

(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organização Mundial da Propriedade Intelectual  
Secretaria Internacional



(43) Data de Publicação Internacional  
06 de Agosto de 2020 (06.08.2020)

(10) Número de Publicação Internacional  
**WO 2020/154784 A1**

(51) Classificação Internacional de Patentes:

*H01L 31/048* (2014.01)      *H01L 51/42* (2006.01)  
*H01L 31/0203* (2014.01)    *H01G 9/20* (2006.01)  
*H01L 31/04* (2014.01)      *H02S 40/36* (2014.01)  
*H01L 51/00* (2006.01)

BR 13 2019 021524 0

14 de Outubro de 2019 (14.10.2019) BR

(21) Número do Pedido Internacional:

PCT/BR2019/050573

(71) **Requerente:** TÉGULA SOLUÇÕES PARA TELHADOS LTDA [BR/BR]; Avenida Tégula, 333 - Ponte Alta, 12953-162 Atibaia (BR).

(22) Data do Depósito Internacional:

27 de Dezembro de 2019 (27.12.2019)

(72) **Inventores:** ABRÃO, Claiton; Rua Espírito Santo, 94 - Bairro Nossa Senhora das Dores, 37800-000 Guaxupé (BR). INÁCIO, Rodrigo Angelo; Rua Dr. Fernandes Coelho, 85, 8º andar, 05423-040 São Paulo (BR). LOPES, Luiz Antonio; Rua Padre Meliton Vigueira Penilos, 91, 05305-070 São Paulo (BR).

(25) Língua de Depósito Internacional:

Português

(26) Língua de Publicação:

Português

(30) Dados Relativos à Prioridade:

BR 102019001956-5

30 de Janeiro de 2019 (30.01.2019) BR

(74) **Mandatário:** CHIAROTTINO E NICOLETTI SOCIEDADE DE ADVOGADOS; Avenida Juscelino Kubits-

(54) **Title:** PHOTOVOLTAIC CELL, METHOD FOR MANUFACTURING AN ENCAPSULATED PHOTOVOLTAIC CELL, ELECTRICAL CONNECTION UNIT FOR A PHOTOVOLTAIC TILE, AND PHOTOVOLTAIC TILE

(54) **Título:** CÉLULA FOTOVOLTAICA, PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CÉLULA FOTOVOLTAICA ENCAPSULADA, CONJUNTO DE CONEXÃO ELÉTRICA PARA TELHA FOTOVOLTAICA E TELHA FOTOVOLTAICA

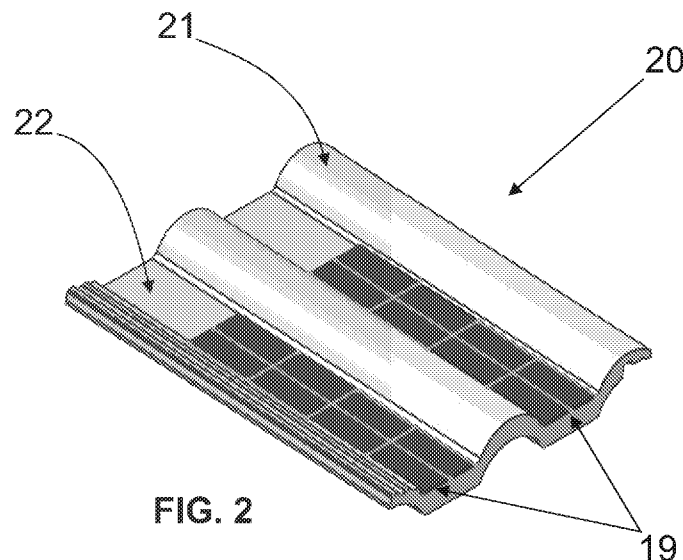


FIG. 2

(57) **Abstract:** A p-n photovoltaic cell (10) comprising a crystalline-silicon structure (11) coated with a conductive film (12) formed using a p-type dopant solution and an n-type dopant solution, the p-type and n-type dopant solutions including carotenoid components. A method for manufacturing an encapsulated p-n photovoltaic cell using the p-n photovoltaic cell (10) and the use of these encapsulated photovoltaic cells (19) forming modules (15) that are used to form, with photovoltaic tiles (20), single parts with electrical energy generation and coverage functions. An electrical connection unit for a photovoltaic tile (20) that is used to simply and safely conduct the electrical energy generated by the photovoltaic tiles (20) to an inverter.

(57) **Resumo:** Uma célula fotovoltaica do tipo p-n (10), compreendendo uma estrutura de silício cristalino (11) revestida por um filme

(Continua na página seguinte)



WO 2020/154784 A1

check, 1700 - 5º e 11º andares - Vila Olímpia, 04543-000 São Paulo (BR).

**(81) Estados Designados** (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção nacional existentes*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) Estados Designados** (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção regional existentes*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), Europeu (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicado:**

- *com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))*
- *antes da expiração do prazo para modificar as reivindicações e a republicar na eventualidade de recepção de tais modificações (Regra 48.2(h))*
- *em preto e branco; o pedido internacional tal como depositado contém cores ou níveis de cinza e pode ser baixado do PATENTSCOPE*

---

condutor (12) formado a partir de uma solução dopante do tipo p e uma solução dopante do tipo n, as soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendendo componentes carotenoides. Processo de fabricação de célula fotovoltaica do tipo p-n encapsulada a partir da célula fotovoltaica do tipo p-n (10) e o uso dessas células fotovoltaicas encapsuladas (19) formando módulos (15) que são usados para formar, com telhas fotovoltaicas (20), peças únicas com as funções de cobertura e geração de energia elétrica. Um conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica (20), responsável pela condução, de maneira simples e segura, da energia elétrica gerada pelas telhas fotovoltaicas (20) até um inversor.

**CÉLULA FOTOVOLTAICA, PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CÉLULA  
FOTOVOLTAICA ENCAPSULADA, CONJUNTO DE CONEXÃO ELÉTRICA  
PARA TELHA FOTOVOLTAICA E TELHA FOTOVOLTAICA**

[001] A presente invenção refere-se a uma célula fotovoltaica do tipo p-n, contendo agentes que proporcionam fator de proteção solar para a diminuição do coeficiente térmico e, conseqüentemente, melhor eficiência na condutividade elétrica. A invenção refere-se, ainda, ao processo de fabricação desta célula fotovoltaica encapsulada, a um conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica, responsável pela condução, de maneira simples e segura, da energia elétrica gerada pelas telhas fotovoltaicas até um inversor e a telha fotovoltaica compreendendo células fotovoltaicas encapsuladas e o conjunto de conexão elétrica.

**Descrição do estado da técnica**

[002] As células fotovoltaicas são dispositivos feitos de materiais semicondutores, que convertem radiação solar em energia elétrica, através do efeito fotoelétrico. Já as telhas fotovoltaicas são elementos da construção civil usados na cobertura de casas e edificações e que contém uma ou mais células fotovoltaicas.

[003] Vários tipos de células fotovoltaicas são conhecidos do estado da técnica. Elas diferenciam entre si pelo material da qual são feitas sendo que, o mais comum é o silício cristalino, embora outros materiais mais nobres e de maior valor pecuniário também sejam adotados na fabricação deste dispositivo como, por exemplo, o óxido de estanho/índio (OEI) revestido com nanopartículas de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) e o óxido de zinco (ZnO).

[004] Apesar de ser considerado um dispositivo de geração de energia “limpa” e, por essa razão, há um grande interesse no seu uso em larga escala, as células fotovoltaicas por serem feitas de materiais semicondutores apresentam, em geral, baixa eficiência energética devido a dois fatores principais: (i) o excesso de energia solar absorvida por esses materiais semicondutores, principalmente a energia do espectro ultravioleta, que leva ao aumento de temperatura da célula resultando na redução da condutividade elétrica; e (ii) o espectro infravermelho

também absorvido pelo material semicondutor da célula na forma de radiação solar e que não detém energia suficiente para a condutividade elétrica, resultando em simples conversão de calor que aumenta a temperatura da célula e resulta na redução da condutividade elétrica.

[005] Com o objetivo de resolver o problema da baixa condutividade elétrica, vários estudos e desenvolvimentos nesta área tecnológica estão sendo feitos.

[006] Neste sentido, o documento BR 10 2012 027389-6 descreve telhas em modelo de telha romana ou modelo Plan que compreendem células fotovoltaicas de silício cristalino dopadas com fósforo e encapsuladas em sua estrutura formando uma peça única. A telha montada compreende, da superfície superior até a inferior, camadas de resina translúcida, polímero etileno vinil acetato (EVA), célula fotovoltaica, polímero EVA como uma camada de “backsheet”, telha e resina translúcida.

[007] Ainda, o documento de Gao et al., intitulado “Photovoltaic response of carotenoid-sensitized electrode in aqueous solution: ITO coated with a mixture of TiO<sub>2</sub> nanoparticles, carotenoid, and polyvinylcarbazole”, por exemplo, descreve o tratamento de semicondutores de óxido de estanho/índio revestido com nanopartículas de dióxido de titânio (OEI/TiO<sub>2</sub>) com carotenoides à base de cantaxantina e β-caroteno para melhoria de eficiência desses materiais semicondutores. Esse documento ensina, ainda, o mecanismo de ação dos carotenoides nesse tipo de tratamento. Nesse contexto, as moléculas de cantaxantina presentes nesses semicondutores absorvem a radiação solar tornando-se energeticamente excitadas. Nessa situação, seus elétrons são doados para a banda de condução do óxido de estanho/índio com TiO<sub>2</sub>, otimizando sua condutividade elétrica.

[008] Também o documento de Zhuang et al., intitulado “Natural-photosynthesis-inspired photovoltaic cells using carotenoid aggregates as electron donors, and chlorophyll derivatives as electron acceptors” revela o tratamento de células fotovoltaicas de óxido de estanho/índio (OEI) e óxido de molibdênio (III) (MoO<sub>3</sub>), ou OEI/MoO<sub>3</sub>, com carotenoides à base de licopeno e com pigmentos de

clorofila. Nesse documento também é ensinado o processo de otimização da eficiência energética devido à presença dos carotenoides, que atuam como moléculas doadoras de elétrons, e da clorofila, atuando como molécula aceptora de elétrons. A presença dessas moléculas cria um balanço de buracos e fluxo eletrônico nessas células fotovoltaicas, melhorando sua eficiência.

[009] Já o documento de Muthusaamy, intitulado "Marine seaweed *Sargassum wightii* extract as a low-cost sensitizer for ZnO photoanode based dye-sensitized solar cell" descreve o uso de extrato de algas marinhas compreendendo uma mistura de pigmentos como carotenoides, fucoxantina e clorofila, para aumento de eficiência energética de fotoanodos de óxido de zinco (ZnO), um tipo de semicondutor. Nesse documento a presença desses pigmentos melhora a eficiência fotovoltaica desse material.

[010] Assim, é possível encontrar no estado da técnica pesquisas que façam uso de carotenoides em células fotovoltaicas não dopadas, bem como células fotovoltaicas do tipo p-n (dopadas com dopantes do tipo p e do tipo n), mas que não compreendem carotenoides.

[011] Além disso, nas telhas e painéis fotovoltaicos usuais, a ligação entre eles para a condução da energia elétrica gerada é feita através de um cabo fotovoltaico que contém duas proteções: a resistência ao UVB, isto é, aos raios ultravioletas que são transmitidos a partir do Sol; e a resistência à queima.

[012] Ainda, essas telhas e painéis fotovoltaicos já conhecidos possuem caixa de junção e conectores elétricos de contato único que são instalados no terminal dos cabos de condução de energia elétrica, em cada painel ou telha, intermediando a ligação dos cabos de saída de energia elétrica com o inversor.

[013] A caixa de junção é usualmente aplicada para alojar um diodo que impede a corrente reversa. Os conectores, por sua vez, são usados para evitar maus contatos nas conexões elétricas. Entretanto, a presença das caixas de junção e dos conectores elétricos usuais aumenta o custo das telhas e painéis fotovoltaico, além de tornar mais complexa a fabricação e montagem das coberturas.

[014] Por esse motivo, já há desenvolvimentos feitos no sentido de construir células fotovoltaicas para uso em coberturas, como telhas, sem o uso de conectores elétricos nos terminais de cabo de condução da energia elétrica gerada por essas células e sem o uso de caixas de junção.

[015] O documento BR 10 2012 027389-6, por exemplo, descreve uma telha de compósito polimérico dotada de células fotovoltaicas que são arranjadas no corpo da telha. O sistema de associação da célula fotovoltaica com a telha não utiliza caixas de junção com o objetivo de reduzir o custo de fabricação e facilitar o processo de produção. Para tanto, as fitas de barramento entre as células fotovoltaicas, energizadas com a energia elétrica transformada pelas células, são soldadas a um chicote elétrico para a conexão e transferência dessa energia elétrica até o inversor de corrente. Dessa forma, o chicote é usado para conectar os barramentos energizados das células fotovoltaicas em série e, por fim, conectar essa série de células fotovoltaicas ao inversor com o uso de um conector.

[016] Nesta solução, deixa-se de usar um conector por célula fotovoltaica, mais ainda é preciso usá-lo para a conexão do chicote com o inversor. Além disso, a associação do chicote com os barramentos das células fotovoltaicas é feita com o uso de solda, o que não simplifica a instalação das coberturas uma vez que o produto não chega finalizado para a instalação, exigindo as soldagens.

[017] O documento WO 2008/137966 traz uma solução para uma estrutura para coberturas solares confiáveis e de baixo custo. Neste caso, o cabeamento é reduzido ficando apenas o cabo no final de cada linha de células fotovoltaicas e a caixa de junção é eliminada. Ainda, a montagem da parte elétrica das telhas de cobertura é feita de modo que as telhas são ligadas entre si e as conexões finais são feitas por fileiras de telhas ao invés de serem ligadas telha por telha individualmente, cada uma com uma caixa de junção e conector elétrico.

[018] Na configuração descrita neste documento, a conexão elétrica é feita no encaixe da aba de uma telha na aba da telha adjacente, de modo que a ligação elétrica só ocorre com a montagem das telhas no telhado. Não há um chicote elétrico conectando as telhas, os conectores estão internos, uma telha

possui um conector “macho” enquanto a telha adjacente possui um conector “fêmea”. Quando encaixadas as telhas fecham o contato elétrico, dispensando o uso da caixa de junção. O cabeamento fica restrito apenas ao final de cada linha de telhas, para a ligação dessas ao inversor, porém, nada é mencionado quanto à eliminação do uso de conectores em cada uma das linhas de telhas quando ligadas no inversor.

[019] Observa-se, portanto, que há o interesse na simplificação das conexões elétricas na montagem de telhas fotovoltaicas. Neste sentido, torna-se necessária a simplificação elétrica das telhas eliminando componentes que trazem custos e dificuldades nas conexões, sem, contudo, resultar em instalações inseguras que podem resultar em riscos de choques elétricos ou incêndios.

### **Objetivos da invenção**

[020] Assim, a presente invenção tem como objetivo prover uma célula fotovoltaica do tipo p-n, que compreende dopantes do tipo p e do tipo n e agentes que proporcionam fator de proteção solar para a diminuição do coeficiente térmico, atribuindo a essa célula fotovoltaica aumento de condutividade elétrica e aumento da eficiência nessa condutividade elétrica, respectivamente.

[021] Outro objetivo desta invenção é prover um processo de fabricação de célula fotovoltaica do tipo p-n encapsulada, compreendendo etapas de dopagem contendo agentes que proporcionam fator de proteção solar para a diminuição do coeficiente térmico e, conseqüentemente, aumento da eficiência na condutividade elétrica desta célula.

[022] É, ainda, um objetivo da presente invenção, prover uma telha fotovoltaica, formando uma peça única com as células fotovoltaicas encapsuladas de modo a compreender propriedades de cobertura e de geração de energia simultaneamente.

[023] Outro objetivo desta invenção é prover um conjunto de conexão elétrica para telhas fotovoltaicas capaz de conduzir, de forma simples e segura, a energia elétrica gerada por uma pluralidade de telhas fotovoltaicas até um inversor de corrente.

[024] É também um objetivo da presente invenção prover uma telha fotovoltaica dotada do conjunto de conexão elétrica para telhas fotovoltaicas.

### **Breve descrição da invenção**

[025] A presente invenção tem como objeto, uma célula fotovoltaica do tipo p-n, compreendendo uma estrutura de silício cristalino revestida por um filme condutor formado a partir de uma solução dopante do tipo p e uma solução dopante do tipo n, as soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendendo componentes carotenoides.

[026] Outro objeto desta invenção é um processo de fabricação de célula fotovoltaica do tipo p-n encapsulada, compreendendo as seguintes etapas:

a) revestimento de uma pluralidade de estruturas de silício cristalino por um filme condutor formado a partir de soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendendo componentes carotenoides, formando uma pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n;

b) união da pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n por meio de solda de estanho formando um módulo;

c) encapsulamento do módulo formando uma célula fotovoltaica encapsulada; e

d) ligação elétrica.

[027] A presente invenção tem, ainda, como objeto, um conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica, dita telha fotovoltaica dotada de células fotovoltaicas, o conjunto de conexão elétrica compreendendo: pelo menos um primeiro conector embutido na telha fotovoltaica e associado a barramentos elétricos de pelo menos uma célula fotovoltaica; e pelo menos um segundo conector ligado a um par de fios condutores, pelo menos um segundo conector sendo eletricamente associado a pelo menos um primeiro conector de modo a conduzir a energia elétrica gerada por pelo menos uma célula fotovoltaica para um elemento inversor.

[028] Também é um objeto desta invenção, uma telha fotovoltaica compreendendo uma pluralidade de células fotovoltaicas encapsuladas e um conjunto de conexão elétrica para telhas fotovoltaicas.

#### **Descrição resumida dos desenhos**

[029] Figura 1A – é uma vista esquemática em corte da célula fotovoltaica do tipo p-n objeto da presente invenção;

[030] Figura 1B – é uma vista esquemática de uma pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n associadas entre si;

[031] Figura 2 - é uma vista em perspectiva da telha fotovoltaica, objeto desta invenção;

[032] Figura 3 - é um fluxograma do processo de fabricação da célula fotovoltaica encapsulada, objeto desta invenção;

[033] Figura 4 – é um fluxograma da etapa do processo de fabricação da célula fotovoltaica encapsulada, mais especificamente da etapa de revestimento de uma pluralidade de estruturas de silício cristalino por um filme condutor;

[034] Figura 5 – é uma vista explodida esquemática da célula fotovoltaica encapsulada;

[035] Figura 6 - é uma vista superior da telha fotovoltaica com o conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção;

[036] Figura 7 – é uma vista inferior da telha fotovoltaica com o conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção;

[037] Figura 8 – é uma vista esquemática em corte da telha fotovoltaica com o conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção;

[038] Figura 8A – é uma vista em detalhe do primeiro conector do conjunto de conexão elétrica, embutido na telha fotovoltaica;

[039] Figura 9 – é uma vista esquemática em perspectiva da linha condutora principal do conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção;

[040] Figura 9A – é uma vista em detalhe da linha condutora principal do conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção;

[041] Figura 10 – é uma vista esquemática em perspectiva da linha condutora secundária do conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção;

[042] Figura 11 – é uma vista inferior de uma pluralidade de telhas conectadas entre si com o conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção;

[043] Figura 12 – é uma vista superior de uma pluralidade de telhas conectadas com o conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção;

[044] Figura 13 – é uma vista em perspectiva de uma pluralidade de telhas conectadas com o conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção;

[045] Figura 14 – é uma vista esquemática do diagrama de ligação elétrica da linha condutora principal do conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção; e

[046] Figura 15 - é uma vista esquemática do diagrama de ligação elétrica da linha condutora secundária do conjunto de conexão elétrica objeto da presente invenção.

### **Descrição detalhada da invenção**

[047] De acordo com uma concretização preferencial e conforme ilustrado nas figuras 1A e 1B, a célula fotovoltaica do tipo p-n 10, objeto dessa invenção, compreende uma estrutura de silício cristalino 11 que é revestida por um filme condutor 12 formado a partir de uma solução dopante do tipo p e uma solução dopante do tipo n.

[048] As soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendem, além dos elementos dopantes, componentes carotenoides conforme descrito em detalhes adiante.

[049] Nesse sentido, a solução dopante do tipo p compreende um elemento dopante do grupo 5A da tabela periódica, preferencialmente o fósforo, em quantidade de 1,5 a 4% em massa. Já a solução dopante do tipo n compreende um elemento dopante do grupo 2A da tabela periódica, preferencialmente o cálcio, em quantidade de 0,5 a 2% em massa.

[050] As soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendem, ainda, álcool isopropílico em quantidade de 50% a 70% em massa, resina colofônia em quantidade de 15 a 30% em massa, surfactante catiônico de fluorcarbono em quantidade de 0,5 a 2% em massa, glicerina líquida em quantidade de 0,5 a 2,5% em massa e nitrato de prata em quantidade de 1,5 a 4% em massa.

[051] Ainda, para a formação do filme condutor 12, as soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendem carotenoides em quantidade de 1 a 5% em massa, em cada solução. Os carotenoides consistem em pigmentos naturais, com elevada capacidade de absorção da radiação solar, atuando, ainda, como filtro ultravioleta. Esses carotenoides são, preferencialmente, selecionados de um grupo compreendendo bixina, norbixina, licopeno, cantaxantina, fucoxantina e beta-caroteno.

[052] Uma célula fotovoltaica do tipo p-n 10, ao sofrer a incidência de luz solar irá produzir uma corrente elétrica. O átomo de silício presente na estrutura de silício cristalino 11, possui exatamente quatro elétrons em sua última camada eletrônica. O fósforo, presente no filme condutor 12, como elemento dopante tipo n, possui cinco elétrons, portanto, os átomos de fósforo terão quatro de seus elétrons compartilhados, restando um elétron que não faz parte de uma ligação covalente, mas ainda é atraído pela carga positiva do núcleo de fósforo. Assim, os elétrons do fósforo que não estão fazendo parte de uma ligação covalente conseguem romper facilmente a sua ligação com o núcleo de fósforo, bastando, para isso, uma baixa energia. Neste caso, estes elétrons passam a ser considerados livres e a estrutura de silício cristalino 11, dopada pelo elemento dopante do tipo n presente no filme condutor 12, passa a possuir uma camada eletrônica do tipo n.

[053] O cálcio, por sua vez, possui dois elétrons na última camada eletrônica e, portanto, ao substituírem um átomo de silício formarão um “buraco” que será definido como a ausência de duas cargas negativas, formando a camada eletrônica do tipo p.

[054] Colocando as duas camadas eletrônicas, tipo n e tipo p, em contato, os elétrons fluem de regiões de baixa concentração eletrônica para regiões de

alta concentração eletrônica. Quando elétrons deixam o lado tipo n ocorre o surgimento de um acúmulo de carga positiva na fronteira do contato p-n, da mesma forma ocorre um acúmulo de carga negativa no lado tipo p. Este desequilíbrio de cargas que ocorre na fronteira da conexão tipo p - n será responsável pelo surgimento de um campo elétrico que irá se opor a tendência natural da difusão de elétrons e buracos e, assim, uma situação de equilíbrio será atingida.

[055] No momento em que a luz solar formada por fótons incide na célula fotovoltaica do tipo p-n, haverá a formação de pares elétrons – buraco. Para cada fóton que possui energia suficiente para fazer os elétrons fluírem de uma camada eletrônica para a outra, haverá a formação de um elétron e de um buraco. Nestas condições os elétrons produzidos irão fluir para o lado tipo n e os buracos irão para o lado tipo p e este fluxo de elétrons será responsável pelo surgimento de uma corrente elétrica. Como o campo elétrico da célula irá fornecer a diferença de potencial, será possível gerar potência, que é exatamente o produto destas duas grandezas físicas.

[056] Fótons com energia superior à necessária para fazer os elétrons fluírem de uma camada eletrônica para a outra, ou seja, fótons detendo energia próxima à região de luz ultravioleta, com frequência mais alta, concedem energia em excesso que será transformada em calor. Do mesmo modo, fótons com energia inferior à necessária para fazer os elétrons fluírem de uma camada eletrônica para a outra, isto é, fótons detendo energia próxima à região de luz infravermelha, com frequência mais baixa, não concedem energia suficiente para a liberação dos elétrons de sua orbita e, como resultado, essa energia é convertida em calor.

[057] Nessas duas situações acima descritas, o calor gerado faz com que as células fotovoltaicas do tipo p-n 10 e com estrutura de silício cristalino 11 percam eficiência, pois a tensão da célula é reduzida e, portanto, a potência que essa pode gerar também reduz.

[058] Com a presença dos carotenoides nas soluções dopantes do tipo p e do tipo do filme condutor 12, a eficiência da célula fotovoltaica do tipo p-n 10 é

aumentada. Isto porque, os carotenoides auxiliam na absorção da incidência solar e, além disso, possuem elevada capacidade de absorção da radiação solar, em especial a radiação ultravioleta.

[059] Ao absorver a energia excedente produzidas pelos raios ultravioleta, os carotenoides evitam a geração de calor na célula fotovoltaica do tipo p-n 10 e, também, absorvem o excesso de energia na região do ultravioleta, formando um novo fluxo eletrônico direcionado para as bandas de condução da célula fotovoltaica do tipo p-n 10. Mais especificamente, os elétrons da própria molécula dos carotenoides são transferidos para a dita banda de condução, conseqüentemente, aumenta-se a corrente elétrica e com isso, aumenta-se a potência da célula 10.

[060] Para ter um sistema fotovoltaico, conforme ilustrado na figura 1A, é necessária a construção de módulos que consistem na união de uma pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n 10, onde esta união é feita através de solda de estanho 13. Para evitar problemas na região da solda 13, a célula 10 precisa estar livre de impurezas, principalmente nesta região de junção. Assim, o álcool isopropílico adicionado às soluções dopantes do tipo p e do tipo n proporciona a eliminação de impurezas que possam interferir na condutividade elétrica da célula 10 e a completa eliminação de água residual.

[061] Além disso, a resina colofônia e a glicerina trabalham para que a solda se espalhe por igual. Assim, no momento da solda o estanho escorre livremente nas partes a serem soldadas. Já o nitrato de prata é um excelente condutor de energia e está presente nas soluções dopantes do tipo p e do tipo n para melhorar o desempenho energético na região de união das células 10.

[062] Conseqüentemente, a presença da solda de estanho 13 na junção de uma pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n 10 proporciona a condutividade elétrica entre as células 10 unidas, evitando-se, por exemplo, regiões de isolamento elétrico que impactam na geração de energia elétrica.

[063] É também objeto desta invenção, um processo de fabricação de célula fotovoltaica do tipo p-n 10 encapsulada, conforme ilustrado na figura 3. Este processo compreende as seguintes etapas:

a) revestimento de uma pluralidade de estruturas de silício cristalino 11 por um filme condutor 12 formado a partir de soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendendo componentes carotenoides, formando uma pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n 10;

b) união da pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n 10 por meio de solda de estanho 13 formando um módulo 15;

c) encapsulamento do módulo 15 formando uma célula fotovoltaica encapsulada 19; e

d) ligação elétrica.

a) Etapa de revestimento

[064] A etapa de revestimento de uma pluralidade de estruturas de silício cristalino 11 por um filme condutor 12 formado a partir de soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreende uma mistura de uma parte de resina colofônia para três partes de álcool isopropílico formando uma mistura A, a adição de uma parte de carotenoides para dezesseis partes da mistura A formando uma mistura B homogênea, adição de uma parte de surfactante catiônico de fluorcarbono para oitenta e cinco partes de mistura B e três partes de nitrato de prata para uma parte de surfactante catiônico de fluorcarbono formando uma mistura C e adição de uma parte de glicerina para cada quarenta e quatro partes da mistura C formando uma mistura D (figura 4).

[065] Uma vez formada a mistura D, esta é separada em mistura D1 e mistura D2, em partes iguais. Na mistura D1 ocorre a etapa de adição de uma parte de fósforo para quinze partes da mistura D1 formando a solução dopante do tipo n. Na mistura D2 ocorre a etapa de adição de uma parte de cálcio para quarenta e cinco partes e meia da mistura D2 formando a solução dopante do tipo p.

[066] A seguir, as estruturas de silício cristalino 11 são imersas na solução dopante do tipo p e, em seguida, imersas na solução dopante do tipo n, conforme rota 1 da figura 4. Opcionalmente, as estruturas de silício cristalino 11 podem ser imersas na solução dopante do tipo n e, em seguida, imersas na solução dopante do tipo p, conforme rota 2 da figura 4. Ao final dessa etapa obtém-se as células

fotovoltaicas do tipo p-n 10 que são, em seguida, levadas para a etapa final de secagem para que se forme o filme condutor 12.

b) Etapa de união da pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n

[067] Nesta etapa, uma pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n 10 é posicionada em série formando um agrupamento de pelo menos sete células 10, que serão unidas de modo a formar um módulo 15 (figura 1B).

[068] A união é feita por meio de solda de estanho 13 de modo a permitir que a região de união não comprometa a condutividade elétrica do módulo 15.

c) Etapa de encapsulamento do módulo

[069] O módulo 15 formado é, então, encapsulado. Conforme ilustrado na figura 5, inicialmente, acima do módulo 15 é posicionada uma primeira camada de polímero EVA 16 formando o lado negativo. Abaixo do módulo 15 são posicionadas uma segunda camada de polímero EVA 17 seguida de uma camada de fundo protetor 18 do material TPT (Tedlar Poliéster Tedlar), formando um lado positivo.

[070] Após o posicionamento dessas camadas acima e abaixo do módulo 15 é feito o encapsulamento que consiste em submeter este conjunto à vácuo em um equipamento de laminação. Este encapsulamento confere proteção contra corrosão e impermeabilidade.

[071] Por fim, o conjunto encapsulado é submetido a uma resinagem que consiste na aplicação de uma camada de resina, por exemplo a resina epóxi translúcida, sobre a parte negativa formada pela primeira camada de polímero EVA 16, formando uma camada resina 14.

[072] O resultado dessa etapa é uma célula fotovoltaica encapsulada 19.

d) Ligação elétrica

[073] A célula fotovoltaica encapsulada 19 recebe uma caixa de junção (não ilustrada) posicionada na superfície externa da camada de fundo protetor 18. Essa caixa de junção tem a finalidade de permitir a ligação da célula fotovoltaica encapsulada 19 a um conversor de corrente (não ilustrado) durante o seu uso. No

entanto, uma concretização preferencial de conexão elétrica será descrita em detalhes adiante.

[074] Outro objeto desta invenção consiste em uma telha fotovoltaica 20, ilustrada na figura 2. A telha fotovoltaica 20 é feita preferencialmente de concreto ou fibrocimento, podendo ser ainda de outros materiais como cerâmica e polímeros, e recebe uma pluralidade de células fotovoltaicas encapsuladas 19, de modo a formar um sistema fotovoltaico.

[075] A telha fotovoltaica 20 pode apresentar um formato ondulado, contendo pelo menos uma ondulação 21 seguida de pelo menos um platô 22, um formato de ondulações 21 sem a presença dos platôs ou outros inúmeros formatos. As células fotovoltaicas encapsulada 19 são fixadas nas telhas 20, preferencialmente por meio de colagem com cola de poliuretano, podendo ser usado outros tipos de fixação como, por exemplo, adesivos, parafusos, rebites entre outros, de modo que as células fotovoltaicas encapsulada 19 formam, com a telha fotovoltaica 20, peças únicas contendo duas funções: cobertura e geração de energia elétrica. Para tanto, não requerem sistema de fixação com perfis de alumínio e estruturas extras a serem fixadas nos telhados para o sistema fotovoltaico, bastando o madeiramento ou estrutura metálica usual de telhados, uma vez que a própria telha a ser usada como cobertura já compreende células fotovoltaicas em sua constituição.

[076] Particularmente, as células fotovoltaicas encapsulada 19 podem ser fixadas nos platôs 22 da telha fotovoltaica 20, sobre as ondulações 21 da telha fotovoltaica 20, em vales (não ilustrado) formados entre duas ondulações 21 subsequentes, nas paredes laterais das ondulações 21, ou outros pontos da superfície da telha fotovoltaica 20.

[077] A telha fotovoltaica 20, objeto dessa invenção, resolve o problema estético-funcional dos painéis fotovoltaicos convencionais, soluciona problemas de fixação, facilita a instalação e manutenção no telhado, aumenta a durabilidade da cobertura, permite a instalação de um sistema fotovoltaico em projetos onde há restrições ao acréscimo de peso à estrutura do telhado e diminui o uso de materiais, reduzido o custo de um sistema fotovoltaico.

[078] Com relação à ligação elétrica, preferencialmente e conforme ilustrado nas figuras 6, 7 e 8 e na figura 8A, o conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica 20 compreende um primeiro conector principal 121 embutido na telha fotovoltaica 20, particularmente em uma superfície posterior 221 da telha fotovoltaica 20, opostamente à célula fotovoltaica 10, sendo que o conjunto de conexão elétrica compreende um primeiro conector principal 121 para cada célula fotovoltaica 10 da telha fotovoltaica 20.

[079] Como pode ser visto na figura 8A, cada primeiro conector principal 121 embutido na superfície posterior 221 da telha fotovoltaica 20 é associado a barramentos elétricos 101, 101' da célula fotovoltaica 10, que está fixada na superfície anterior 211 da telha 20, de modo que a energia elétrica gerada pela célula fotovoltaica 10 é direcionada para o primeiro conector principal 121.

[080] Conforme ilustrado nas figuras 9 e figura 10, o conjunto de conexão elétrica compreende, preferencialmente, uma pluralidade de segundos conectores principais 131 ligados a um par de fios condutores principais 141, formando uma linha condutora principal 151. Cada segundo conector principal 131 é revestido com um isolamento polimérico de alta rigidez dielétrica, rigidez mecânica e isolante térmico.

[081] Mais especificamente e como pode ser visto na figura 9 e figura 9A, a pluralidade de segundos conectores principais 131 é espaçadamente ligada a um par de fios condutores principais 141, sendo que o espaçamento entre os segundos conectores principais 131 subsequentes coincide com o espaçamento entre os primeiros conectores principais 121 subsequentes embutidos nas telhas fotovoltaicas 20. Além disso, a quantidade de segundos conectores principais 131 ligados aos fios condutores principais 141 formando a linha condutora principal 151 varia em função da quantidade de telhas fotovoltaicas 20 que serão interligadas em linha.

[082] Assim, a figura 9 e o diagrama elétrico da figura 14 ilustram uma pluralidade de segundos conectores principais 131 espaçadamente ligada a um par de fios condutores principais 141 formando a linha condutora principal 151 que compreende, em sua extremidade, um terminal de ligação 171 dotado de

pelo menos um diodo 251. A função do diodo 251 é evitar que ocorra corrente reversa.

[083] Cada linha condutora principal 151 interliga uma linha ou fileira de telhas fotovoltaicas 20 entre si, a partir do encaixe dos segundos conectores principais 131 nos primeiros conectores principais 121, restando livre ao final da linha de telhas 20, o terminal de ligação 171 e assim sucessivamente em cada linha ou fileira de telhas 20 montadas e interligadas com uma linha condutora principal 151.

[084] O segundo conector principal 131 é encaixado e eletricamente associado ao primeiro conector principal 121, de modo a conduzir a energia elétrica gerada por pelo menos uma célula fotovoltaica 10 e recebida pelo primeiro conector principal 121 até o terminal de ligação 171 através do par de fios condutores principais 141.

[085] A figura 10 e o diagrama 15 ilustram, por sua vez, pelo menos um e preferencialmente uma pluralidade de conectores secundários 191 ligado a um par de fios condutores secundários 241 formando uma linha condutora secundária 161. A função desta linha condutora secundária 161 é interligar as fileiras ou linhas de telhas 20 a um elemento inversor 261 ou um micro inversor.

[086] Desta forma, cada conector secundário 191 da linha condutora secundária 161 é associado ou conectado a um terminal de ligação 171 de uma linha condutora principal 151 conduzindo a energia elétrica gerada nas telhas fotovoltaicas 20 até o elemento inversor 261.

[087] Neste sentido, como pode ser visto nas figuras 11, 12 e 13, os primeiros conectores principais 121 estão embutidos nas telhas fotovoltaicas 20, sem nenhum terminal ou cabo exposto, dando segurança para o manuseio destas telhas 20, sem riscos de choques elétricos. Como já descritivo, cada primeiro conector principal 121 é embutido na superfície posterior 221 da telha fotovoltaica 20 de modo a receberem a energia elétrica gerada pelas células fotovoltaicas 10.

[088] Após a instalação das telhas fotovoltaicas 20 em linhas ou fileiras na cobertura de interesse, os segundos conectores principais 131 são encaixados,

um em cada primeiro conector principal 121 das telhas 20, em fileiras, como ilustrado na figura 11.

[089] Uma vez finalizado os encaixes nas múltiplas fileiras que compõem a cobertura desejada, os terminais de ligação 171 das linhas condutoras principais 151 são ligados aos conectores secundários 191 da linha condutora secundária 161 e a extremidade dessa linha condutora secundária 161 é associada ao elemento inversor 261.

[090] A figura 12 ilustra essas mesmas ligações ilustradas na figura 11, porém, visto por cima. Neste caso, pode-se observar que os pares de fios condutores principais 141 das linhas condutoras principais 151 ficam protegidos pelas telhas 20, de modo que não precisam ser feitos de material com proteção UV, visto que não ficam expostos ao sol, já que a condução elétrica entre as telhas 20 é feita abaixo da cobertura, não sofrendo incidência de raios ultravioletas.

[091] Todos os conectores, principais e secundários, possuem terminais de 8mm, suportando uma corrente elétrica de 70 ampères. Além disso, são feitos em latão estanhado que é um material muito condutor de energia elétrica e com alta resistência à corrosão.

[092] A conexão dos primeiros condutores principais 121 com os segundos condutores principais 131 conta com a presença de garras nos primeiros condutores principais 121, além de garras nas luvas dos segundos condutores principais 131, impedindo as desconexões e mal contatos, evitando arcos voltaicos e eliminando riscos de incêndio.

[093] Com o uso do conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica 20, objeto desta invenção, há uma praticidade na instalação das telhas fotovoltaicas 20, impossibilitando erros de ligação elétrica, ou seja, basta a instalação das telhas 20 no espaço de cobertura desejado, a ligação ou plugue dos segundos condutores principais 131 nos primeiros condutores principais 121 e a ligação ou plugue dos conectores secundários 191 da linha condutora secundária 161 nos terminais de ligação 171 para que as telhas fotovoltaicas 20 funcionem e a energia elétrica por elas gerada seja captada de modo satisfatório.

[094] É também objeto dessa invenção uma telha fotovoltaica 20 contendo o conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica 20 acima descrito.

[095] Logo, a instalação de telhas fotovoltaicas 20 contendo o conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica 20 elimina a necessidade de usar componentes como, por exemplo, os terminais do tipo MC4 e as caixas de junção, muito utilizados nesse tipo de ligação, porém, sem deixar a ligação elétrica das telhas 20 inseguras, uma vez que o conjunto de conexão elétrica evita a formação de arcos voltaicos, de maus contatos e choques elétricos. Também são afastados os riscos de incêndio.

[096] Outra vantagem do conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica 20 é a simplicidade das ligações elétricas dispensando mão-de-obra especializada para a instalação das telhas 20 e do conjunto de conexão elétrica.

[097] Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

## REIVINDICAÇÕES

1. Célula fotovoltaica do tipo p-n (10), caracterizada pelo fato de compreender uma estrutura de silício cristalino (11) revestida por um filme condutor (12) formado a partir de uma solução dopante do tipo p e uma solução dopante do tipo n, as soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendendo componentes carotenoides.

2. Célula fotovoltaica, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a solução dopante do tipo p compreende elemento dopante do grupo 5A e a solução dopante do tipo n compreende elemento dopante do grupo 2A da tabela periódica.

3. Célula fotovoltaica, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o dopante do grupo 5A é o fósforo em quantidade de 1,5 a 4% e o dopante do grupo 2A é o cálcio em quantidade de 0,5 a 2%.

4. Célula fotovoltaica, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que a solução dopante do tipo p e a solução do tipo n compreendem, ainda, resina colofônia em quantidade de 15 a 30% em peso, surfactante catiônico de fluorcarbono em quantidade de 0,5 a 2%, glicerina líquida em quantidade de 0,5 a 2,5% e nitrato de prata em quantidade de 1,5 a 4%.

5. Célula fotovoltaica, de acordo com as reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que os carotenoides estão presentes na solução dopante do tipo p e na solução dopante do tipo n em quantidade de 1 a 5% em peso em cada solução.

6. Célula fotovoltaica, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que os carotenoides são selecionados de um grupo compreendendo bixina, norbixina, licopeno, cantaxantina, fucoxantina e beta-caroteno.

7. Processo de fabricação de célula fotovoltaica do tipo p-n encapsulada, caracterizado pelo fato de que compreende as seguintes etapas:

a) revestimento de uma pluralidade de estruturas de silício cristalino (11) por um filme condutor (12) formado a partir de soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendendo componentes carotenoides, formando uma pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n (10);

b) união da pluralidade de células fotovoltaicas do tipo p-n (10) por meio de solda de estanho (13) formando um módulo (15);

c) encapsulamento do módulo (15) formando uma célula fotovoltaica encapsulada (19); e

d) ligação elétrica.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a etapa de revestimento de uma pluralidade de estruturas de silício cristalino (11) por um filme condutor (12) compreende as seguintes etapas:

(i) mistura de resina colofônia e álcool isopropílico formando uma mistura A;

(ii) adição de carotenoides na mistura A formando uma mistura B homogênea;

(iii) adição de surfactante catiônico de fluorcarbono e nitrato de prata à mistura B formando uma mistura C;

(iv) adição de glicerina à mistura C formando uma mistura D;

(v) separação da mistura D em misturas D1 e D2, adição de fósforo na mistura D1 formando a solução dopante do tipo n e adição de cálcio na mistura D2 formando a solução dopante do tipo p;

(vi) imersão da pluralidade de estruturas de silício cristalino (11) nas soluções dopantes do tipo p e do tipo n formando células fotovoltaicas do tipo p-n (10);

(vii) secagem das células fotovoltaicas do tipo p-n (10) formando o filme condutor (12).

9. Conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica (20), dita telha fotovoltaica (20) dotada de células fotovoltaicas (10), o conjunto de conexão elétrica sendo caracterizado pelo fato de compreender:

pelo menos um primeiro conector principal (121) embutido na telha fotovoltaica (20) e associado a barramentos elétricos (101, 101') de pelo menos uma célula fotovoltaica (10); e

pelo menos um segundo conector principal (131) ligado a um par de fios condutores principais (141) formando uma linha condutora principal (151),

pelo menos um segundo conector principal (131) sendo eletricamente associado a pelo menos um primeiro conector (121) de modo a conduzir a energia elétrica gerada por pelo menos uma célula fotovoltaica (10) até um elemento inversor (261).

10. Conjunto de conexão elétrica, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que compreende, ainda, pelo menos um conector secundário (191) ligado a um par de fios condutores secundários (241) formando uma linha condutora secundária (161).

11. Conjunto de conexão elétrica, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a linha condutora principal (151) compreende um terminal de ligação (171), dotado de pelo menos um diodo (251).

12. Conjunto de conexão elétrica, de acordo com as reivindicações 10 e 11, caracterizado pelo fato de que pelos menos um conector secundário (191) da linha condutora secundária (161) é associado ao terminal de ligação (171) da linha condutora principal (151).

13. Conjunto de conexão elétrica, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a linha condutora secundária (161) é ligada ao elemento inversor (261).

14. Conjunto de conexão elétrica, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que compreende um primeiro conector principal (121) para cada célula fotovoltaica (10) da telha fotovoltaica (20).

15. Conjunto de conexão elétrica, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que compreende um segundo conector principal (131) eletricamente associado a cada primeiro conector principal (121).

16. Conjunto de conexão elétrica, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que cada segundo conector principal (131) é revestido com um isolamento polimérico de alta rigidez dielétrica, rigidez mecânica e isolante térmico.

17. Conjunto de conexão elétrica, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que pelo menos um primeiro conector principal (121) é embutido em uma superfície posterior (221) da telha fotovoltaica (20), opostamente à célula fotovoltaica (10).

18. Telha fotovoltaica (20), caracterizada pelo fato de compreender um conjunto de conexão elétrica para telhas fotovoltaicas conforme definido nas reivindicações 10 a 17 e uma pluralidade de células fotovoltaicas encapsuladas (19) tal como definidas nas reivindicações 7 e 8.

1/11

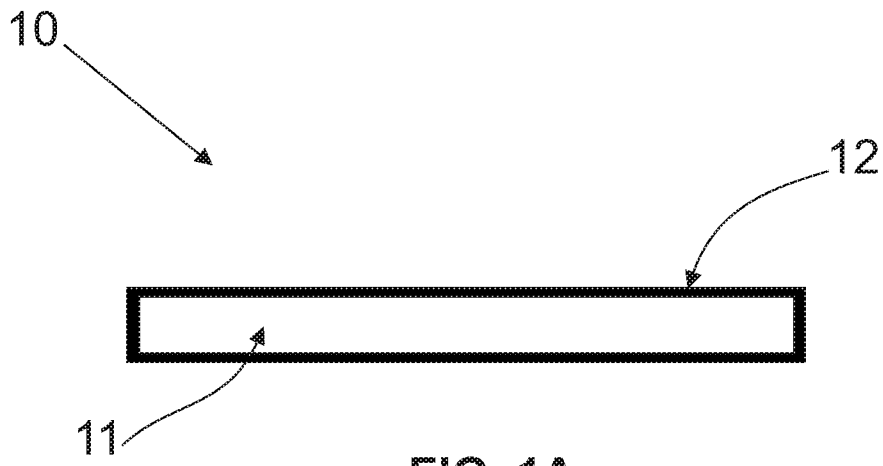


FIG. 1A

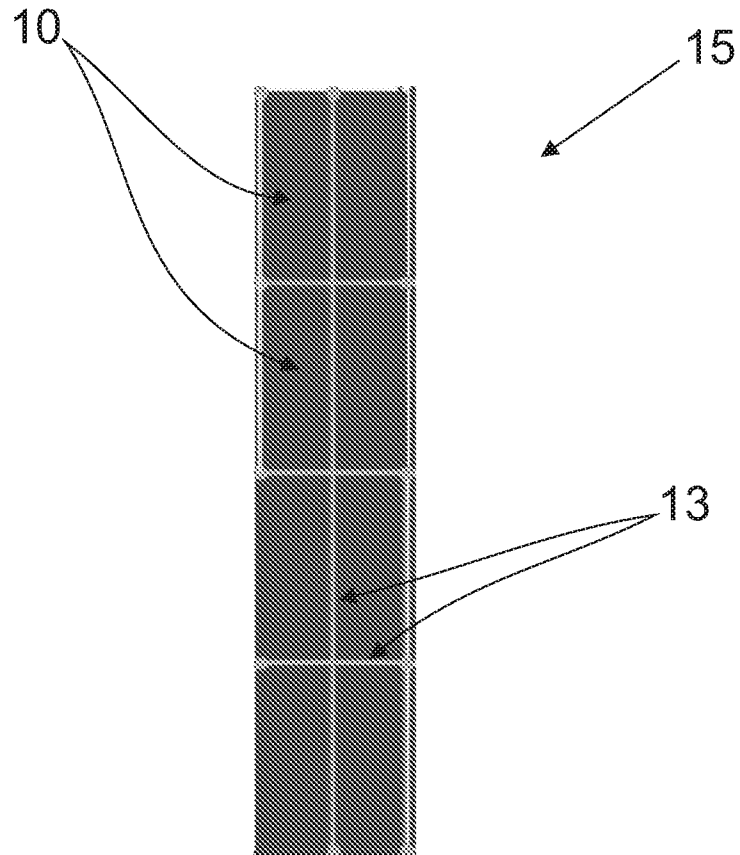
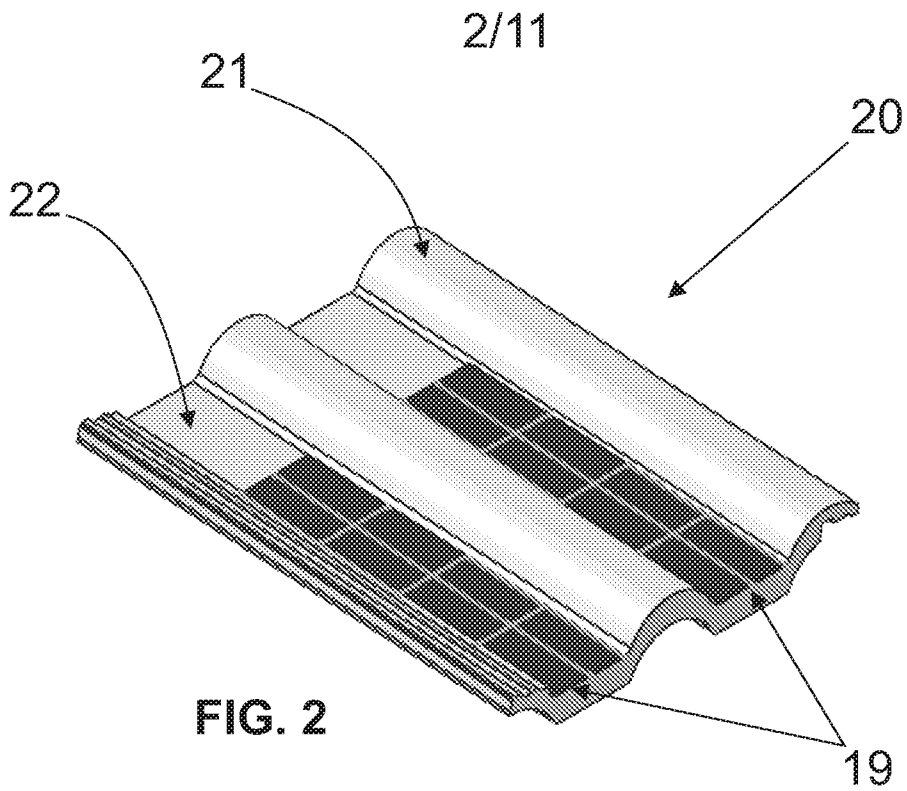
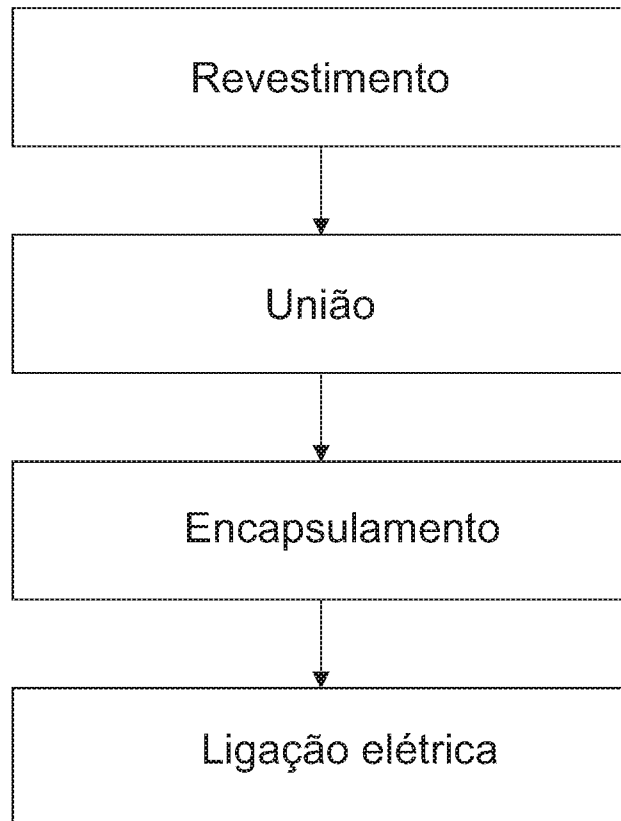


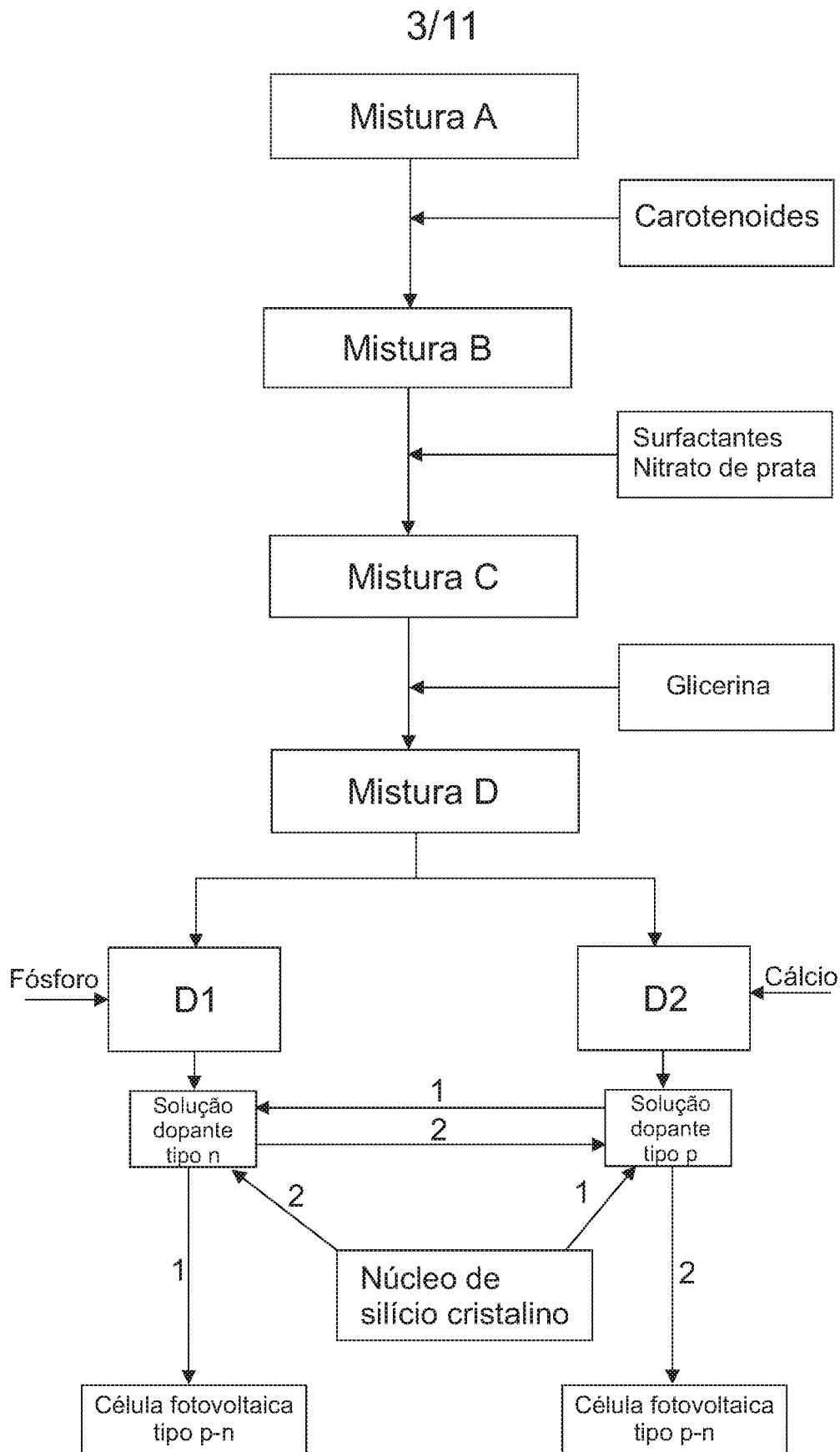
FIG. 1B



**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**

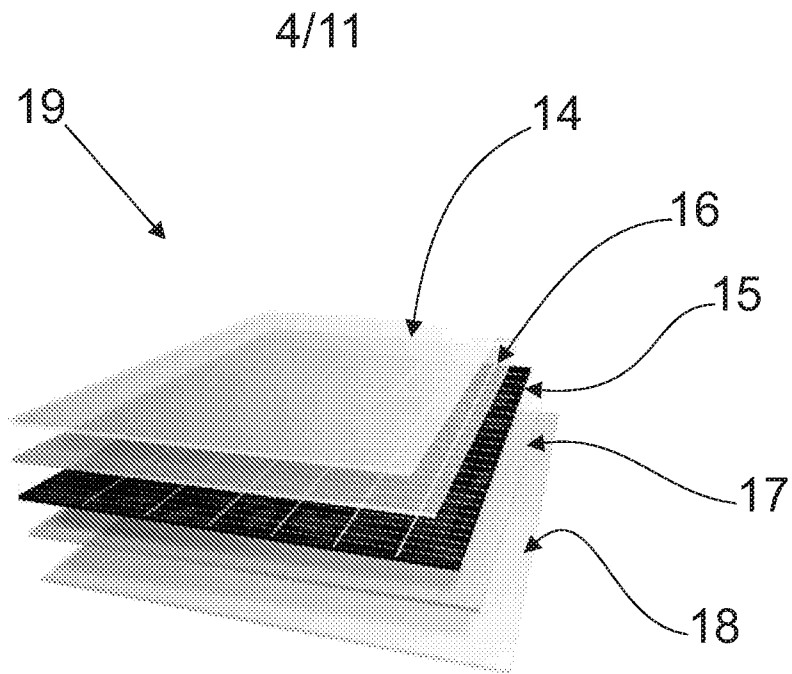


FIG. 5

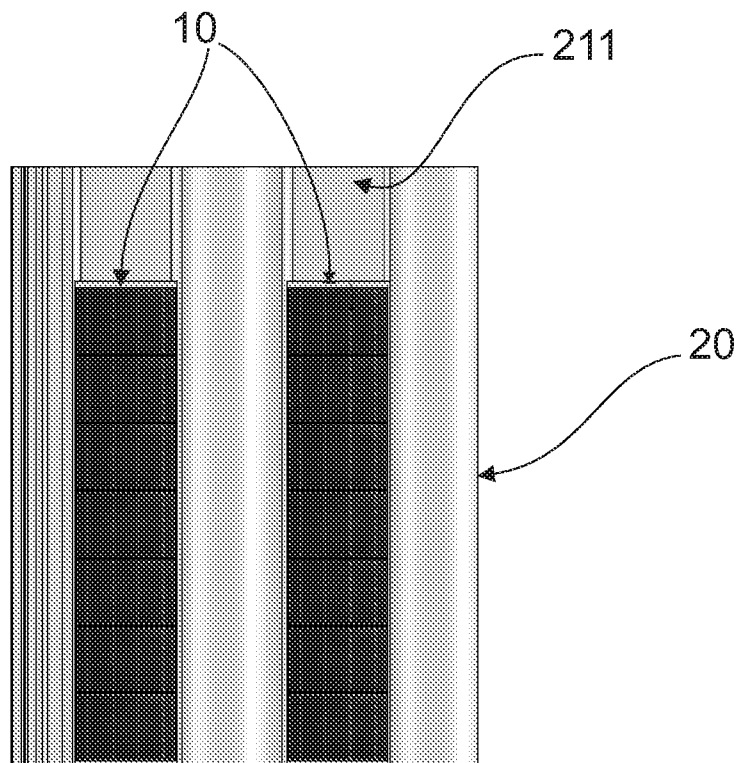


FIG. 6

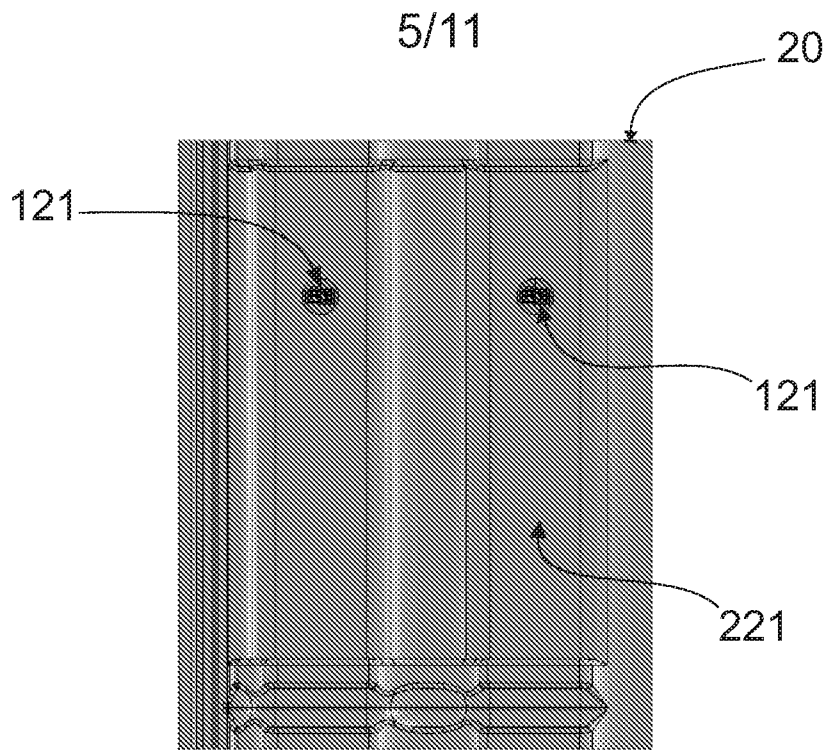


FIG. 7

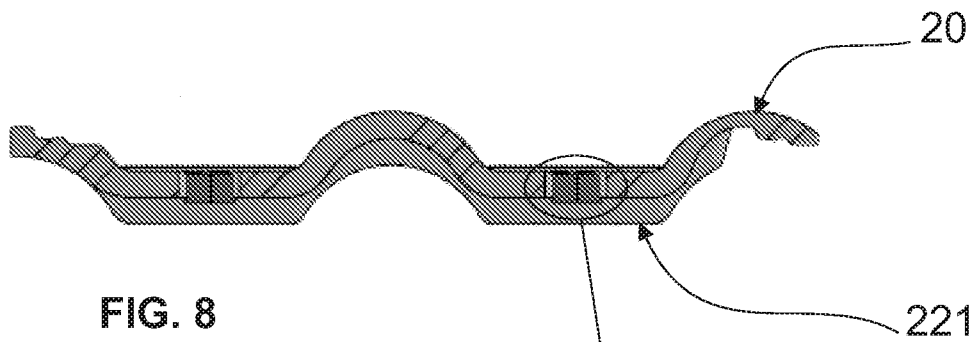


FIG. 8

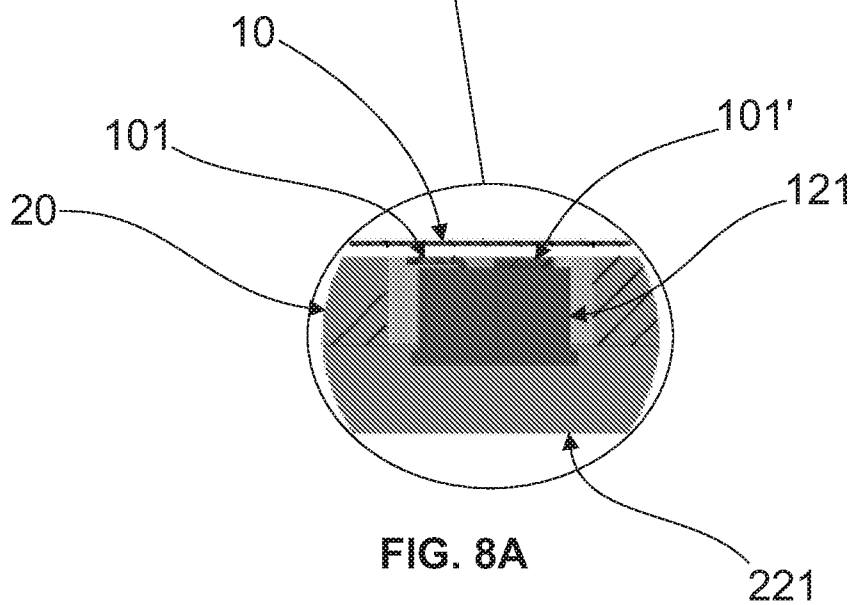


FIG. 8A

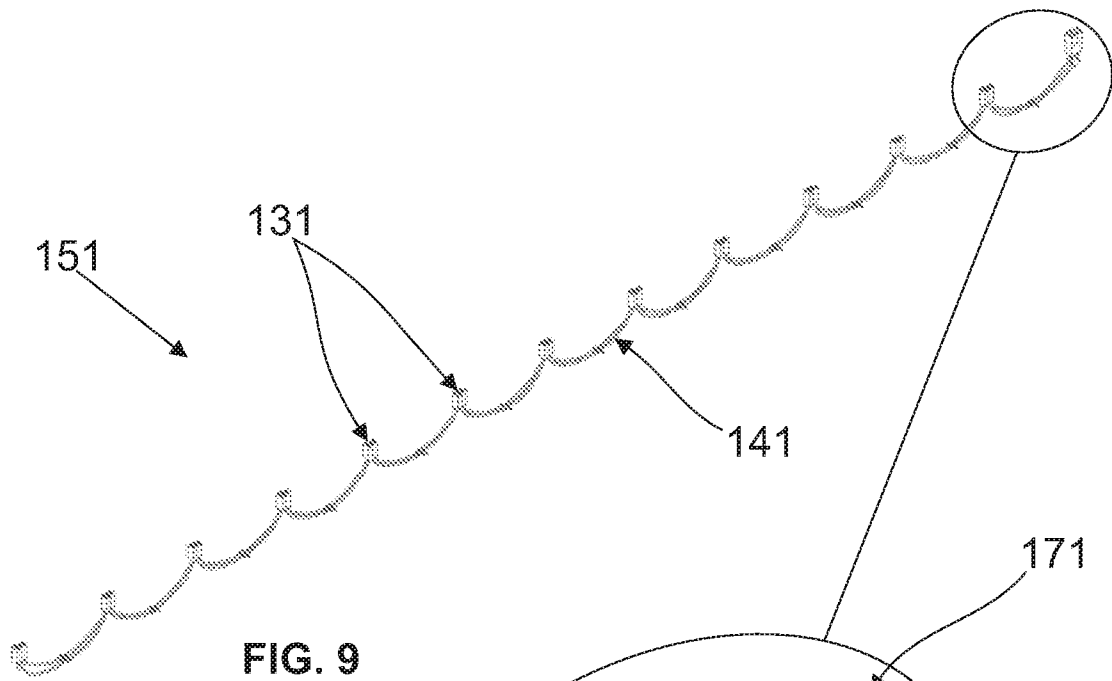


FIG. 9

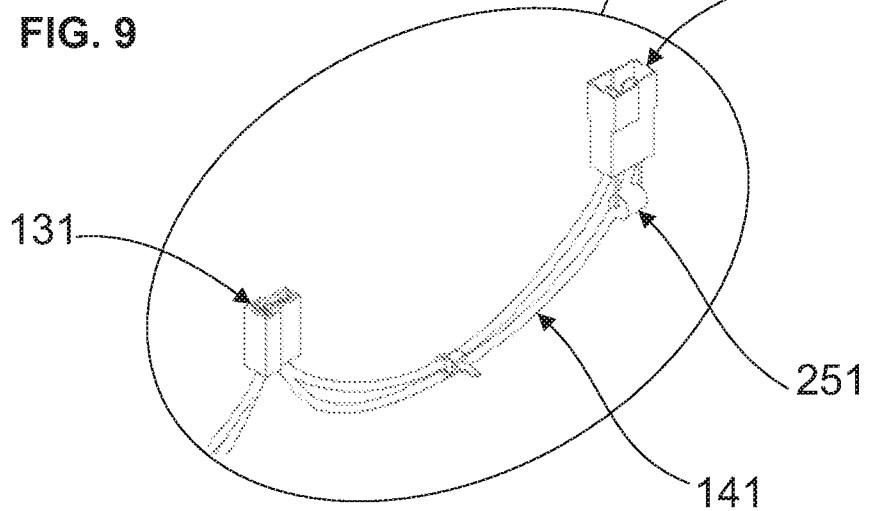
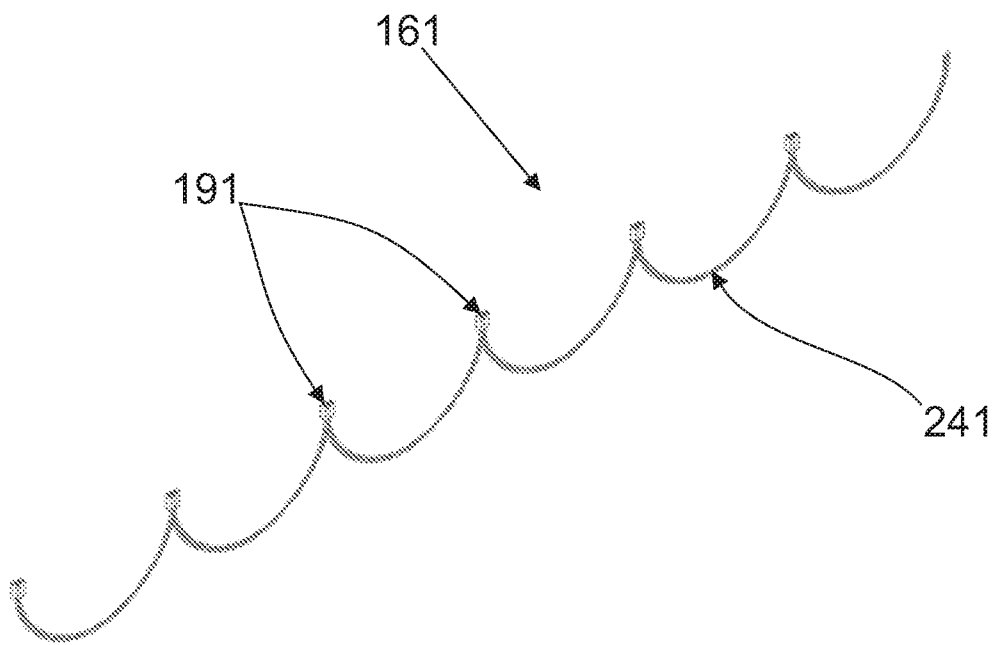


FIG. 9A

7/11



**FIG. 10**



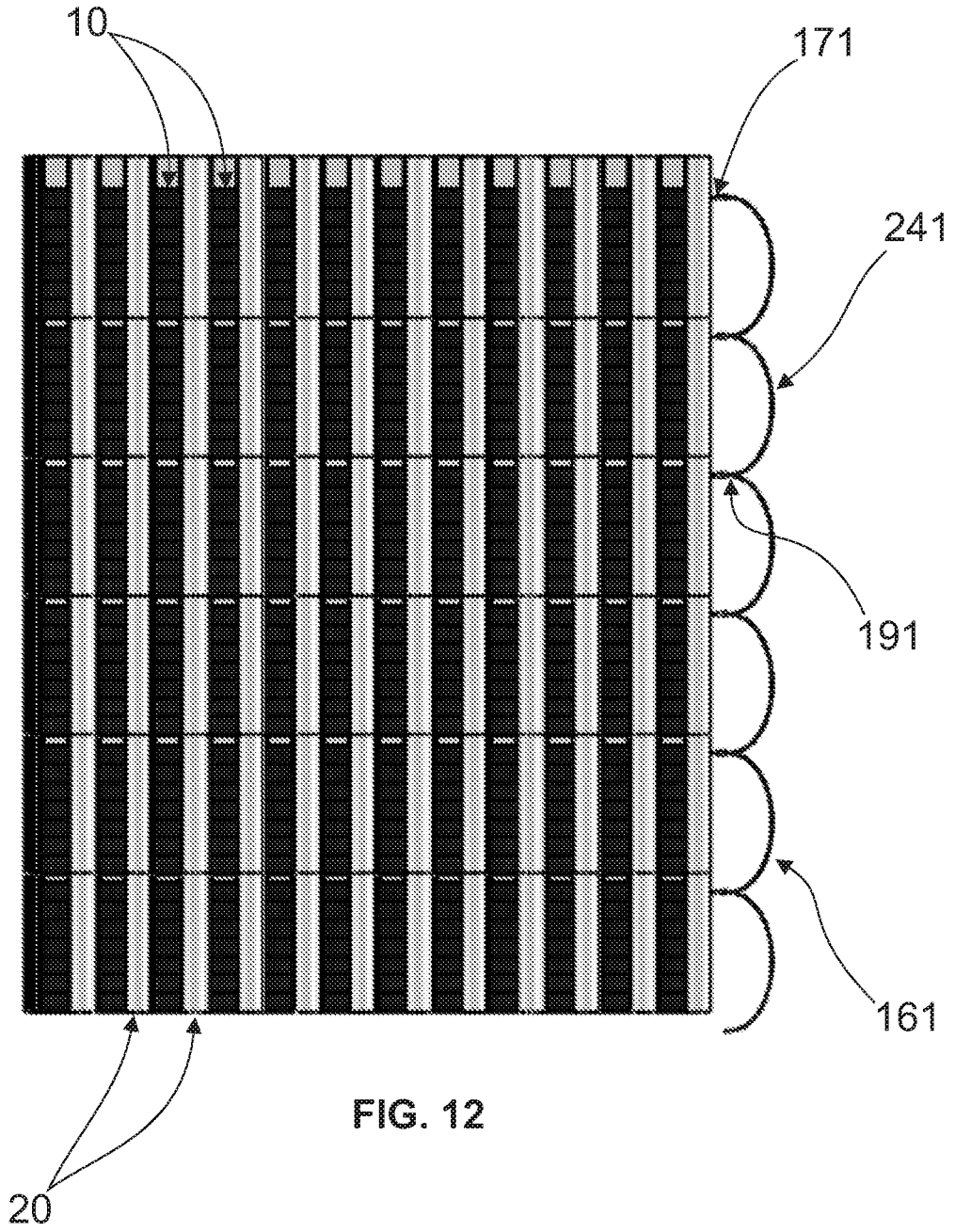


FIG. 12

10/11

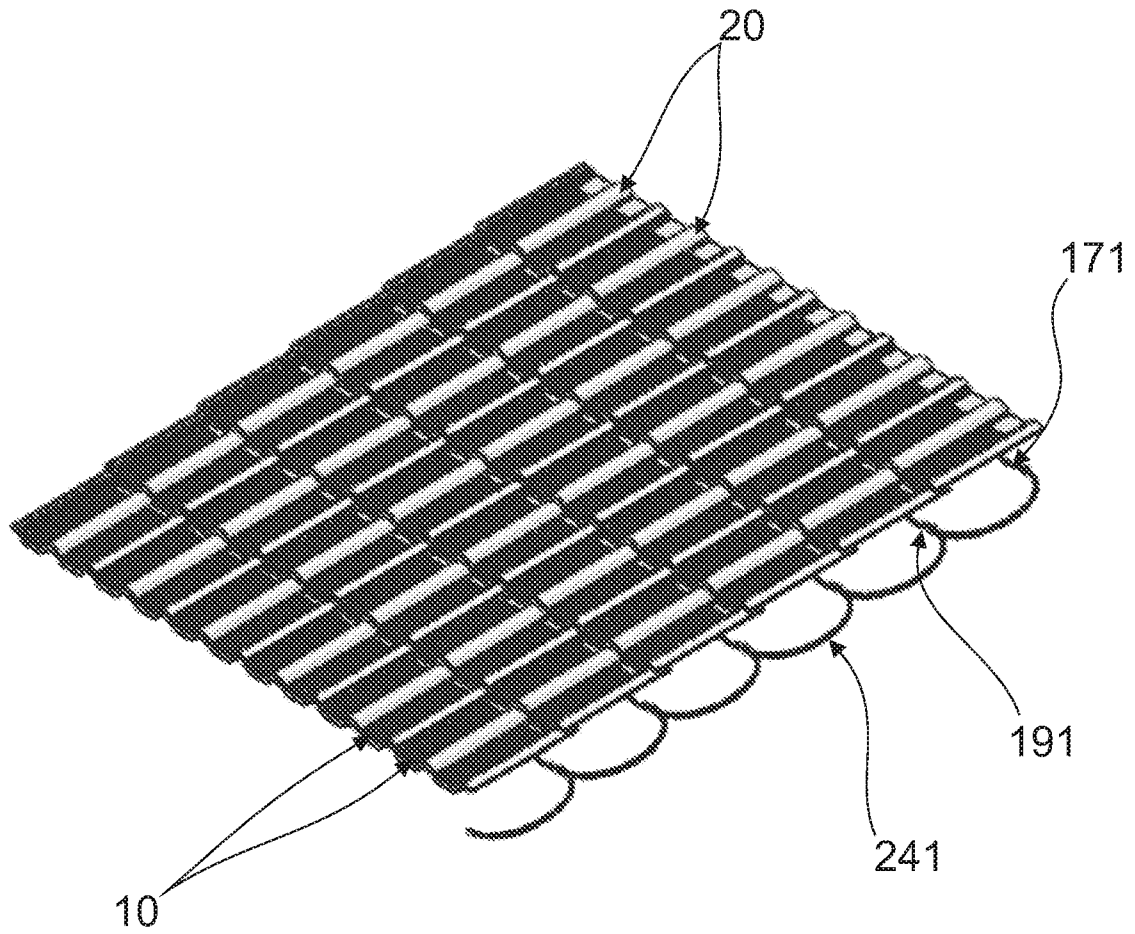
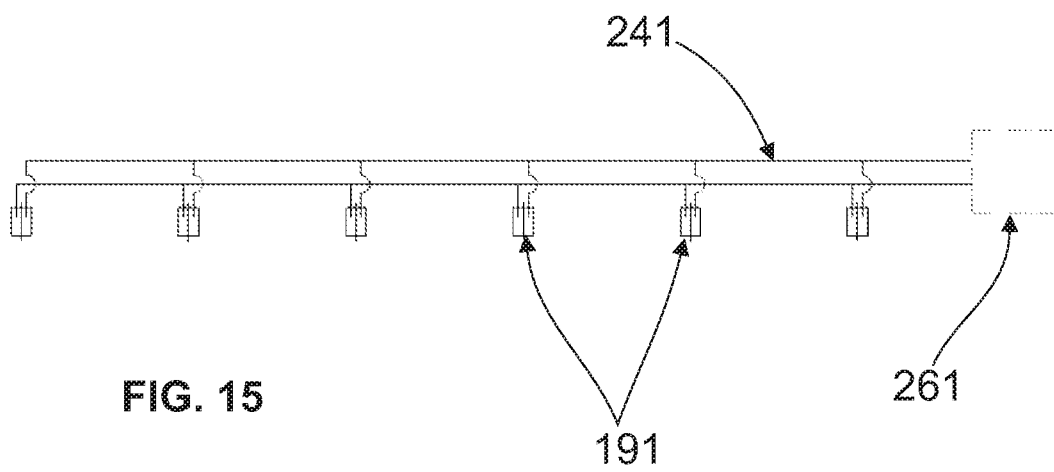
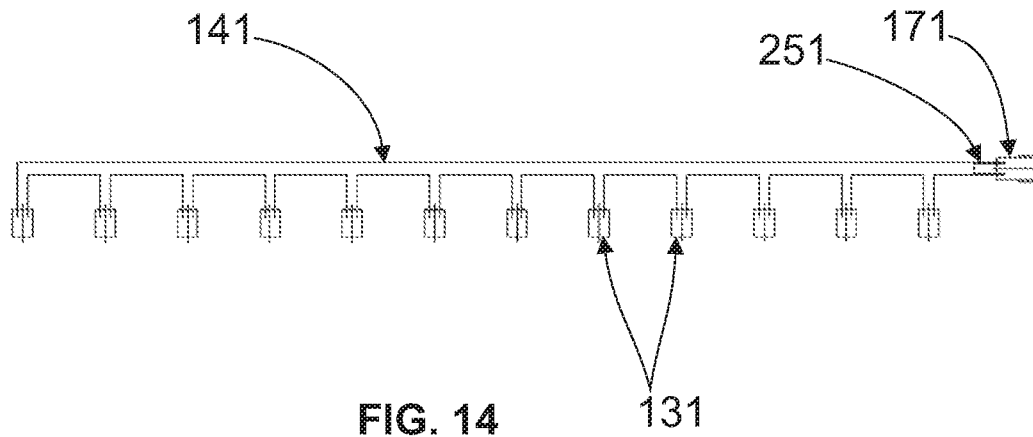


FIG. 13


11/11



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2019/050573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<b>IPC: H01L 31/048 (2014.01), H01L 31/0203 (2014.01), H01L 31/04 (2014.01), H01L 51/00 (2006.01), H01L 51/42 (2006.01), H01G 9/20 (2006.01), H02S 40/36 (2014.01)</b> <b>CPC: H01L 31/0481, H01L 31/0203, H01L 31/04, H01L 51/00, H01L 51/42, H01G 9/20, H02S 40/36</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
<b>H01L, H01G, H02S</b>		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
<b>Base de Patentes Brasileira INPI-BR</b>		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>Derwent Innovation; Espacenet; Google Patents</b>		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<b>WO 2010037857 A1 ( WYSS ADRIAN [CH])</b> <b>08 April 2010 (2010-04-08)</b> <b>abstract; discription report, pages 1,2,4,5 and 6;</b> <b>claim, claims 1 to 4</b>	1-8
X	<b>WO 2014122315 A1 (DSM IP ASSETS BV [NL])</b> <b>14 August 2014 (2014-08-14) abstract;</b> <b>discription report, page 1, line 5 to 7; page 2, lines</b> <b>5 to 11 and 18 to 21; pages 3,4,5,7 and 8; claim,</b> <b>claims 1 to 7</b>	1-8
X	<b>JP 2013128045 A (UNIV YAMAGATA)</b> <b>27 June 2013 (2013-06-27)</b> <b>abstract</b>	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
“A”	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“E”	earlier application or patent but published on or after the international filing date	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“L”	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“O”	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P”	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
<b>27/02/2020</b>		<b>01/07/2020</b>
Name and mailing address of the ISA/ <b>BR</b>		Authorized officer
 <b>INSTITUTO NACIONAL DA</b> <b>PROPRIEDADE INDUSTRIAL</b> <b>Rua Mayrink Veiga nº 9, 6º andar</b> <b>cep: 20090-910, Centro - Rio de Janeiro/RJ</b> <b>+55 21 3037-3663</b>		<b>Alexandre Luis Cardoso Bissoli</b> <b>+55 21 3037-3493/3742</b>
Facsimile No.		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/BR2019/050573**

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>-----</p> <p>US 4281053 A (EASTMAN KODAK CO)                  28 July 1981 (1981-07-28)                  discription report, column 2, lines 9 to 13</p>	1-8
X	<p>-----</p> <p>US 3057947 A (MELVIN CALVIN; RICHARD KEARNS DAVID)                  09 October 1962 (1962-10-09)                  abstract; discription report, column 2, lines 38 to 47;                  claim, claims 1 to 4</p> <p>-----</p>	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2019/050573

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
- 2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
- 3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

- 1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
- 4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**


- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/BR2019/050573**

WO 2010037857 A1	2010-04-08	EP 2340547 A1	2011-07-06
-----	-----	-----	-----
WO 2014122315 A1	2014-08-14	NONE	
-----	-----	-----	-----
JP 2013128045 A	2013-06-27	NONE	
-----	-----	-----	-----
US 4281053 A	1981-07-28	NONE	
-----	-----	-----	-----
US 3057947 A	1962-10-09	NONE	
-----	-----	-----	-----

<b>A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO</b> IPC: H01L 31/048 (2014.01), H01L 31/0203 (2014.01), H01L 31/04 (2014.01), H01L 51/00 (2006.01), H01L 51/42 (2006.01), H01G 9/20 (2006.01), H02S 40/36 (2014.01) CPC: H01L 31/0481, H01L 31/0203, H01L 31/04, H01L 51/00, H01L 51/42, H01G 9/20, H02S 40/36 De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC		
<b>B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA</b> Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)  <b>H01L, H01G, H02S</b>  Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados  <b>Base de Patentes Brasileira INPI-BR</b>  Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)  <b>Derwent Innovation; Espacenet; Google Patents</b>		
<b>C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES</b>		
Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
X	WO 2010037857 A1 ( WYSS ADRIAN [CH]) 08 abril 2010 (2010-04-08) Resumo; Relatório descritivo, páginas 1, 2, 4, 5 e 6; Quadro reivindicatório, reivindicações 1 a 4	1-8
X	WO 2014122315 A1 (DSM IP ASSETS BV [NL]) 14 agosto 2014 (2014-08-14) Resumo; Relatório descritivo, página 1, linhas 5 a 7; página 2, linhas 5 a 11 e 18 a 21; páginas 3, 4, 5, 7 e 8; Quadro reivindicatório, reivindicações 1 a 7	1-8
X	JP 2013128045 A (UNIV YAMAGATA) 27 junho 2013 (2013-06-27) Resumo	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Documentos adicionais estão listados na continuação do quadro C		
<input checked="" type="checkbox"/> Ver o anexo de famílias das patentes		
<p>* Categorias especiais dos documentos citados:</p> <p>“A” documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.</p> <p>“E” pedido ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional</p> <p>“L” documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial</p> <p>“O” documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.</p> <p>“P” documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.</p> <p>“T” documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não conflita como depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.</p> <p>“X” documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.</p> <p>“Y” documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com um outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.</p> <p>“&amp;” documento membro da mesma família de patentes.</p>		
Data da conclusão da pesquisa internacional  <b>27/02/2020</b>		Data do envio do relatório de pesquisa internacional:  <b>01/07/2020</b>
Nome e endereço postal da ISA/BR   INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL Rua Marquês de São Vicente, nº 9, 6º andar cep: 20090-910, Centro - Rio de Janeiro/RJ +55 21 3037-3663		Funcionário autorizado  <b>Alexandre Luis Cardoso Bissoli</b>  Nº de telefone: +55 21 3037-3493/3742

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações N°
X	----- US 4281053 A (EASTMAN KODAK CO) 28 julho 1981 (1981-07-28) Relatório descritivo, coluna 2, linhas 9 a 13	1-8
X	----- US 3057947 A (MELVIN CALVIN; RICHARD KEARNS DAVID) 09 outubro 1962 (1962-10-09) Resumo; Relatório descritivo, coluna 2, linhas 38 a 47; Quadro reivindicatório, reivindicações 1 a 4	1-8
	-----	

**Quadro II Observações quando certas reivindicações não puderam ser objeto de pesquisa (Continuação do ponto 2 da primeira página)**

Este relatório de pesquisa internacional não foi formulado em relação a certas reivindicações, sob Artigo 17.2).a), pelas seguintes razões:

1.  Reivindicações:

porque estas se referem a matéria na qual esta Autoridade não está obrigada a realizar a pesquisa, a saber:

2.  Reivindicações:

porque estas se referem a partes do pedido internacional que não estão de acordo com os requisitos estabelecidos, de tal forma que não foi possível realizar uma pesquisa significativa, especificamente:

3.  Reivindicações:

porque estas são reivindicações dependentes e não estão redigidas de acordo com a segunda e terceira frase da Regra 6.4.a).

**Quadro III Observações por falta de unidade de invenção (Continuação do ponto 3 da primeira página)**

Esta Autoridade de pesquisa internacional encontrou múltiplas invenções neste depósito internacional, a saber:

O presente pedido de patente de invenção possui dois conceitos inventivos. O primeiro conceito inventivo compreende as reivindicações 1 a 8 e trata de uma célula fotovoltaica do tipo p-n, especificamente, as soluções dopantes do tipo p e do tipo n compreendendo componentes carotenoides. A reivindicação independente 1 apresenta a célula fotovoltaica do tipo p-n e a reivindicação independente 7 apresenta o processo de fabricação da dita célula fotovoltaica do tipo p-n.

O segundo conceito inventivo compreende as reivindicações 9 a 18 e trata de um conjunto de conexão elétrica para telha fotovoltaica com pelo menos um primeiro e um segundo condutores elétricos de modo a conduzir a energia elétrica gerada por pelo menos uma célula fotovoltaica até um elemento inversor de frequência.

Observa-se que a primeira invenção pode ser utilizada para fabricar uma pluralidade de células fotovoltaicas, a dita pluralidade de células fotovoltaicas podendo ser aplicada em qualquer telha, utilizando qualquer conjunto de conexões elétricas conhecido. Assim sendo, o presente pedido de patente de invenção não possui unidade de invenção, pois ambas as invenções possuem existência própria e independente uma em relação à outra.

1.  como todas as taxas requeridas para pesquisas adicionais foram pagas pelo depositante dentro do prazo, este relatório de pesquisa cobre todas as reivindicações pesquisáveis.

2.  como a pesquisa em todas as reivindicações pesquisáveis pode ser feita sem esforço que justifique pagamento adicional, esta Autoridade não solicitou o pagamento de taxas adicionais.

3.  como somente algumas das taxas requeridas para pesquisas adicionais foram pagas pelo depositante dentro do prazo, este relatório de pesquisa internacional cobre somente aquelas reivindicações cujas taxas foram pagas, especificamente as reivindicações:

4.  as taxas de pesquisas adicionais requeridas não foram pagas dentro do prazo pelo depositante. Consequentemente, este relatório de pesquisa internacional se limita à invenção mencionada primeiramente nas reivindicações, na qual é coberta pelas reivindicações:

**Observações da reclamação**

as taxas adicionais para pesquisas foram acompanhadas pela reclamação do depositante e, se for o caso, pelo pagamento da taxa de reclamação.

as taxas adicionais para pesquisa foram acompanhadas pela reclamação do depositante mas a taxa de reclamação não foi paga dentro do prazo especificado pela solicitação.

o pagamento de pesquisas adicionais não acompanha nenhuma reclamação.

**RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL**  
Informação relativa a membros da família de patentes

Depósito internacional N°  
**PCT/BR2019/050573**

<b>Documentos de patente citados no relatório de pesquisa</b>	<b>Data de publicação</b>	<b>Membro(s) da família de patentes</b>	<b>Data de publicação</b>
WO 2010037857 A1	2010-04-08	EP 2340547 A1	2011-07-06
----- WO 2014122315 A1	----- 2014-08-14	----- Nenhum	----- -----
----- JP 2013128045 A	----- 2013-06-27	----- Nenhum	----- -----
----- US 4281053 A	----- 1981-07-28	----- Nenhum	----- -----
----- US 3057947 A	----- 1962-10-09	----- Nenhum	----- -----
----- -----	----- -----	----- -----	----- -----