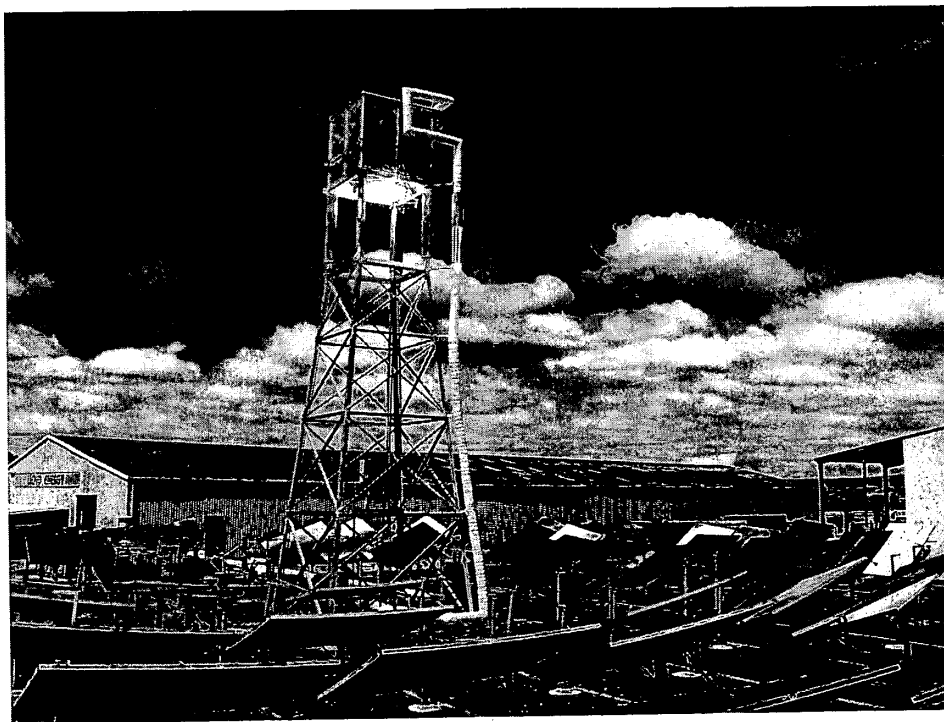


Fig. 6



Fig. 7

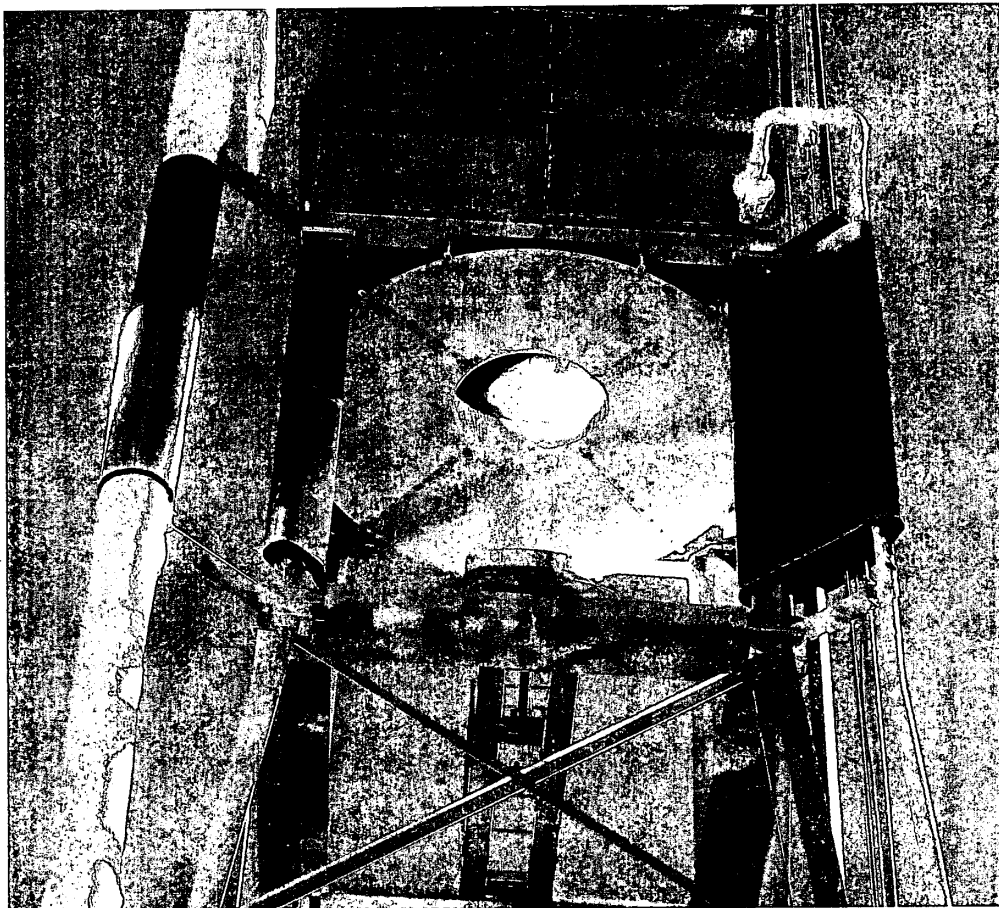


Fig. 8

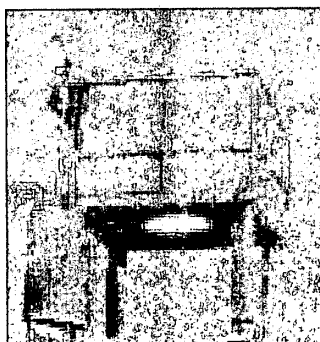
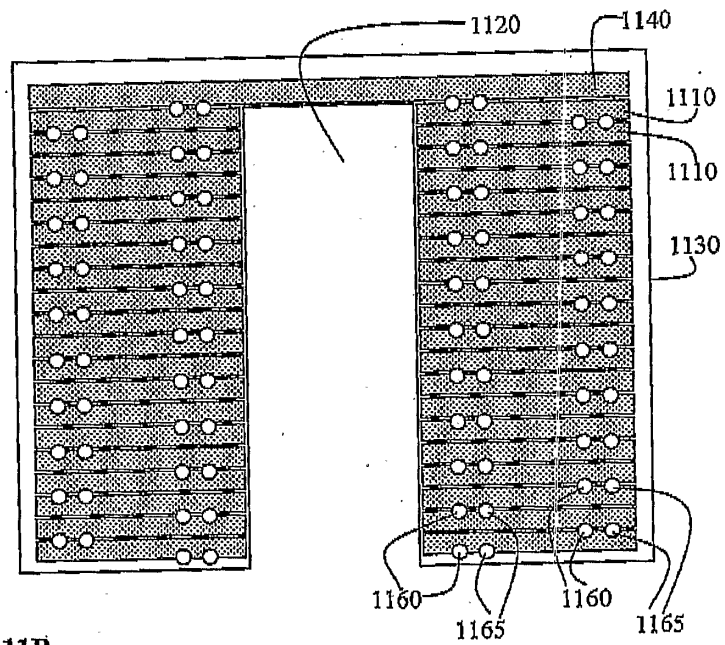
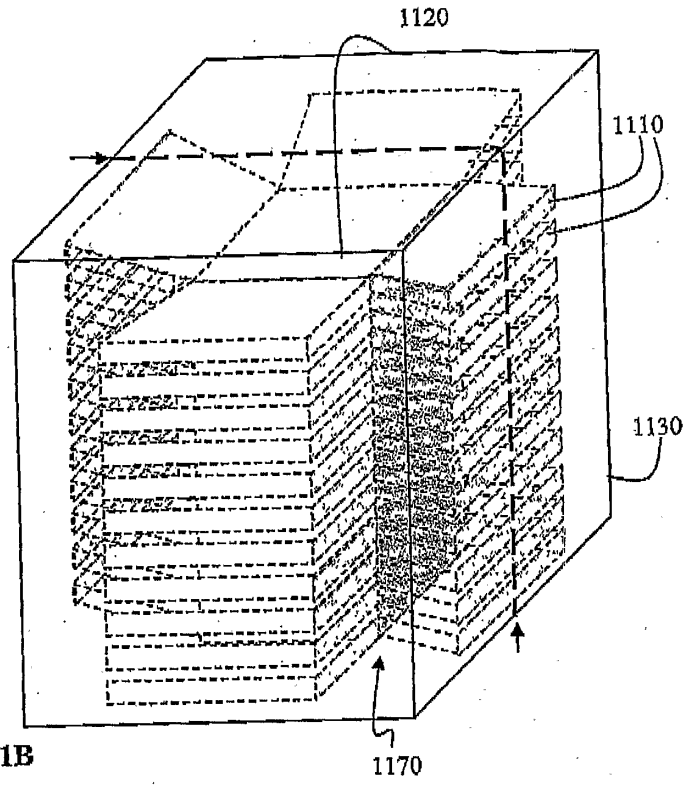


Fig. 9





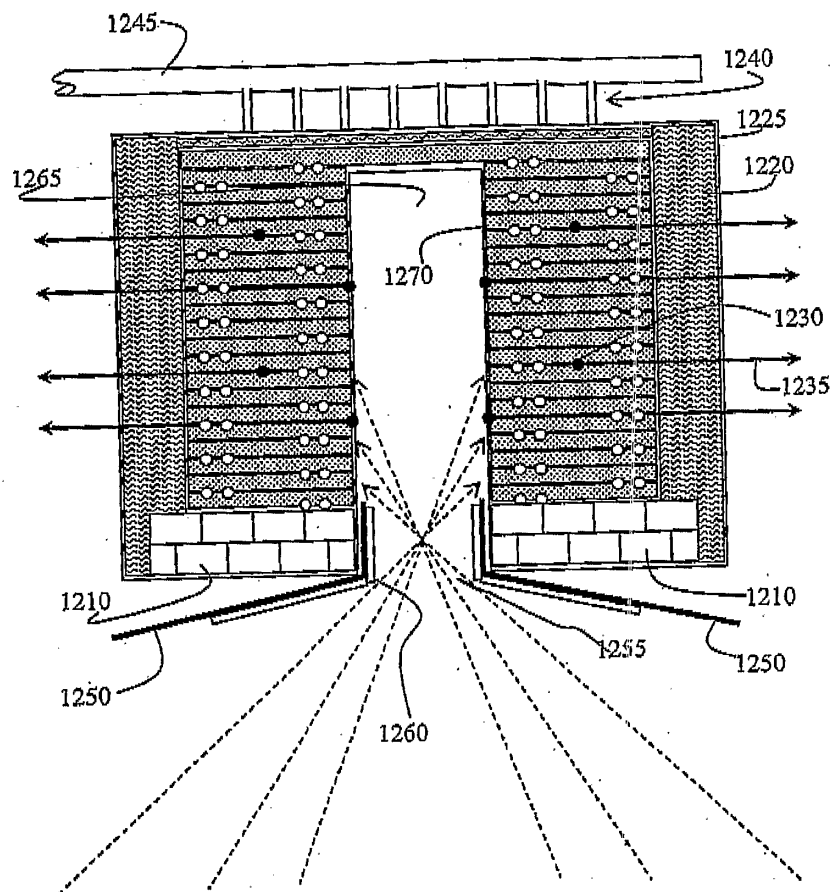


Fig 12

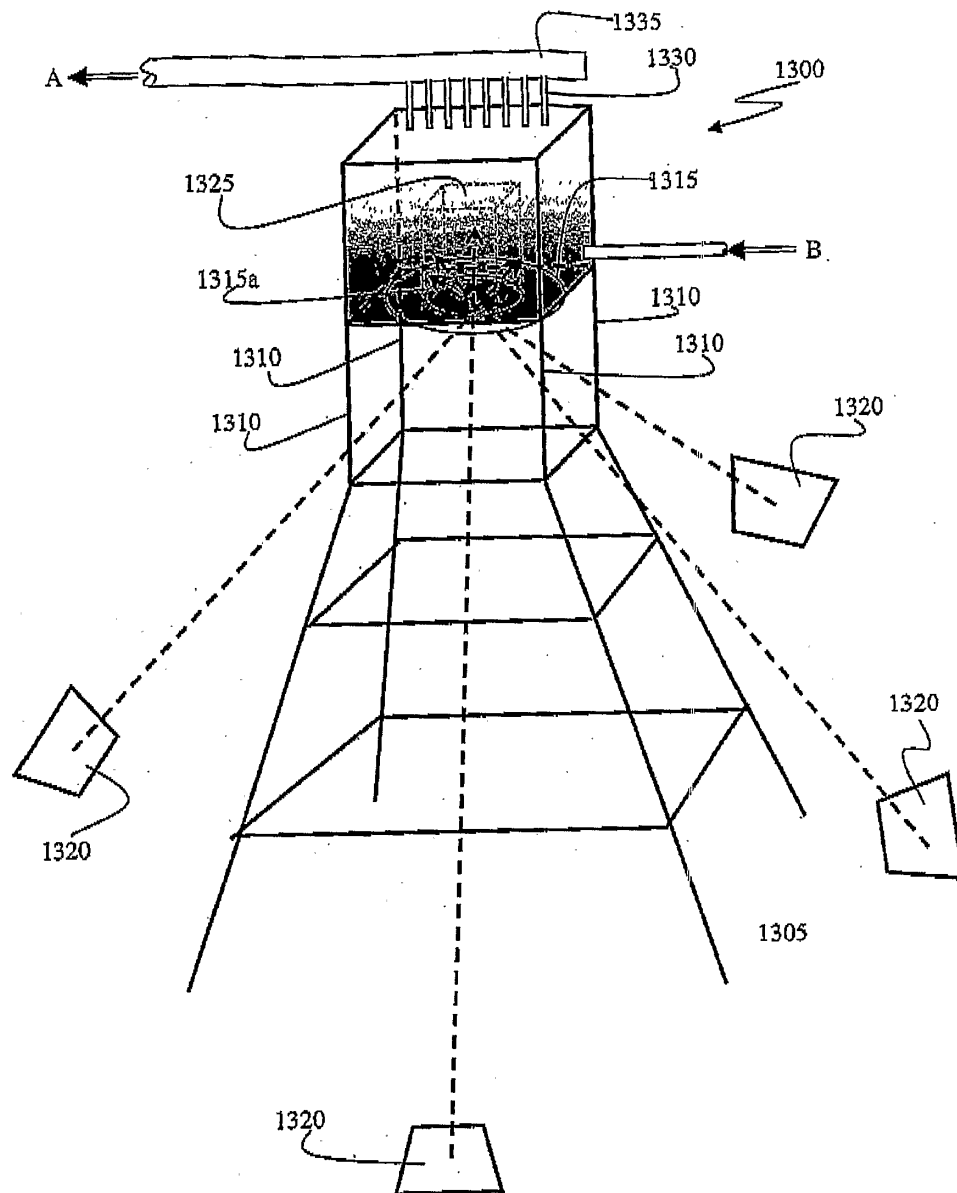
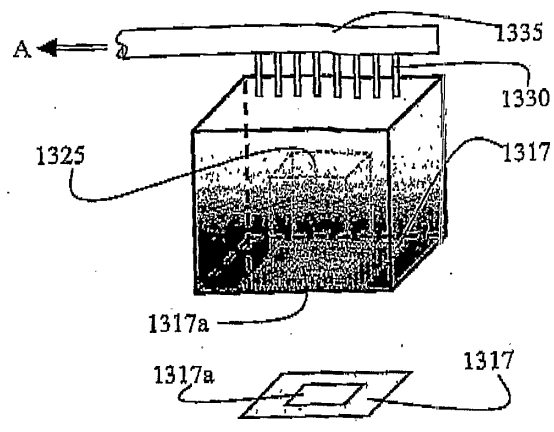


Fig 13A

Fig 13B .



A detailed schematic diagram of a multi-stage gas processing system, designated by reference numeral 1400. The system is composed of several interconnected components:

- Input and Initial Processing:** An input line 1430 enters from the top left, passing through a series of four valves (indicated by 'X' symbols) and a filter 1435. It then enters a large rectangular processing chamber 1420.
- Internal Flow and Control:** Inside chamber 1420, the flow is managed by a series of horizontal lines and valves. A control line 1453 is shown entering from the top left. A side outlet 1480 with a valve is located on the right side of the chamber. A bottom outlet 1425 with a valve is also present.
- Intermediate Processing and Storage:** The output from the bottom of chamber 1420 passes through a filter 1445 and enters a storage or intermediate processing unit 1410. This unit has a recirculation loop with a valve and a filter 1415.
- Final Output and Monitoring:** The output from unit 1410 passes through another filter 1445 and enters a final processing stage 1460. This stage includes a valve and a filter 1465. The final output line 1450 exits from the bottom right. A monitoring or control line 1455 is shown entering from the bottom left.
- Additional Components:** A dashed line 1470 indicates a connection or flow path between the bottom of chamber 1420 and the final processing stage 1460. A valve 1475 is located on this path.

Fig 14

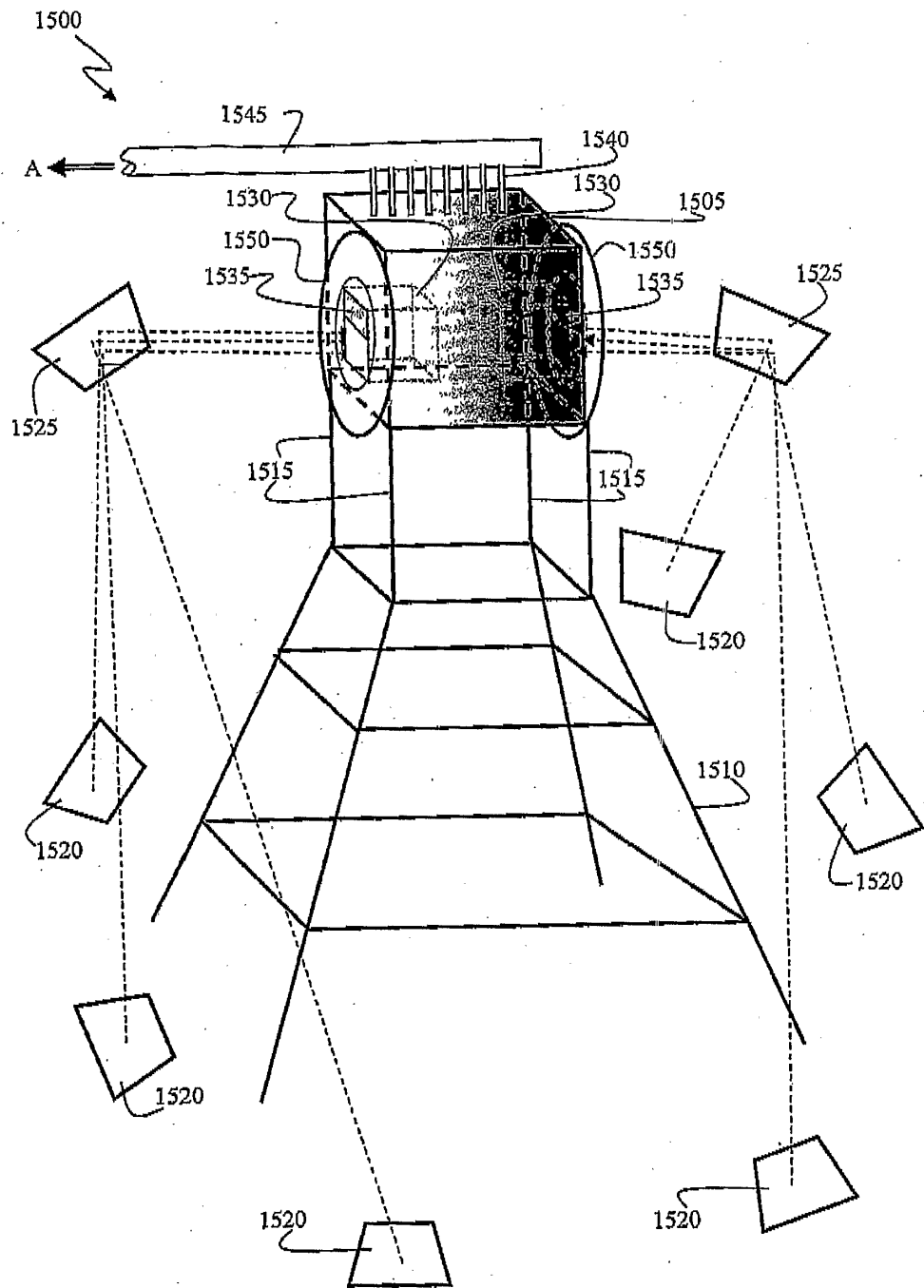
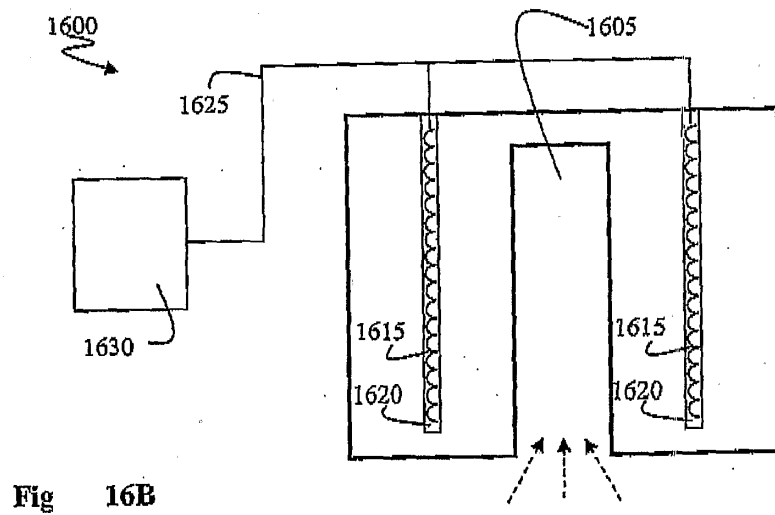
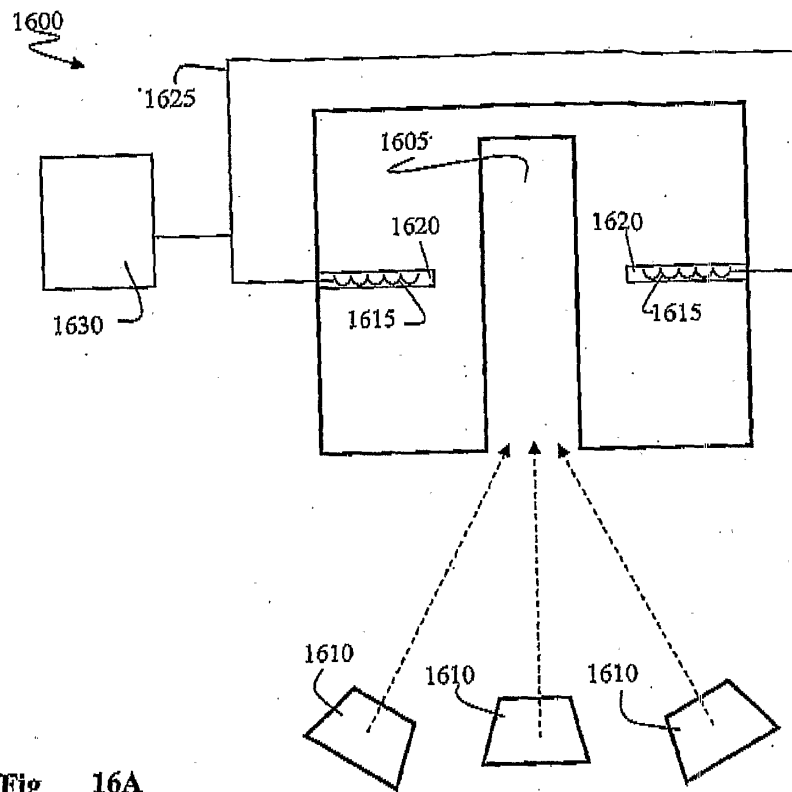


Fig 15



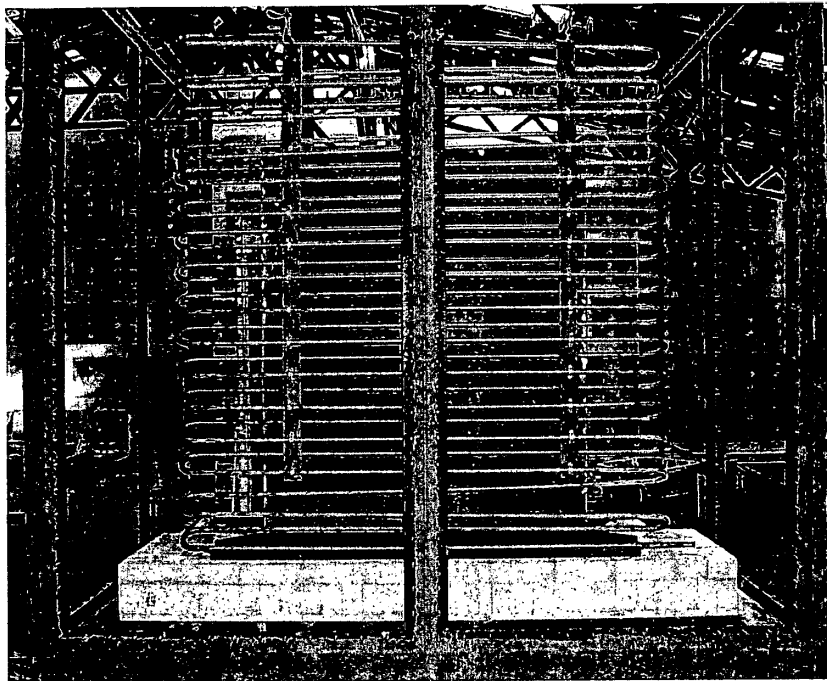


Fig. 17

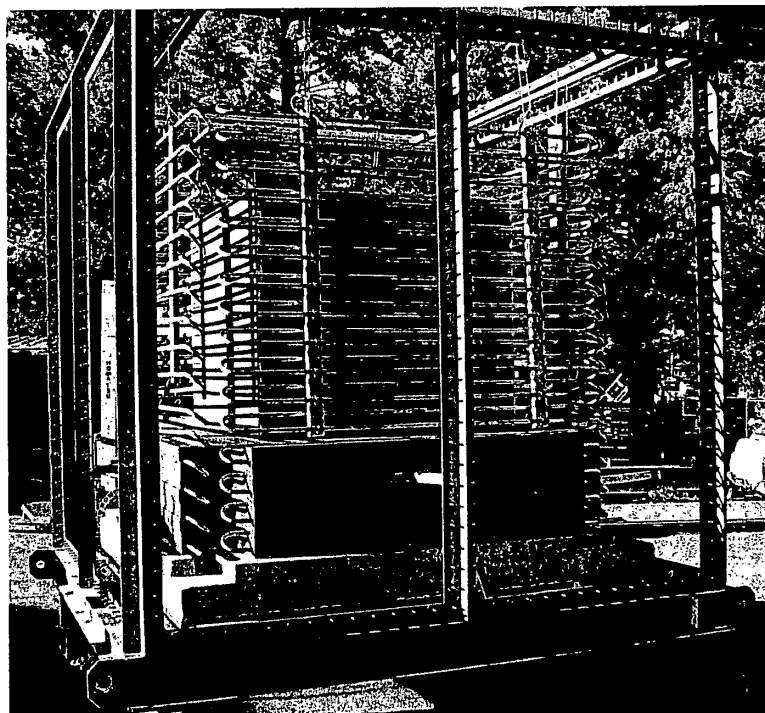


Fig. 18

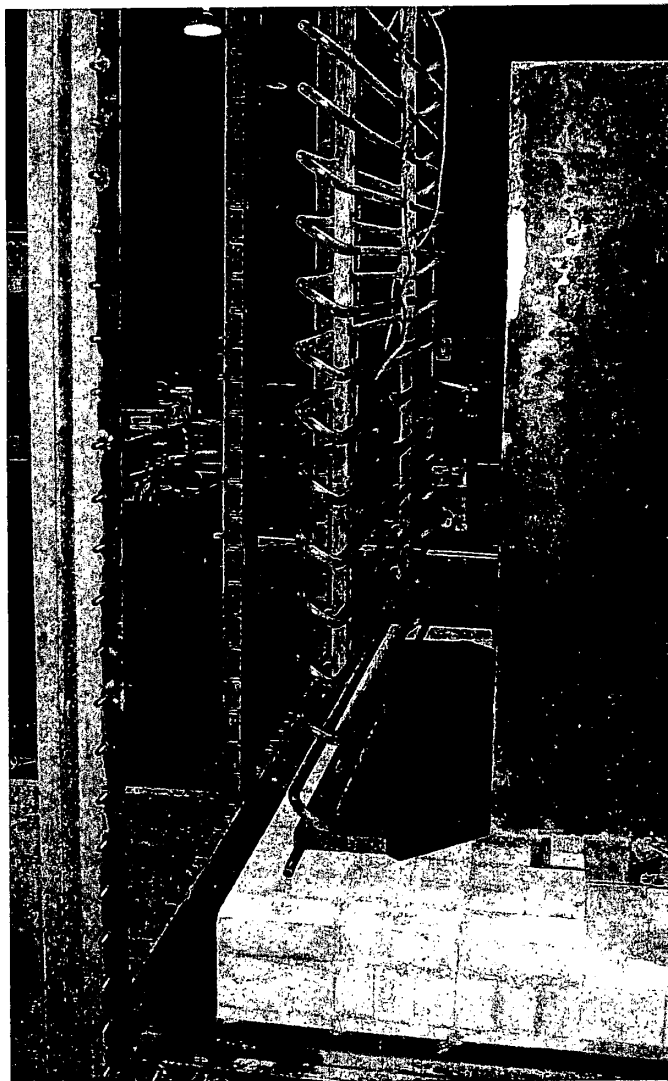


Fig. 19

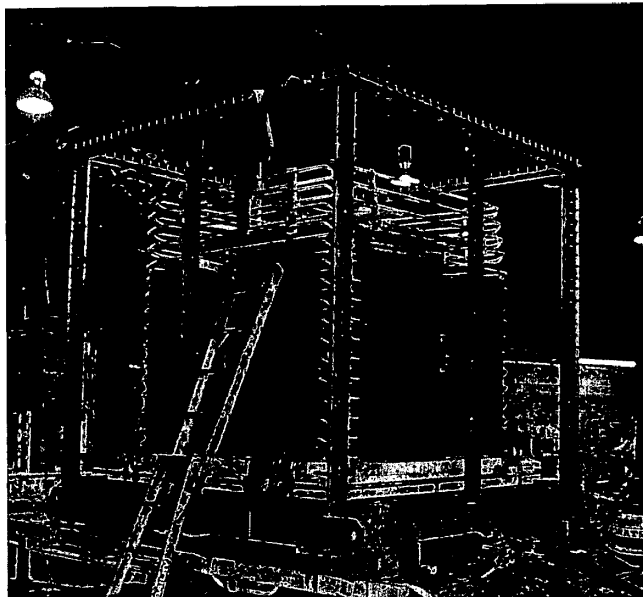


Fig. 20

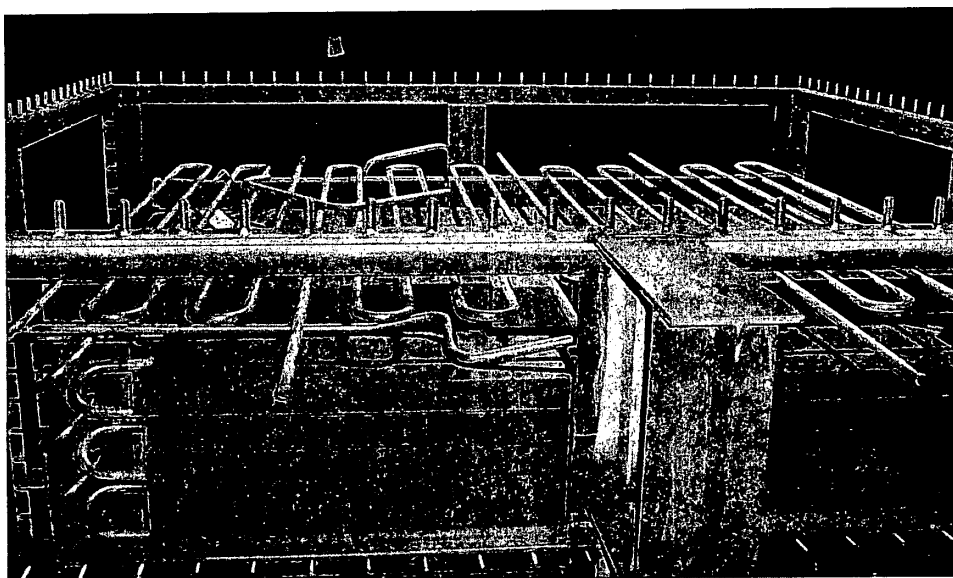


Fig. 21

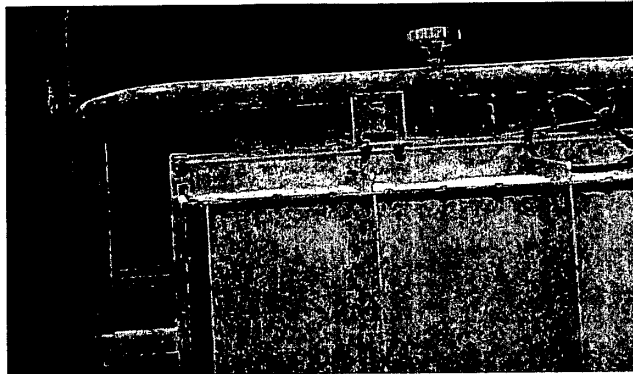


Fig. 22

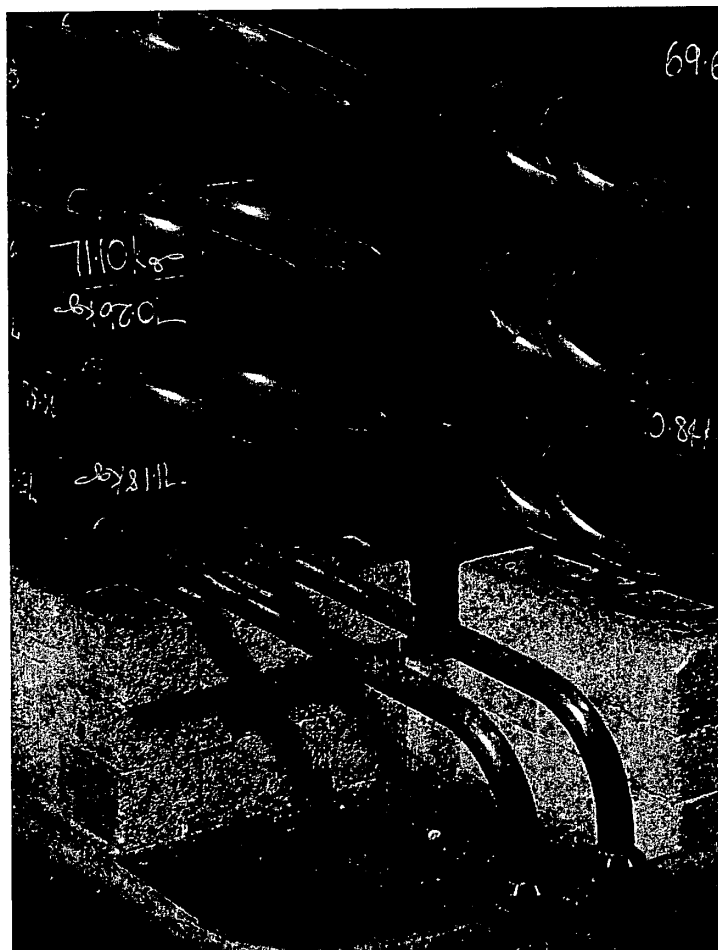


Fig. 23

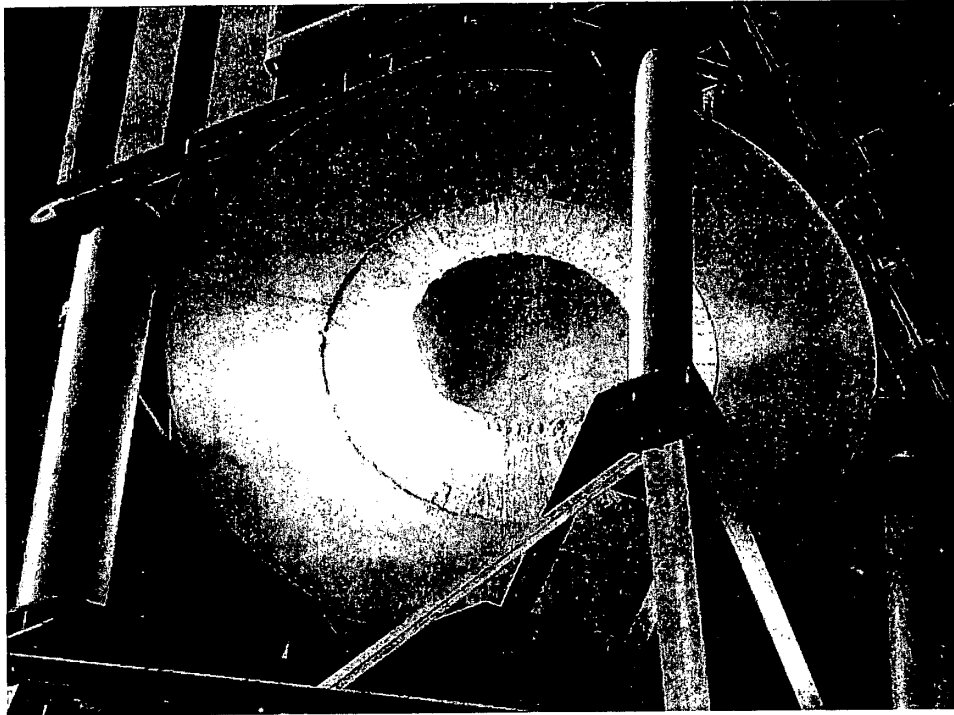


Fig. 24



Fig. 25

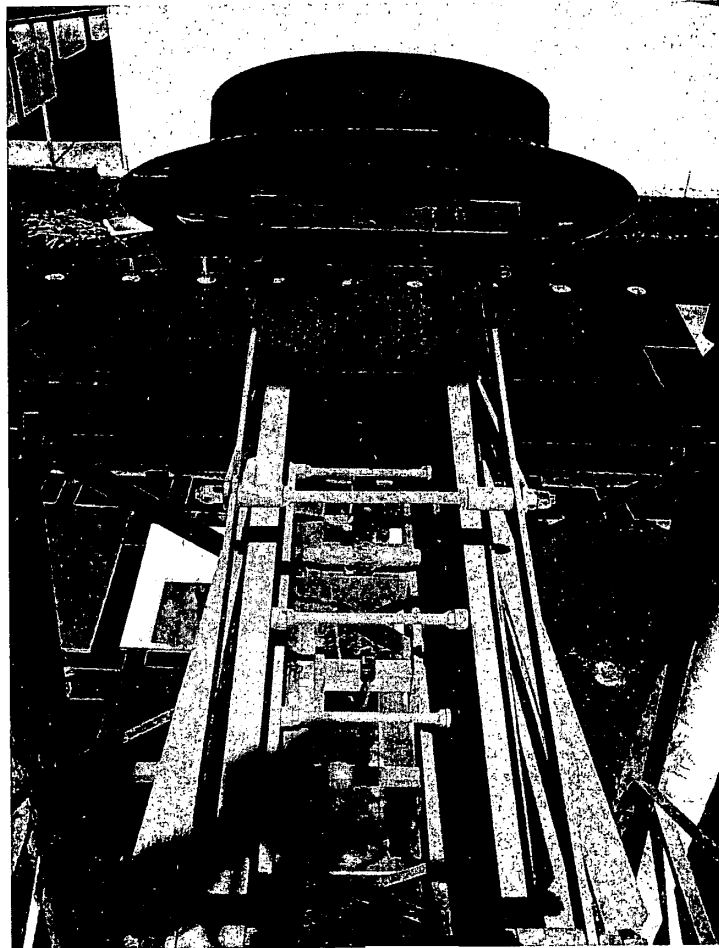


Fig. 26

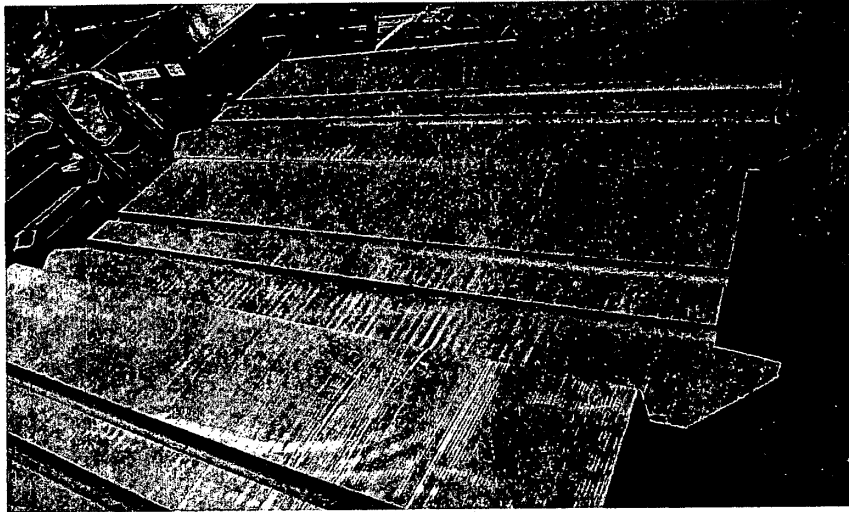


Fig. 27

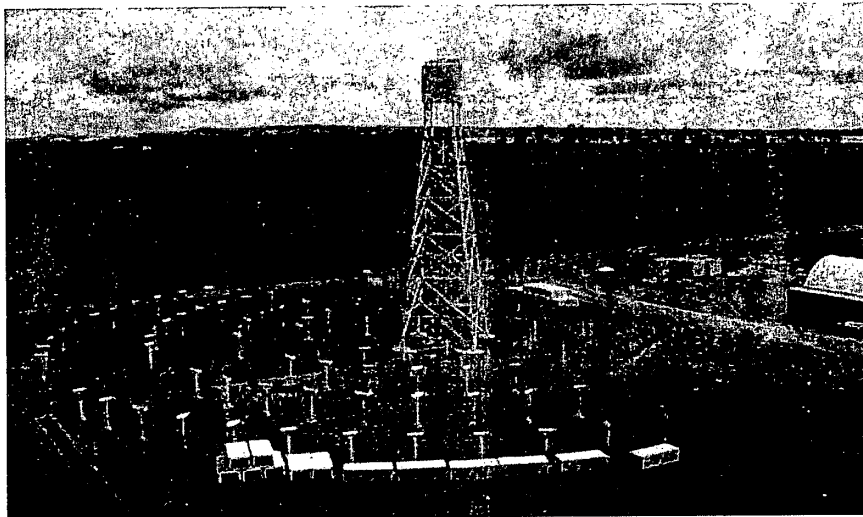


Fig. 28

Fig 28A

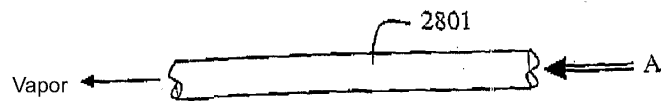


Fig 28B

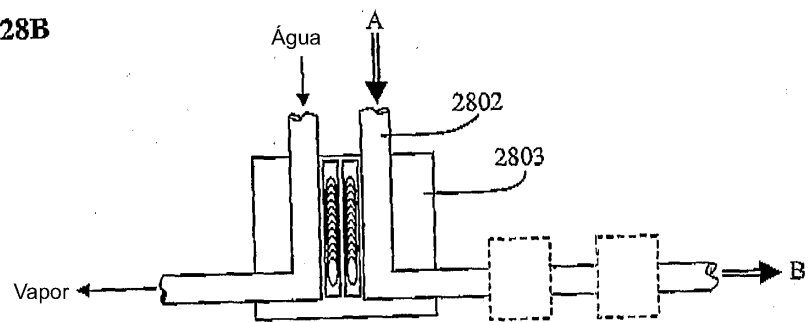


Fig 28C

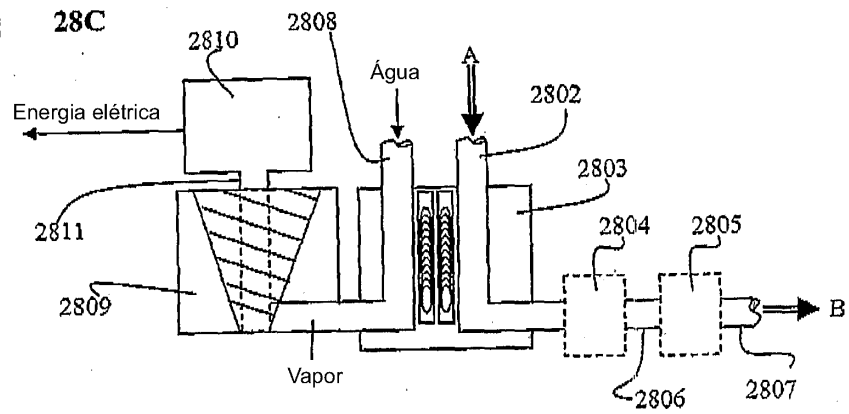
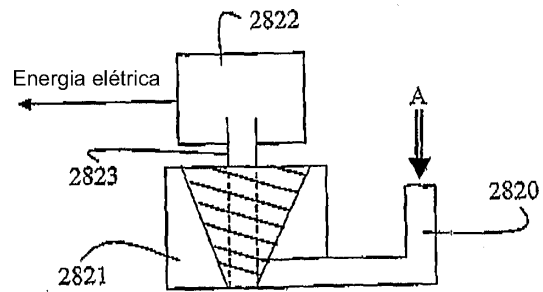


Fig 28D



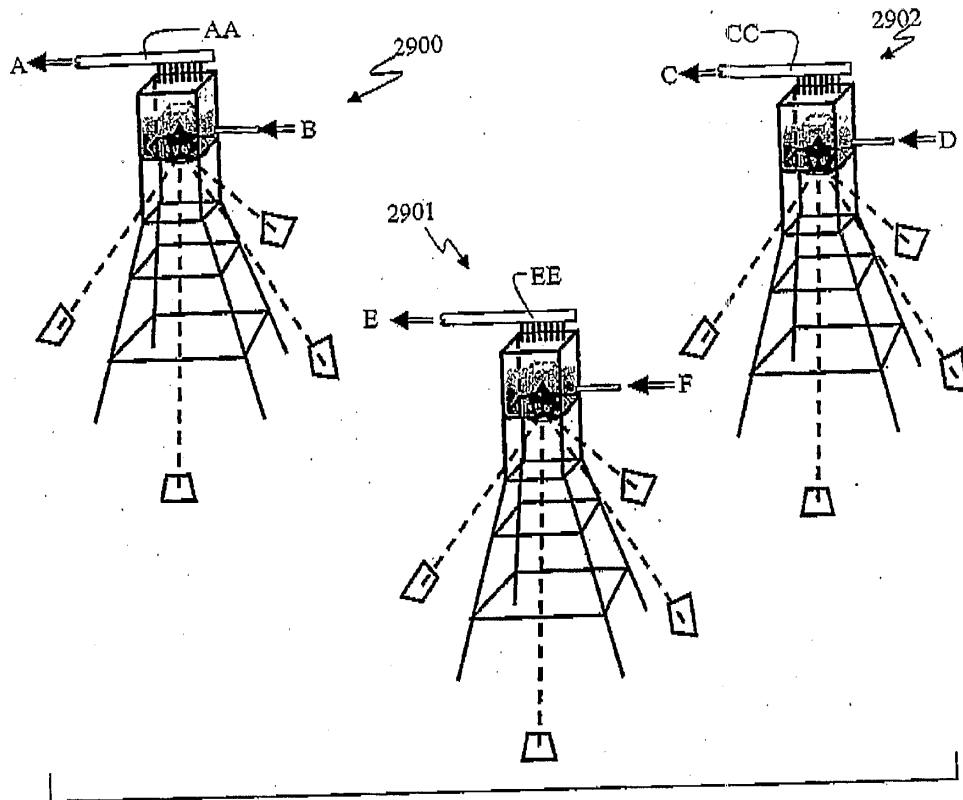


Fig 29A

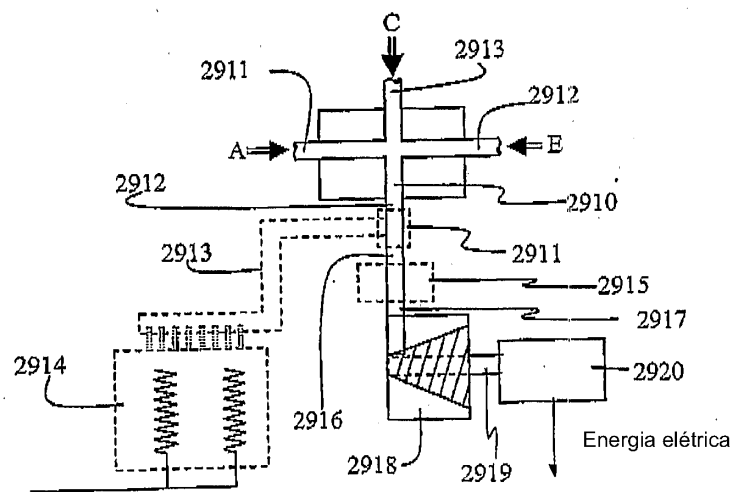


Fig 29B

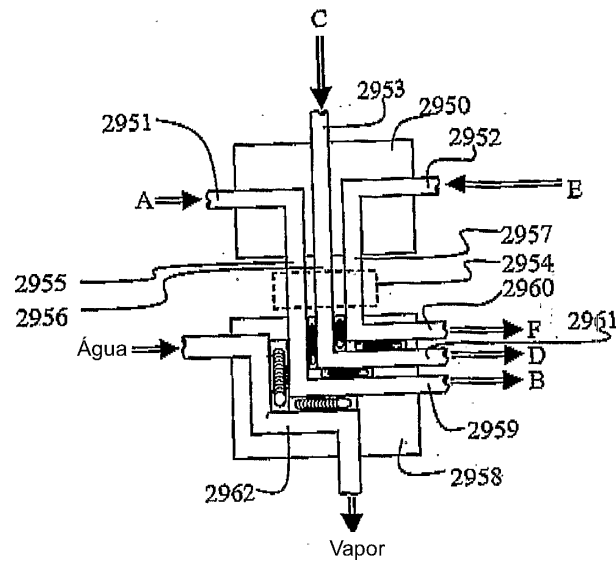


Fig 29C

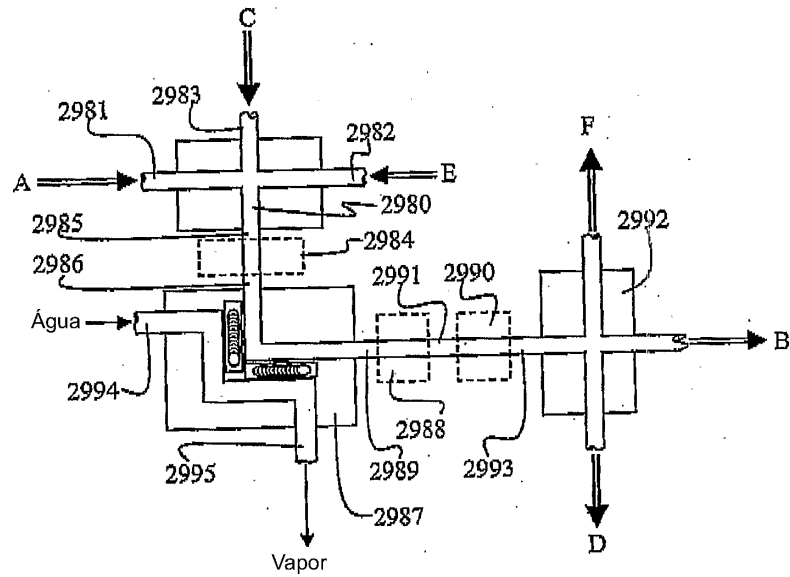


Fig 29D