



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

(21) BR 102017024107-6 A2



(22) Data do Depósito: 09/11/2017

(43) Data da Publicação Nacional: 04/06/2019

(54) Título: COLETOR SOLAR E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE COLETOR SOLAR

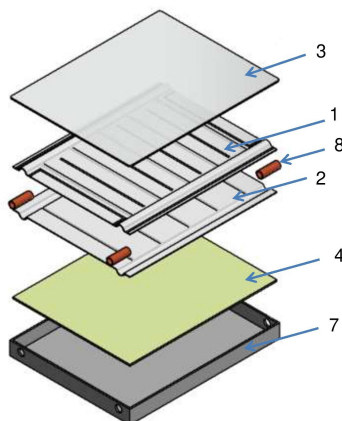
(51) Int. Cl.: F24S 10/50; F24S 10/70.

(52) CPC: F24S 10/50; F24S 10/70.

(71) Depositante(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

(72) Inventor(es): RAFAEL GUSTAVO SCHREIBER; LÍRIO SCHAEFFER.

(57) Resumo: A presente invenção versa sobre coletor solar e processo de fabricação do mesmo. Mais especificamente, a presente invenção apresenta nova alternativa de fabricação de Coletor Solar Plano mais flexível, rápida e com menor custo, pois a parte central deste coletor é constituída de duas chapas conformadas por Estampagem Incremental montadas em espelho e unidas através de Soldagem por Fricção com Mistura Mecânica, de forma que a passagem de água ocorre pelo canal estampado entre as duas chapas. A presente invenção se situa no campo da engenharia mecânica.



## **Relatório Descritivo de Patente de Invenção**

### **COLETOR SOLAR E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE COLETOR SOLAR**

#### **Campo da Invenção**

**[0001]** A presente invenção descreve um coletor solar e processo de fabricação do mesmo. Mais especificamente, a presente invenção apresenta nova alternativa de fabricação de coletor solar plano mais flexível, rápida e com menor custo, pois a parte central deste coletor é constituída de duas chapas conformadas por estampagem incremental montadas em forma espelhada e unidas através de soldagem por fricção com mistura mecânica, de forma que a passagem de água ocorre pelo canal estampado entre as duas chapas. A presente invenção se situa no campo da engenharia mecânica.

#### **Antecedentes da Invenção**

**[0002]** Diariamente os raios solares atingem o planeta na forma de energia e calor, podendo ser aproveitados na geração de eletricidade e outros fins. A energia solar já é bastante utilizada em casas, edifícios, condomínios, entre outros. Uma das aplicações de aproveitamento dessa energia se encontra no aquecimento de água para banheiros, cozinhas e etc.

**[0003]** Atualmente se estudam novos meios de prover novo modelo de produto com novos processos de fabricação aplicados a coletores solares planos, de forma a apresentar processos mais otimizados e um produto que atenda todas as necessidades do consumidor.

**[0004]** Os coletores solares planos comerciais, destinados a realizar aquecimento de água em sistemas de aquecimento solar, são normalmente constituídos de uma serpentina de tubos de cobre (S) soldados, cobertos por placas absorvedoras e/ou aletas (A) de cobre ou alumínio montado por encaixe sobre os tubos. Este conjunto é montado dentro de uma caixa (C) com isolamento térmico (I) e cobertura de vidro (V), conforme representado na Figura 11.

**[0005]** Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

**[0006]** O artigo “Sheet metal forming: new technologies applied to the fabrication of solar energy collector panels”, Autores: Rodrigo Patrício de Arruda, Alexandre Baroni e Lirio Schaeffer, Revista: Int. J. Mechatronics and Manufacturing Systems, 2008, apresenta coletor constituído de chapas de alumínio, o processo de estampagem aplicado é incremental, o perfil estampado é próximo ao elíptico ou semielíptico, o canal de passagem de água segue apenas uma direção, impossibilitando instalações de sistemas de aquecimento solar em paralelo e a soldagem aplicada é FSW (Friction Stir Welding) e segue um único caminho ao longo do perfil estampado. No entanto, o documento não prove soluções para diferentes tipos de materiais na qual as chapas podem ser constituídas, assim, como não apresenta também solução para que a estampagem do coletor seja feita por processos de estampagem convencional.

**[0007]** O documento WO201340664 apresenta um absorvedor constituído de chapas em que o perfil estampado é realizado pelo processo convencional de estampagem, o que exige alto investimento inicial e não permite que seja fabricado em larga escala de produção. Ainda, o perfil estampado é elíptico ou outro não circular, a solda aplicada nas chapas é ao arco elétrico ou ao laser, fatores estes que tornam o processo de fabricação menos prático e difícil de personalizar, além de apresentar alto custo de fabricação.

**[0008]** O documento KR20120073970 apresenta um absorvedor constituído de chapas, em que o perfil estampado é próximo a geometria elíptica. Ainda, a solda aplicada nas chapas é ao arco elétrico ou ao laser, fatores estes que tornam o processo de fabricação menos prático e difícil de personalizar, além de apresentar alto custo de fabricação.

**[0009]** O documento US20160116187 apresenta um absorvedor constituído de chapas, em que o perfil estampado é realizado por enchimento de um meio de alta pressão (gás ou líquido) entre as duas placas. Ainda, o perfil estampado

é próximo ao elíptico e a solda aplicada nas chapas é por ultrassom ou a laser; fatores estes que tornam o processo de fabricação menos prático e difícil de personalizar, além de apresentar alto custo de fabricação.

**[0010]** O documento JP57193248 apresenta um Absorvedor constituído de chapas, em que o perfil estampado é próximo à geometria elíptica. Ainda, a solda aplicada nas chapas é a laser, fatores estes que tornam o processo de fabricação menos prático e difícil de personalizar, além de apresentar alto custo de fabricação.

**[0011]** O documento US4010733 apresenta um coletor que é integrado como uma unidade estrutural e também funciona como o telhado do edifício, em que o perfil estampado é próximo ao elíptico. Dessa forma, o coletor apresentado pelo documento US4010733 não está integrado a uma unidade estrutural, ainda o dito coletor apresenta perfil estampado é próximo ao elíptico, fatores estes que tornam o processo de fabricação menos prático e difícil de personalizar, além de apresentar alto custo de fabricação visto que não permite larga escala de produção.

**[0012]** O documento WO201064078 apresenta um absorvedor constituído de chapas, em que, o perfil estampado é realizado pelo processo roll-bond que exige alto investimento inicial.

**[0013]** O documento JP56110842 apresenta um absorvedor constituído de chapas metálicas corrugadas soldadas uma à outra, com tubos de perfil retangular soldados nas extremidades. Ainda, o perfil dos canais para passagem de água em cada chapa possui perfil trapezoidal na parte central e nas extremidades do coletor perfil retangular.

**[0014]** O documento JP56097753 apresenta um absorvedor constituído de chapas de aço inoxidável com alumínio nas regiões soldadas, em que o perfil dos canais para passagem de água é em forma de losango e a solda aplicada nas chapas é a solda por ultrassom, fatores estes que tornam o processo de fabricação menos prático e difícil de personalizar, além de apresentar alto custo de fabricação.

**[0015]** Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

**[0016]** Em se tratando do conceito geral de coletor solar plano, as soluções apresentadas no estado da técnica não solucionam completamente os problemas mencionados, sem atender simultaneamente todas as necessidades mencionadas acima em um único dispositivo. Portanto, os coletores solares existentes no mercado não oferecem configurações que permitam modularidades no processo de fabricação, além de não oferecerem opções para diferentes processos de estampagem a fim de se obter o mesmo produto final. Além disso, os coletores apresentam-se deficitários quanto as suas configurações, que não possibilitam melhor rendimento do coletor.

### **Sumário da Invenção**

**[0017]** Desta forma, a presente invenção tem por objetivo um coletor solar plano para aquecimento de água, pois a parte central deste coletor é constituída de duas chapas conformadas por estampagem incremental montadas em forma espelhada e unidas através de soldagem por fricção com mistura mecânica, de forma que a passagem de água ocorre pelo canal estampado entre as duas chapas.

**[0018]** Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um coletor solar compreendendo:

- a. ao menos uma primeira chapa (1);
- b. ao menos uma segunda chapa (2);
- c. cobertura de vidro (3);
- d. isolamento térmico (4);

em que,

- as ditas chapas são associadas de forma que a primeira chapa (1) é disposta opostamente à segunda chapa (2), formando ao menos um canal (5);

- o canal (5) é formado por ao menos uma cavidade compreendida na primeira chapa (1) e/ou na segunda chapa (2);
- o isolamento térmico (4) é associado à segunda chapa (2);
- a cobertura de vidro (3) é associada à primeira chapa (1).

**[0019]** Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um processo de fabricação de coletor solar compreendendo as etapas de:

- a. estampagem de pelo menos uma primeira chapa (1) e pelo menos uma segunda chapa (2) criando cavidades;
- b. montagem das ditas chapas, em que a primeira chapa (1) é posicionada opostamente à segunda chapa (2) formando canais (5);
- c. soldagem da primeira chapa (1) e segunda chapa (2) através da soldagem por fricção com mistura mecânica.

**[0020]** Ainda, o conceito inventivo reivindicado na invenção se refere a um coletor solar que possui parte central constituída de uma primeira chapa (1) e uma segunda chapa (2) estampadas, em que as chapas podem ser de alumínio ou cobre com espessura variando de acordo com a aplicação do produto. Ademais, o rendimento do coletor está diretamente associado com a espessura da chapa e a condutividade térmica do material metálico, mais precisamente cobre e/ou alumínio, tais materiais apresentam vantagens em relação ao seu baixo custo, além da alta condutividade térmica. Ainda, tais chapas de acordo com a invenção podem ser submetidas tanto ao processo de estampagem incremental, o que exige investimento inicial muito menor podendo ser facilmente adaptado em uma máquina com comando numérico computadorizado, quanto pelo processo de estampagem convencional permitindo dessa forma uma produção em larga escala. Os canais (5) estampados nas laterais, de maior diâmetro, possuem forma semicircular, a referida geometria semicircular forma um canal circular na montagem das chapas, facilitando a montagem com conectores externos que apresentam perfis tubulares. No entanto, nos canais (5) intermediários é possível realizar estampagem de perfil semicircular ou semielíptico com maior diâmetro voltado

para o local de maior incidência de radiação solar o que possibilita maior rendimento no referido coletor. Ademais as ditas chapas passam pelo processo de soldagem por fricção com mistura mecânica, ou também conhecida como FSW (Friction Stir Welding).

**[0021]** Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

### **Breve Descrição das Figuras**

**[0022]** Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, as seguintes figuras são apresentadas:

**[0023]** A figura 1 mostra desenho em vista isométrica explodida do coletor solar estampado da presente invenção.

**[0024]** A figura 2 mostra desenho em vista superior do coletor solar estampado montado, além de representar a indicação de corte AA.

**[0025]** A figura 3 mostra desenho em vista frontal (no corte AA indicado na Figura 2) do coletor solar evidenciando detalhe B.

**[0026]** A figura 4 mostra detalhe B em corte AA representado na figura 2, de forma a compreender melhor detalhamento do coletor solar quando montado.

**[0027]** A figura 5 mostra desenho em vista isométrica de montagem das chapas.

**[0028]** A figura 6 mostra desenho em vista superior do coletor solar representando indicação de corte CC e corte DD.

**[0029]** A figura 7 mostra vista em corte CC representado na figura 6.

**[0030]** A figura 8 mostra vista em corte DD representado na figura 6.

**[0031]** A figura 9 mostra detalhe F evidenciado na figura 8.

**[0032]** A figura 10 mostra detalhe E evidenciado na figura 7.

**[0033]** A figura 11 mostra coletor solar compreendido no estado da técnica.

### **Descrição Detalhada da Invenção**

**[0034]** As descrições que se seguem são apresentadas a título de exemplo e não limitativas ao escopo da invenção e farão compreender de forma mais clara o objeto do presente pedido de patente.

**[0035]** Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um coletor solar compreendendo:

- a. ao menos uma primeira chapa (1);
- b. ao menos uma segunda chapa (2);
- c. cobertura de vidro (3);
- d. isolamento térmico (4);

em que,

- a primeira chapa (1) e segunda chapa (2) compreendem cavidades;
- as ditas chapas são associadas de forma que a primeira chapa (1) é disposta opostamente à segunda chapa (2), formando canais (5);
- o isolamento térmico (4) ser associado à segunda chapa (2);
- a cobertura de vidro (3) é associada à primeira chapa (1).

**[0036]** O presente invento trata-se de um novo modelo de produto com novos processos de fabricação aplicados a coletores solares planos. Neste invento a parte principal do coletor solar, o absorvedor, é constituído de ao menos duas chapas, uma primeira chapa (1) e uma segunda chapa (2), feitas de alumínio ou cobre, conformadas por estampagem convencional (no caso do processo em série) ou estampagem incremental, processo mais lento e que exige menor investimento inicial, a fim de que nas chapas sejam deixadas cavidades circulares ou elípticas para passagem de água. O processo de estampagem convencional exige uma prensa e um conjunto de ferramentas, molde e matriz, para estampagem das chapas. O processo de estampagem incremental pode ser realizado em máquina com comando numérico computadorizado (CNC), onde a chapa depois de fixada na mesa da máquina é conformada por um punção de ponta semiesférica em rotação constante com penetração gradativa (em incrementos de 1 mm por exemplo) até que toda a geometria (proveniente do desenho específico e conforme programação pré-estabelecida) seja



conformada na chapa.

**[0037]** Após a estampagem as chapas são montadas de forma espelhada, ou seja, a primeira chapa (1) é posicionada opostamente à segunda chapa (2), formando entre elas canais (5) para passagem de água, então as ditas chapas são soldadas pelo processo de soldagem por fricção com mistura mecânica. Tendo em vista que este processo de soldagem permite a união de chapas sobrepostas, a vedação do sistema fica garantida, sendo esta, uma característica indispensável em um sistema onde existe circulação de fluido, como, por exemplo, a água, além de ser um processo fácil de ser automatizado em uma máquina CNC (Comando Numérico Computadorizado). Para a soldagem por fricção com mistura mecânica as chapas também podem ser fixadas na mesa de uma máquina CNC, e então uma ferramenta específica para este processo de soldagem com perfil cilíndrico escalonado com um ombro e um pino roscado penetra sobre a junta sobreposta das chapas em movimento de rotação contínua e percorre o local a ser soldado.

**[0038]** Nas Figuras de 5 a 10 é possível observar a montagem entre a primeira chapa (1) e a segunda chapa (2), ambas conformadas por estampagem convencional ou incremental. Também é possível observar o canal (5) formado entre elas pela montagem simétrica, em espelho, das ditas chapas. Nas figuras 5 e 6 ainda são indicados os locais em que é realizada a soldagem por fricção (6) com mistura mecânica. Os canais (5) estampados nas laterais, de maior diâmetro, possuem forma semicircular, para que na montagem formem um perfil circular para facilitar montagem dos tubos de conexão externa (8), em que os ditos tubos de conexão externa (8) são compatíveis com a geometria dos canais (5) permitindo a fixação do mesmo. No entanto, nos canais intermediários é possível realizar estampagem de perfil semicircular ou semielíptico com maior diâmetro voltado para o local de maior incidência de radiação solar (que possibilita maior rendimento no coletor). As chapas podem ser de alumínio ou cobre com espessura variando de acordo com a aplicação do produto. Os diâmetros dos canais e o espaçamento entre

eles, assim como o tamanho do coletor podem variar de acordo com a aplicação do produto.

**[0039]** Para fins explicativos da presente invenção, entende-se por canal (5) elemento funcional definido por onde se transporta o fluido de trabalho, por exemplo, água. O dito canal (5) é formado a partir da associação entre as duas chapas, onde as cavidades presentes em cada chapa sejam posicionadas de forma espelhada e/ou oposta entre si. Tal disposição pode ser claramente notada nas figuras 4 e 9.

**[0040]** Ademais, a presente invenção não se limita na utilização de um canal (5) formado por duas chapas em que ambas possuam cavidades. A presente invenção também permite a utilização, por exemplo, de um canal (5) formado por uma associação de uma primeira chapa (1) compreendendo cavidades e uma segunda chapa (2) plana, formando um canal (5) em formato semicircular.

**[0041]** Na Figura 1 a 4 é possível observar a montagem geral dos componentes principais que compõe um coletor solar fechado. Neste desenho a representação dos componentes “Cobertura de Vidro”, “Isolamento Térmico” e “Caixa” é meramente ilustrativa e tem como objetivo indicar como é posicionada a parte principal do coletor formada pelas chapas estampadas e soldadas. Neste desenho também é possível observar os tubos para conexão externa (8) que são soldados na placa absorvedora por processo de soldagem ou brasagem.

**[0042]** Os coletores solares planos atuais possuem métodos de fabricação lentos e que dependem em grande parte de operações manuais. Com este invento será possível a fabricação de produto com a mesma finalidade, no entanto com desenho e formato construtivo diferente, além de processos de fabricação mais sofisticados e que oferecem maior possibilidade de personalização dos produtos além de maior produtividade.

**[0043]** Dessa forma, as vantagens alcançadas pela presente invenção podem ser definidas por:

- Redução do número de operações manuais para fabricação de

coletores solares planos;

- Maior produtividade;
- Maior qualidade do produto acabado;
- Possibilidade de fácil personalização do desenho.

**[0044]** Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um processo de fabricação de coletor solar compreendendo as etapas de:

- a. estampagem de pelo menos uma primeira chapa (1) e pelo menos uma segunda chapa (2) criando cavidades;
- b. montagem das ditas chapas, em que a primeira chapa (1) é posicionada opostamente à segunda chapa (2) formando canais (5);
- c. soldagem da primeira chapa (1) e segunda chapa (2) através da soldagem por fricção com mistura mecânica.

**[0045]** O processo de fabricação do coletor solar ainda compreende etapas de associação da primeira chapa (1) com a cobertura de vidro (3) e associação da segunda chapa (2) com o isolamento térmico (4).

**[0046]** Em uma concretização o dito coletor quando posicionado em uma posição horizontal, apresenta uma disposição em que a primeira chapa (1) é posicionada na parte superior do coletor e a segunda chapa (2) posicionada opostamente a chapa (1), na parte inferior do dito coletor, conforme mostrado na figura 5.

**[0047]** Em uma concretização, para estampagem incremental das chapas do coletor em alumínio puro com 1 mm de espessura os parâmetros que conferem qualidade satisfatória ao produto devem ser mantidos próximos de rotação 50 rpm, avanço 1000 mm/min e incremento vertical 1 mm, enquanto que para soldagem por fricção com mistura mecânica do mesmo material há qualidade satisfatória do produto com pino roscado de 2 mm, avanço 100 mm/min e rotação 1500 rpm. Assim, a presente invenção permite ajustar os parâmetros a partir da espessura da chapa.

**[0048]** Os versados na arte poderão considerar outras formas de concretizar a invenção não idêntica às meramente exemplificadas acima, mas que na

hipótese de pretensão de uso comercial tais formas poderão ser consideradas como estando dentro do escopo das reivindicações anexas.

### Reivindicações

1. Coletor solar **caracterizado** pelo fato de compreender:
  - a. ao menos uma primeira chapa (1);
  - b. ao menos uma segunda chapa (2);
  - c. cobertura de vidro (3);
  - d. isolamento térmico (4);em que,
  - as ditas chapas são associadas de forma que a primeira chapa (1) é disposta opostamente à segunda chapa (2), formando ao menos um canal (5);
  - o canal (5) é formado por ao menos uma cavidade compreendida na primeira chapa (1) e/ou na segunda chapa (2);
  - o isolamento térmico (4) é associado à segunda chapa (2);
  - a cobertura de vidro (3) é associada à primeira chapa (1).
2. Coletor solar, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da primeira chapa (1) e segunda chapa (2) serem submetidas a processo de soldagem por fricção com mistura mecânica.
3. Coletor solar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, **caracterizado** pelo fato da primeira chapa (1) e segunda chapa (2) serem compostas de material definido por alumínio e/ou cobre.
4. Coletor solar, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do canal (5) compreender seção transversal circular.
5. Coletor solar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato das cavidades nas chapas serem conformadas por estampagem.
6. Coletor solar plano, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato da estampagem ser definida por:
  - a. estampagem convencional; ou
  - b. estampagem incremental.
7. Coletor solar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6,

- caracterizado** pelo fato de compreender ao menos um tubo de conexão externa (8).
8. Coletor solar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de ser do tipo plano.
  9. Processo de fabricação de coletor solar **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:
    - a. estampagem de pelo menos uma primeira chapa (1) e pelo menos uma segunda chapa (2) criando cavidades;
    - b. montagem das ditas chapas, em que a primeira chapa (1) é posicionada opostamente à segunda chapa (2) formando canais (5);
    - c. soldagem da primeira chapa (1) e segunda chapa (2) através da soldagem por fricção (6) com mistura mecânica.
  10. Processo de fabricação de coletor solar, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de compreender etapas adicionais de:
    - a. associação da primeira chapa (1) com a cobertura de vidro (3);
    - b. associação da segunda chapa (2) com o isolamento térmico (4).

**FIGURAS**

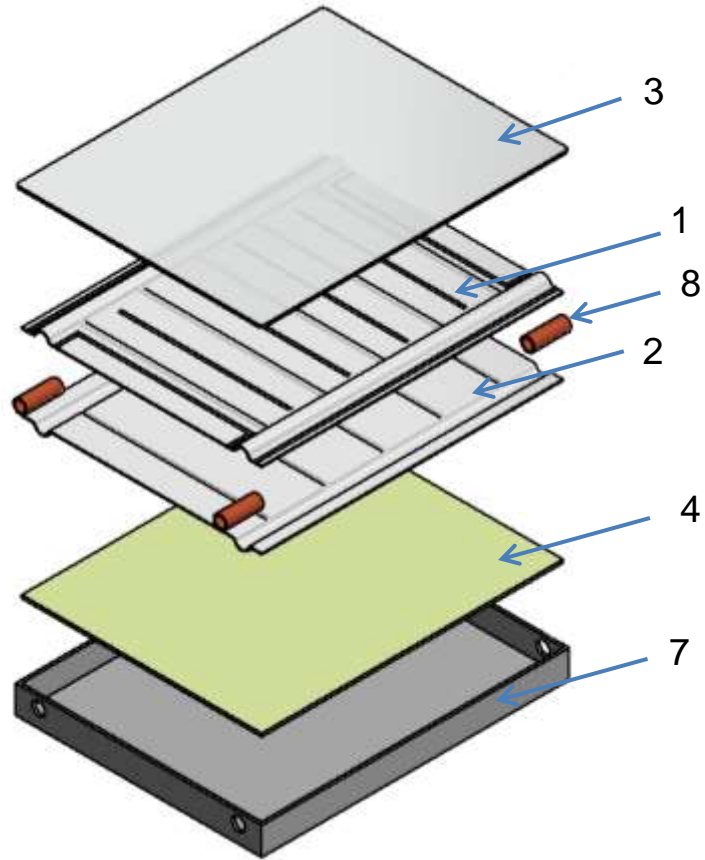


Figura 1

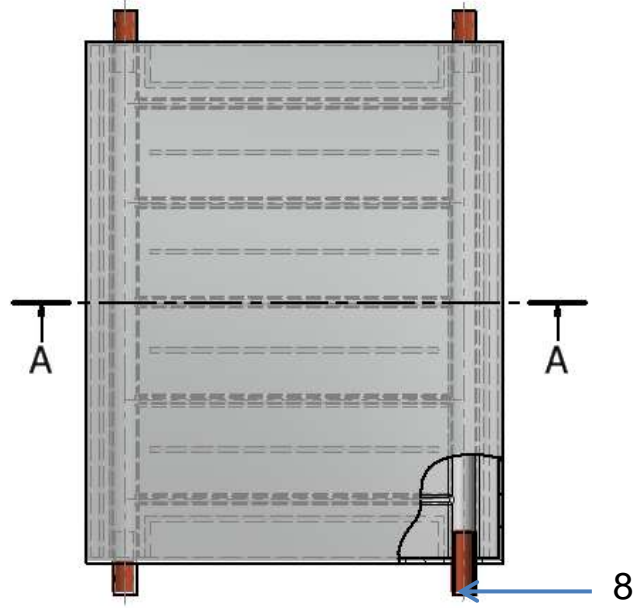


Figura 2



Figura 3

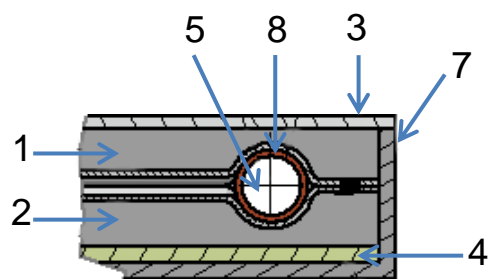


Figura 4



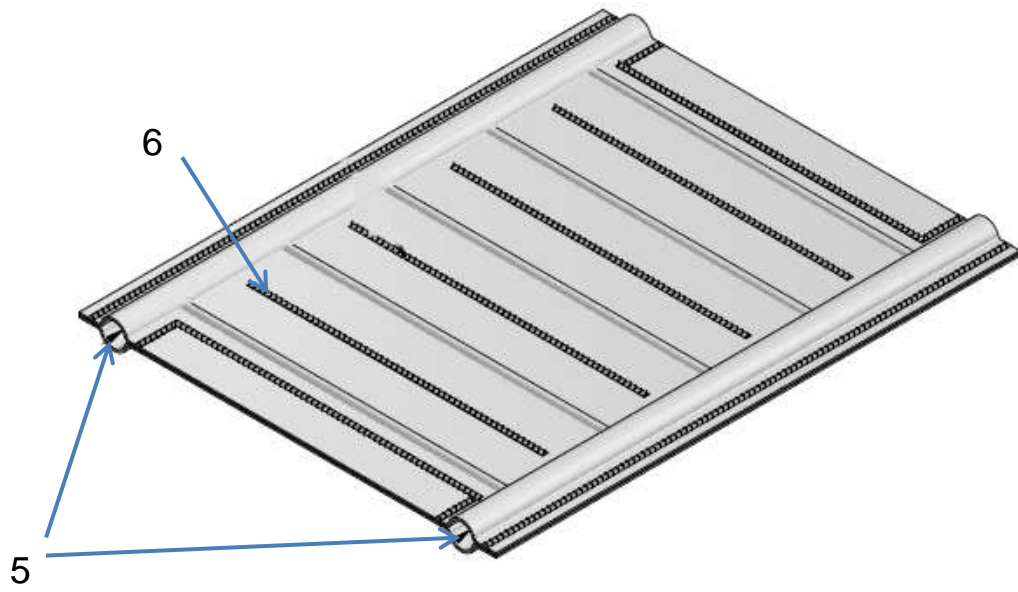


Figura 5

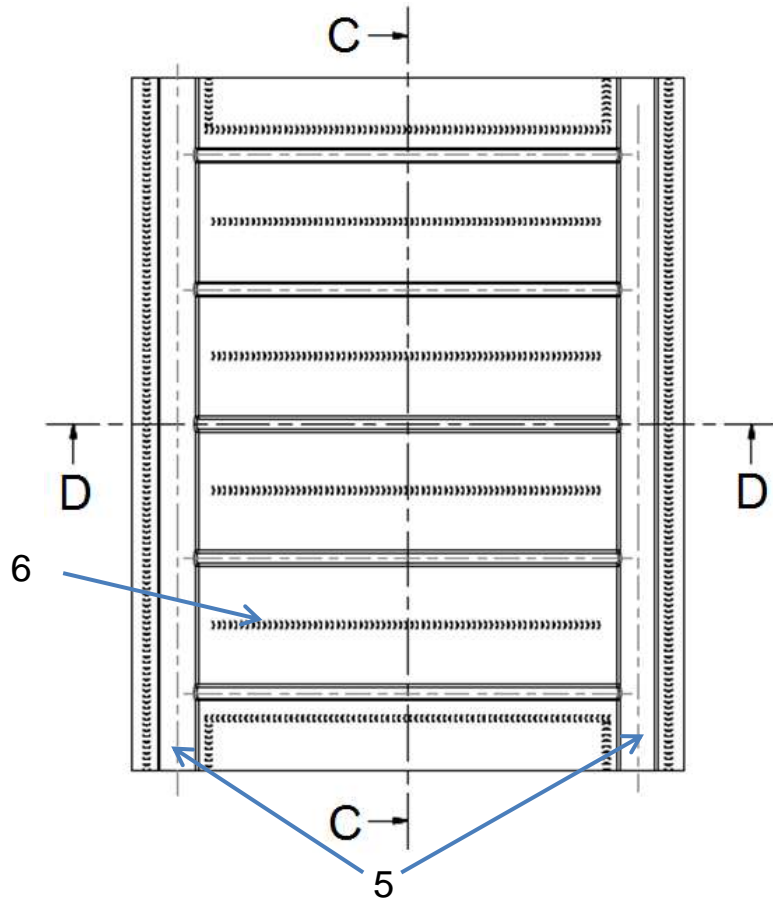


Figura 6

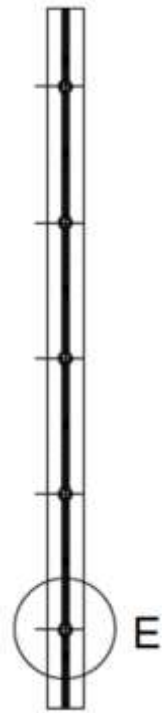


Figura 7



Figura 8

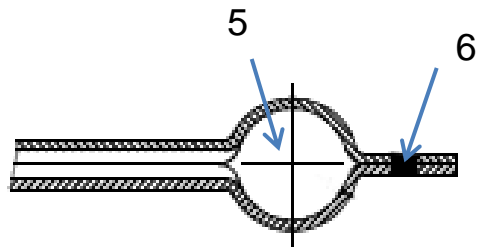


Figura 9

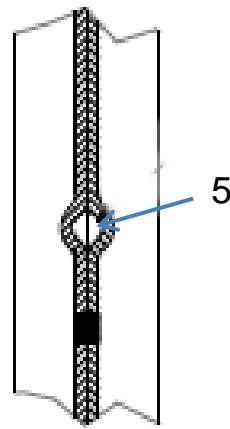


Figura 10

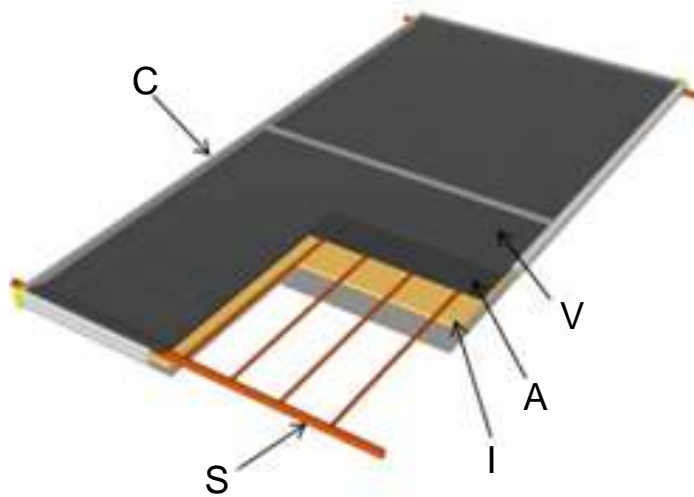


Figura 11 (Estado da Técnica)

**Resumo****COLETOR SOLAR E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE COLETOR SOLAR**

A presente invenção versa sobre coletor solar e processo de fabricação do mesmo. Mais especificamente, a presente invenção apresenta nova alternativa de fabricação de Coletor Solar Plano mais flexível, rápida e com menor custo, pois a parte central deste coletor é constituída de duas chapas conformadas por Estampagem Incremental montadas em espelho e unidas através de Soldagem por Fricção com Mistura Mecânica, de forma que a passagem de água ocorre pelo canal estampado entre as duas chapas. A presente invenção se situa no campo da engenharia mecânica.