



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

(21) PI 0808924-8 A2



* B R P I 0 8 0 8 9 2 4 A 2 *

(22) Data de Depósito: 14/02/2008
(43) Data da Publicação: 19/08/2014
(RPI 2276)

(51) Int.Cl.:
H01L 31/0224

(54) Título: RETRORRETLETOR PARA USO EM DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 15/03/2007 US 11/724,326

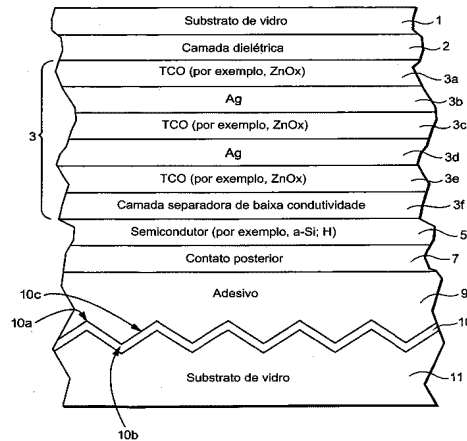
(73) Titular(es): Guardian Industries Corp.

(72) Inventor(es): Willem Den Boer, Yiwei Lu

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2008001939 de 14/02/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/115326de 25/09/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**RETORREFLETOR PARA USO EM DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO**".

Esta invenção refere-se a um dispositivo fotovoltaico, incluindo um retrorrefletor. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, o retrorrefletor inclui uma camada refletora de base metálica proporcionada em uma superfície interna de um substrato de vidro posterior do dispositivo fotovoltaico. Em certas concretizações exemplificativas, a superfície interna do substrato de vidro posterior é texturizada, de modo que a camada refletora depositada nele é também texturizada, de modo a proporcionar as características refletivas desejáveis. O substrato de vidro posterior e o refletor sobre ele são laminados na superfície interna de um substrato de vidro frontal do dispositivo fotovoltaico, com um filme semicondutor ativo e um ou mais eletrodos entre eles, em certas concretizações exemplificativas.

Antecedentes e Sumário das Concretizações Exemplificativas da Invenção

Os dispositivos fotovoltaicos são conhecidos na técnica (por exemplo, vide as patentes U.S. 6.784.361, 6.288.325, 6.613.603 e 6.123.824, cujas descrições são incorporadas por referência no presente relatório descritivo). Os dispositivos fotovoltaicos de silício amorfo (a-Si) incluem, por exemplo, (movimentando-se a partir do sol ou fonte de luz) um substrato frontal, um eletrodo ou contato frontal, um filme semicondutor ou absorvedor ativo, e um eletrodo ou contato posterior de camada dupla. Tipicamente, o eletrodo frontal transparente é feito de um óxido condutor transparente (TCO) pirolítico, tal como óxido de estanho, ou óxido de zinco, dopado com flúor, formado no substrato frontal. O eletrodo ou contato posterior de camada dupla inclui, frequentemente, uma primeira camada de TCO mais próxima e em contato com o semicondutor e a segunda camada refletora de prata imediatamente adjacente a ele.

Convencionalmente, a superfície interna do eletrodo frontal é frequentemente texturizada, que é, por sua vez, usada para fazer com que o filme semicondutor e eletrodo ou contato posterior sejam também texturizados, movimentando-se para longe do eletrodo frontal. A texturização é no nível microscópico e provoca dispersão nos filmes. A finalidade da textura no

eletrodo ou contato posterior é reter melhor a luz de comprimento de onda longo, na faixa de 600 - 800 nm, no filme semiconductor e otimizar a eficiência fotovoltaica.

5 Infelizmente, os dispositivos fotovoltaicos (por exemplo, células
solares), tais como aquelas discutidas acima, sofrem de um ou mais dos seguintes problemas. Primeiro, o eletrodo frontal (por exemplo, TCO) deve ser texturizado, o que pode envolver uma etapa adicional, tal como um ataque químico de texturização. Em segundo lugar, pode haver um impacto na confiabilidade do semiconductor (por exemplo, a-Si), quando segue a textura do
10 eletrodo frontal, provocando, potencialmente, curtos-circuitos, pontos fracos, e/ou outros defeitos no filme semiconductor - em particular, quando é muito fino. Em terceiro lugar, os materiais, dos quais é feito o eletrodo frontal, podem ser limitados, pois certos tipos alternativos dos materiais do eletrodo frontal tendem a provocar um aumento em resistência, quando são texturizados e não lisos. Em quarto lugar, o eletrodo frontal de TCO precisa ser
15 relativamente espesso (por exemplo, 400 - 800 nm), para obter uma resistência em folha aceitável, aumentando, desse modo, os custos e baixando a produtividade de fabricação.

 Desse modo, vai-se considerar que existe uma necessidade na
20 técnica para um dispositivo fotovoltaico aperfeiçoado, que pode solucionar ou encaminhar um ou mais dos problemas mencionados acima.

 Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, um dispositivo fotovoltaico é dotado com uma estrutura de retrorefletor aperfeiçoada. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, o retrorefletor inclui uma camada refletora de base metálica, proporcionada em uma
25 superfície interna de um substrato de vidro posterior do dispositivo fotovoltaico. Em certas concretizações exemplificativas, a superfície interna do substrato de vidro posterior é texturizada, de modo que a camada refletora depositada nele seja também texturizada, de modo a proporcionar características
30 refletivas desejáveis. O substrato de vidro posterior e o refletor sobre ele são laminados na superfície interna de um substrato de vidro frontal do dispositivo fotovoltaico, com um filme semiconductor ativo e eletrodo(s) entre eles, em

certas concretizações exemplificativas.

Desse modo, em certas concretizações exemplificativas desta invenção, o eletrodo frontal não precisa ser texturizado (embora possa ser em certos casos), o filme semicondutor não precisa ser texturizado (embora possa ser em certos casos), o eletrodo frontal pode gerar uma espessura relativamente fina (embora possa ser espesso em certos casos), e/ou opções são disponíveis para materiais alternativos para o eletrodo frontal. Consequentemente, um ou mais dos problemas listados acima podem ser encaminhados e solucionados.

Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, o eletrodo frontal do dispositivo fotovoltaico pode ser compreendido de um revestimento multicamada, incluindo pelo menos uma camada de óxido condutor transparente (TCO) (por exemplo, de ou incluindo um material tal como óxido de estanho, óxido de zinco, ou similar) e pelo menos uma camada refletora à radiação infravermelha (IV) substancialmente metálica, condutora (por exemplo, à base de prata, ouro, ou similar). Em certos casos exemplificativos, o revestimento de eletrodo frontal multicamada pode incluir uma pluralidade de camadas de TCO e/ou uma pluralidade de camadas refletoras a IV substancialmente metálicas, condutoras, dispostas em uma maneira alternada, para proporcionar reflexões de luz visível reduzidas, maior condutividade, maior capacidade de reflexão de IV, e assim por diante. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, esse revestimento de eletrodo frontal multicamada pode ser plano e ser projetado para alcançar um ou mais dos seguintes aspectos vantajosos: (a) menor resistência em folha (R_s) e, desse modo, uma maior condutividade e uma potência de saída de módulo fotovoltaico global aperfeiçoada; (b) uma maior reflexão de radiação infravermelha (IV), reduzindo, desse modo, a temperatura operacional do módulo fotovoltaico, de modo a aumentar a potência de saída do módulo; (c) uma menor reflexão e uma maior transmissão de luz em uma ou mais regiões de cerca de 450 - 700 nm, e/ou 450 - 600 nm, o que provoca uma potência de saída de módulo fotovoltaico global aperfeiçoada; (d) uma menor espessura total do revestimento do eletrodo frontal, o que pode reduzir os custos e/ou

tempo de fabricação; e/ou (e) uma janela de processo aperfeiçoada ou maior na formação de camada(s) de TCO, em virtude do impacto reduzido da condutividade do TCO nas propriedades elétricas globais do módulo, em virtude da presença de camada(s) substancialmente metálica(s), altamente condutora(s). Em certas concretizações exemplificativas, esse eletrodo frontal multicamada pode ser opcionalmente usado em combinação com a estrutura de retrorefletor discutida acima, porque a estrutura de retrorefletor propicia um eletrodo frontal mais fino a ser usado, sem precisar ser texturizado.

Ainda que a concretização de retrorefletor desta invenção possa ser usada em combinação com a concretização de eletrodo frontal multicamada em certos casos, essa invenção não é assim limitada. Por exemplo, em certas concretizações exemplificativas desta invenção, um TCO convencional (texturizado ou não), ou similar, pode ser usado como o eletrodo frontal em um dispositivo fotovoltaico, usando a concretização de retrorefletor desta invenção.

Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, proporciona-se um dispositivo fotovoltaico, que compreende: um substrato de vidro frontal e um substrato de vidro posterior; um eletrodo frontal eletricamente condutor e substancialmente transparente; um filme semicondutor ativo localizado de modo que o eletrodo frontal seja proporcionado entre pelo menos o filme semicondutor e o substrato de vidro frontal; um contato posterior condutor; um retrorefletor formado em uma superfície texturizada do substrato de vidro posterior, o retrorefletor tendo uma superfície refletora texturizada e sendo localizado entre pelo menos o substrato de vidro posterior e o filme semicondutor; e um polímero eletricamente isolante incluindo uma camada adesiva laminando pelo menos o retrorefletor e o substrato de vidro posterior no substrato de vidro frontal com pelo menos o eletrodo frontal, o filme semicondutor e o retrorefletor condutor fazendo contato entre eles.

Nas outras concretizações exemplificativas desta invenção, proporciona-se um dispositivo fotovoltaico, que compreende: um substrato frontal e um substrato posterior; um eletrodo frontal eletricamente condutor e

substancialmente transparente; um filme semicondutor ativo localizado de modo que o eletrodo frontal seja proporcionado entre pelo menos o filme semicondutor e o substrato frontal; um retrorrefletor posterior formado em uma superfície texturizada do substrato posterior, o tendo uma superfície refletiva texturizada e sendo localizado entre pelo menos o substrato posterior e o filme semicondutor; e em que o retrorrefletor é laminado e isolado eletricamente pelo menos do filme semicondutor.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é uma vista em seção transversal de um dispositivo fotovoltaico exemplificativo, de acordo com uma concretização exemplificativa desta invenção.

A figura 2 é uma vista em seção transversal ampliada do retrorrefletor do dispositivo fotovoltaico da figura 1 (ou de quaisquer das figuras 3 - 5).

A figura 3 é uma vista em seção transversal de um dispositivo fotovoltaico exemplificativo, de acordo com uma outra concretização exemplificativa desta invenção.

A figura 4 é uma vista em seção transversal de um dispositivo fotovoltaico exemplificativo, de acordo com uma outra concretização exemplificativa desta invenção.

A figura 5 é uma vista em seção transversal de um dispositivo fotovoltaico exemplificativo, de acordo com uma outra concretização exemplificativa desta invenção.

A figura 6 é um gráfico de índice de refração (n) versus comprimento de onda (nm), ilustrando o índice de refração de materiais exemplificativos em um dispositivo fotovoltaico exemplificativo, de acordo com uma concretização exemplificativa desta invenção.

A figura 7 é um gráfico de coeficiente de extinção (k) versus comprimento de onda (nm), ilustrando o coeficiente de extinção de materiais exemplificativos em um dispositivo fotovoltaico exemplificativo, de acordo com uma concretização exemplificativa desta invenção.

Descrição Detalhada de Concretizações Exemplificativas da Invenção

Com referência a seguir mais particularmente às figuras, nas quais os números de referência iguais se referem a partes / camadas similares nas várias vistas.

Os dispositivos fotovoltaicos, tais como as células solares, convertem radiação solar em energia elétrica útil. A conversão de energia ocorre tipicamente em consequência do efeito fotovoltaico. A radiação solar (por exemplo, luz do sol) incidindo em um dispositivo fotovoltaico e absorvida por uma região ativa de material semicondutor (por exemplo, um filme semicondutor incluindo uma ou mais camadas semicondutoras, tais como camadas de a-Si, o semicondutor sendo algumas vezes uma camada ou um filme absorvente) gera pares elétrons - lacunas na região ativa. Os elétrons e as lacunas podem ser separados por um campo elétrico de uma junção no dispositivo fotovoltaico. A separação dos elétrons e das lacunas pela junção resulta na geração de uma corrente elétrica e de uma voltagem. Em certas concretizações exemplificativas, os elétrons escoam no sentido da região do material semicondutor tendo condutividade do tipo n, e as lacunas escoam no sentido da região do semicondutor tendo condutividade do tipo p. A corrente pode escoar por um circuito externo, conectando a região do tipo n à região do tipo p, na medida em que a luz continua a gerar pares de elétrons - lacunas no dispositivo fotovoltaico.

Em certas concretizações exemplificativas, dispositivos fotovoltaicos de silício amorfo (a-Si) de junção única incluem três camadas semicondutoras. Em particular, o filme semicondutor inclui uma camada p, uma camada n e uma camada i, que é intrínseca. O filme de silício amorfo (que pode incluir uma ou mais camadas, tais como as camadas dos tipos p, n e i) pode ser de silício amorfo hidrogenado, em certos casos, mas pode também ser de, ou incluir, carbono de silício amorfo hidrogenado, ou silício amorfo hidrogenado de germânio, ou similar, em certas concretizações exemplificativas desta invenção. Por exemplo e sem limitação, quando um fóton de luz é absorvido na camada i, gera uma unidade de corrente elétrica (um par elétron - lacuna). As camadas p e n, que contêm íons dopantes carregados, estabelecem um campo elétrico pela camada i, que retira carga elétrica da

camada i e a envia para um circuito externo opcional, no qual pode proporcionar energia para componentes elétricos. Deve-se notar que ainda que certas concretizações exemplificativas desta invenção sejam dirigidas no sentido de dispositivos fotovoltaicos à base de silício amorfo, esta invenção não é assim limitada e pode ser usada em conjunto com outros tipos de dispositivos fotovoltaicos, em certos casos, incluindo, mas não limitado a dispositivos incluindo outros tipos de material semicondutor, células solares de filme fino únicas ou em tandem, dispositivos fotovoltaicos de CdS e/ou CdTe, dispositivos fotovoltaicos de polissilício e/ou de Si microcristalino, e similares.

Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, um dispositivo fotovoltaico é dotado de uma estrutura de retrorefletor aperfeiçoada. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção (vide, por exemplo, as figuras 1 a 5), o retrorefletor inclui uma camada refletora de base metálica 10, proporcionada em uma superfície interna de um substrato de vidro posterior 11 do dispositivo fotovoltaico. Em certas concretizações exemplificativas, a superfície interna do substrato de vidro posterior 11 é texturizada, de modo que a camada refletora 10, depositada nele seja também texturizada, de modo a proporcionar características refletivas desejáveis. O substrato de vidro posterior 11 e o refletor 10 sobre ele são laminados na superfície interna de um substrato de vidro frontal do dispositivo fotovoltaico por meio de uma camada adesiva 9, com um filme semicondutor ativo 5 e eletrodo(s) 3 e/ou 7 entre eles, em certas concretizações exemplificativas. Um refletor lambertiano ou quase-lambertiano pode ser proporcionado em certas concretizações exemplificativas.

Em virtude das estrutura de eletrodo frontal aperfeiçoada, o eletrodo frontal 3 não precisa ser texturizado (embora possa ser em certos casos), o filme semicondutor 5 não precisa ser texturizado (embora possa ser em certos casos), o eletrodo frontal 3 pode provocar uma espessura fina (embora possa ser espessa em certos casos), e/ou opções sejam disponíveis para materiais alternativos do eletrodo frontal. Consequentemente, um ou mais dos problemas listados acima podem ser abordados e solucionados.

Em virtude do eletrodo frontal 3 e do filme semicondutor 5 ser lisos ou substancialmente lisos, a confiabilidade e/ou o rendimento de fabricação do dispositivo podem ser aperfeiçoados, e, possivelmente, camadas de a-Si do tipo i mais finas podem ser usadas em certos casos exemplificativos. A taxa de deposição de a-Si intrínseco é muito baixa (por exemplo, inferior a 0,5 nm/s), e são a taxa e a produtividade das etapas limitantes em uma fabricação de a-Si fotovoltaico. Além do mais, a natureza lisa do eletrodo frontal 3 permite que um revestimento multicamada, incluindo pelo menos uma camada de prata, ou similar, a ser usada para formar o eletrodo frontal 3, em certos casos exemplificativos; esses revestimentos podem ter uma resistência em folha aperfeiçoada (por exemplo, mais baixa), enquanto mantendo, ao mesmo tempo, uma alta transmissão na parte do espectro no qual o dispositivo fotovoltaico é sensível (por exemplo, 350 a 750, 350 a 800 nm, ou, possivelmente até cerca de 1.100 nm para certos tipos). A baixa resistência em folha é vantajosa pelo fato de que permite uma marcação com laser menos densa e pode provocar perdas de marcação menores. Além do mais, a espessura total desse dispositivo fotovoltaico multicamada 3 pode ser inferior àquela de um eletrodo frontal de TCO convencional, em certos casos não-limitantes exemplificativos, que podem reduzir o custo do produto e aumentar a produtividade.

A figura 1 é uma vista em seção transversal de um dispositivo fotovoltaico, de acordo com uma concretização exemplificativa desta invenção. O dispositivo fotovoltaico inclui um substrato de vidro frontal transparente 11, camada(s) dielétrica(s) opcional(is) 2, um eletrodo frontal multicamada 3, um filme semicondutor ativo 5 de, ou incluindo, uma ou mais camadas semicondutoras (tais como pilhas de camada em tandem pin, pn, pinpin, ou similares), eletrodo / contato posterior 7, que pode ser de um TCO ou de um metal, à base de um polímero eletricamente isolante, e/ou um polímero incluindo um agente de encapsulamento ou adesivo 9, de um material, tal como acetato de etil vinila (EVA), poli (vinil butiral) (PVB), ou similar, um retrorrefletor 10, e um substrato posterior 11 de um material tal como vidro. Naturalmente, outra(s) camada(s), que não é (são) mostrada(s), também pode(m)

ser proporcionada(s) no dispositivo. O substrato de vidro frontal 1 e/ou o superestrato (substrato) posterior 11 podem ser feitos de vidro à base de soda - cal - sílica, em certas concretizações exemplificativas desta invenção; e o substrato de vidro frontal 1 pode ter um baixo teor de ferro e/ou um revestimento antirrefletor (não-mostrado), para otimizar a transmissão em certos casos exemplificativos. Ainda que os substrato 1, 11 possam ser de vidro em certas concretizações exemplificativas desta invenção, outros materiais, tais como quartzo ou similar, podem ser em vez dele usados para o(s) substrato(s) 1 e 11. O(s) substrato(s) de vidro 1 e/ou 11 podem ser ou não termicamente recozidos em certas concretizações exemplificativas desta invenção. Adicionalmente, vai-se considerar que o termo "sobre" cobre tanto uma camada estando direta e indiretamente sobre alguma coisa, com outras camadas estando possivelmente localizadas entre elas.

A superfície interna do substrato de vidro posterior 11 (por exemplo, vidro de cobertura) é texturizada macroscopicamente, como mostrado nas figuras, e o refletor 10 é depositado (por exemplo, por meio de crepitação ou similar) na superfície texturizada do substrato 11. A camada refletora 10 pode ser feita de um material refletor metálico, tal como Ag, Al ou similar, em certas concretizações exemplificativas desta invenção. O refletor 10 reflete quantidades significativas de luz na faixa de comprimentos de onda de 500 - 800 nm, e/ou 600 - 800 nm, permitindo, desse modo, que essa luz seja retida no filme semicondutor 5, para otimizar a eficiência fotovoltaica do dispositivo. O refletor 10 é isolado eletricamente do eletrodo ou contato posterior 7 e/ou semicondutor 5, por isolamento da camada adesiva 9, em certas concretizações exemplificativas desta invenção; desse modo, o refletor 10 não funciona como um eletrodo em certas concretizações exemplificativas desta invenção.

Em certas concretizações exemplificativas, a superfície interna texturizada macroscopicamente de substrato de vidro 11 pode ter qualquer modelo adequado, tal como um modelo de pirâmide obtido por rolamento ou similar. Esse modelo texturizado pode ter uma periodicidade de cerca de 100 μm a 1 mm (particularmente, de cerca de 250 a 750 μm) em certas concreti-

zações exemplificativas, dependendo das capacidades da linha de padronização de vidro. Outros modelos possíveis para a superfície interna de vidro 11 incluem os modelos triangulares ou de dente-de-serra, e, em geral, qualquer combinação de modelos inclinados, que maximizam ou maximizam substancialmente as reflexões internas múltiplas. Em certas concretizações exemplificativas, o substrato de vidro posterior 10, com o refletor 10 sobre ele, é laminado na superfície interna do substrato de vidro frontal 1, pela camada adesiva 9. Em certas concretizações exemplificativas, a camada adesiva à base de polímero 9 tem um índice de refração (n) de cerca de 1,8 a 2,2, particularmente, de cerca de 1,9 a 2,1, com um exemplo sendo cerca de 2,0, com a finalidade de associação ótica - possivelmente com o eletrodo / contato posterior 7, quando é de um TCO tendo um índice de refração similar.

A figura 2 é uma vista em seção transversal ampliada do retrorrefletor do dispositivo fotovoltaico da figura 1 (ou qualquer um das figuras 3 a 5). A figura 2 ilustra o eletrodo frontal como um revestimento condutor transparente (TCC), para fim de simplicidade, e o eletrodo ou contato posterior 7 como um TCO (óxido condutor transparente), apenas para fim exemplificativo. A camada refletora 10 inclui os picos 10a, os vales 10b e as partes inclinadas 10c conectando os picos e vales.

Com referência às figuras 1 e 2, pode-se notar que a luz incidente do sol faz seu caminho primeiro pelo substrato 1 e eletrodo frontal 3, e para o filme semicondutor 5. Parte da luz continua pelo filme semicondutor 5, eletrodo ou contato posterior 7, e polímero baseado em adesivo ou camada de laminação 9, e é refletida pelo refletor 10, que é proporcionado na superfície texturizada interna do substrato posterior 11. Considerar, para fins exemplificativos e de entendimento, que para a luz monocromática de incidência normal, pode-se calcular a condição para a reflexão interna total (TIR), como apresentado a seguir. Se o ângulo da(s) parte(s) inclinada(s) do refletor 10 for α , como mostrado na figura 2, a luz é refletida no laminado sob o ângulo $\beta = 2\alpha$. Considerando, apenas para fins exemplificativos que o índice de refração (n) do eletrodo frontal 3 é igual àquele do adesivo de la-

minação 9 (por exemplo, $n = 2$), isto é, $\gamma = \beta$, o ângulo crítico para TIR é: $\gamma = \arcsen(\eta_{\text{vidro}} / \eta_{\text{(eletrodo frontal)}}) = 50$ graus. Portanto, a TIR ocorre quando $\alpha > 25$ graus nesse caso exemplificativo. Desse modo, em certas concretizações exemplificativas desta invenção, a camada refletora 10 inclui as partes incli-

5 nadas 10c, que formam um ou mais ângulos α com o plano (e/ou superfície posterior) do substrato posterior 11, em que α cerca de 25 graus, particularmente, de cerca de 25 - 40 graus, especialmente, de cerca de 25 - 35 ou 25 - 30 graus. Fazendo-se com que esse ângulo α fique dentro dessa faixa é vantajoso, pelo fato de que mais luz é mantida na célula (isto é, no semicon-

10 dutor 5 para conversão em corrente), de modo que a eficiência do dispositivo fotovoltaico seja aperfeiçoada.

A camada dielétrica 2 é opcional e pode ser de qualquer material substancialmente transparente, tal como um óxido e/ou nitreto metálico, que tenha um índice de refração de cerca de 1,5 a 2,5, de preferência, de cerca

15 de 1,6 a 2,5, particularmente, de 1,6 a 2,2, mais particularmente, de cerca de 1,6 a 2,0, e, especialmente, de cerca de 1,6 a 1,8. No entanto, em certas situações, a camada dielétrica 2 pode ter um índice de refração (n) de cerca de 2,3 a 2,5. Os materiais exemplificativos para a camada dielétrica 2 incluem óxido de silício, nitreto de silício, oxinitreto de silício, óxido de zinco, óxi-

20 do de estanho, óxido de titânio (por exemplo, TiO_2), oxinitreto de alumínio, óxido de alumínio, ou suas misturas. A camada dielétrica 2 funciona como uma camada barreira em certas concretizações exemplificativas desta invenção, para reduzir a migração para fora dos materiais, tal como sódio, a partir do substrato de vidro 1 e atingindo o eletrodo frontal e/ou semicondu-

25 tor. Além do mais, a camada dielétrica 2 é um material tendo um índice de refração (n) na faixa discutida acima, para reduzir a reflexão de luz visível e, desse modo, aumentar a transmissão de luz na parte do espectro, no qual o dispositivo fotovoltaico é sensível, pelo revestimento e para o semicondutor 5, o que provoca uma maior potência de saída do módulo fotovoltaico.

30 Em certas concretizações exemplificativas desta invenção (por exemplo, vide a figura 1), um eletrodo frontal multicamada 3 pode ser usado no dispositivo fotovoltaico. O eletrodo frontal multicamada 3 mostrado na

figura 1, é proporcionado para fins apenas exemplificativos e não é intencio-
nado para ser limitante, e inclui a partir do substrato de vidro 1, movimentan-
do-se no sentido do filme semiconductor 5, uma primeira camada de óxido
condutor transparente (TCO) 3a, uma primeira camada refletora à radiação
5 infravermelha (IV) substancialmente metálica, condutora 3b, uma segunda
camada de TCO 3c, uma segunda camada refletora à radiação infraverme-
lha (IV) substancialmente metálica, condutora 3d, uma terceira camada de
TCO 3e e uma camada de armazenamento temporário opcional 3f. Opcio-
nalmente, a camada 3a pode ser uma camada dielétrica em vez de uma de
10 TCO em certos casos exemplificativos e serve como uma camada de se-
mente para a camada 3b. Esse filme multicamada constitui o eletrodo frontal
3 em certas concretizações exemplificativas desta invenção. Naturalmente, é
possível que certas camadas do eletrodo 3 sejam removidas em certas con-
cretizações exemplificativas desta invenção (por exemplo, uma ou mais ca-
15 madas 3a, 3c, 3d e/ou 3e podem ser removidas), e é também possível que
camadas adicionais sejam proporcionadas no eletrodo multicamada 3. O
eletrodo frontal 3 pode ser contínuo por toda ou uma parte substancial do
substrato de vidro 1 e pode ser plano em certos casos exemplificativos (isto
é, não-texturizado), ou, alternativamente, pode ser padronizado em um de-
20 senho desejado (por exemplo, listras), em diferentes concretizações exem-
plificativas desta invenção. Cada uma das camadas / filmes 1 - 3 é substan-
cialmente transparente em certas concretizações exemplificativas desta in-
venção.

No eletrodo frontal 3, as primeira e segunda camadas refletoras
25 à radiação infravermelha (IV) substancialmente metálicas, condutoras 3b e
3d podem ser ou baseadas em qualquer material refletor a IV adequado, tal
como prata, ouro ou similar. Esses materiais refletem quantidades signifi-
cativas de radiação IV, reduzindo, desse modo, a quantidade de IV que atinge o
filme semiconductor 5. Uma vez que a radiação IV aumenta a temperatura do
30 dispositivo, a redução da quantidade de radiação IV atingindo o filme semi-
condutor 5 é vantajosa, pelo fato de que reduz a temperatura operacional do
módulo fotovoltaico, de modo a aumentar a potência de saída do módulo.

Além do mais, a natureza altamente condutora dessas camadas substancialmente metálicas 3b e/ou 3d permite que a condutividade de todo o eletrodo 3 seja aumentada. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, o eletrodo multicamada 3 tem uma resistência em folha inferior ou igual a cerca de 12 ohms/quadrado, particularmente, inferior ou igual a cerca de 9 ohms/quadrado, e, especialmente, inferior ou igual a cerca de 7 ou 6 ohms/quadrado. De novo, a maior condutividade (o mesmo que menor resistência em folha) aumenta a potência de saída do módulo fotovoltaico, por redução de perdas resistivas na direção lateral na qual a corrente escoar, para ser coletada na borda dos segmentos celulares. Deve-se notar que as primeira e segunda camadas refletoras à radiação infravermelha (IV) substancialmente metálicas, condutoras 3b e 3d (bem como outras camadas do eletrodo 3) são suficientemente finas de modo a ficar substancialmente transparentes à luz, na parte do espectro no qual o dispositivo fotovoltaico é sensível. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, as primeira e/ou segunda camadas refletoras à radiação infravermelha (IV) substancialmente metálicas, condutoras 3b e/ou 3d são todas de uma espessura de 3 a 12 nm, particularmente, de cerca de 5 a 10 nm de espessura, e, especialmente de cerca de 5 a 8 nm de espessura. Nas concretizações nas quais uma das camadas 3b ou 3d não é usada, então a camada refletora à radiação infravermelha (IV) substancialmente metálica, condutora remanescente pode ter uma espessura de 3 a 18 nm, particularmente, de cerca de 5 a 12 nm de titânio, e, especialmente, de cerca de 6 a 11 nm de espessura em certas concretizações exemplificativas desta invenção. Essas espessuras são desejáveis pelo fato de que permitem que as camadas 3b e/ou 3d reflitam quantidades significativas de radiação IV de comprimento de onda mais longo, enquanto que, ao mesmo tempo, sendo substancialmente transparentes à radiação visível e a próxima à infravermelha, o que possibilita permitir que o semiconductor 5 seja transformado pelo dispositivo fotovoltaico em energia elétrica. As camadas refletoras à radiação infravermelha (IV) altamente condutoras 3b e 3d atribuem à condutividade global do eletrodo 3 muito mais do que as camadas de TCO; isso propicia a expansão da(s) jane-

la(s) de processo da(s) camada(s) de TCO, que têm uma área de janela limitada para obter ambas altas condutividade e transparência.

As primeira, segunda e terceira camadas de TCO 3a, 3c e 3e, respectivamente, podem ser de qualquer material de TCO adequado, incluindo, mas não limitado a formas condutoras de óxido de zinco, óxido de zinco de alumínio, óxido de estanho, óxido de índio e estanho, óxido de índio e zinco (que podem ser ou não dopados com prata), ou similar. Essas camadas são tipicamente subestequiométricas, de modo a torná-las condutoras, como é conhecido na técnica. Por exemplo, essas camadas são feitas de material(is), que propicia(m) a elas uma resistência em folha de não mais do que 30 ohms/quadrado (particularmente, não mais do que cerca de 25 e, especialmente, não mais do que cerca de 20 ohms/quadrado), quando a uma espessura de referência-não limitante de cerca de 400 nm. Uma ou mais dessas camadas podem ser dopadas com outros materiais, tais como nitrogênio, flúor, alumínio ou similares, em certos casos exemplificativos, desde que se mantenham condutoras e substancialmente transparentes à luz visível. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, as camadas de TCO 3c e/ou 3e são mais espessas do que a camada 3a (por exemplo, pelo menos cerca de 5 nm, particularmente, pelo menos cerca de 10 e, especialmente, pelo menos cerca de 20 ou 30 nm mais espessas). Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, a camada de TCO 3a é de uma espessura de cerca de 3 a 80 nm, de preferência, de cerca de 5 a 30 nm de espessura, com uma espessura exemplificativa sendo cerca de 10 nm. A camada opcional 3a é proporcionada basicamente como uma camada de nucleação para a camada 3b e/ou para fins de antirreflexão, e sua condutividade não é tão importante quanto aquelas das camadas 3b - 3e. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, a camada de TCO 3c é de uma espessura de cerca de 20 a 150 nm, de preferência, de cerca de 40 a 120 nm de espessura, com uma espessura exemplificativa sendo cerca de 74 a 75 nm. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, a camada de TCO 3e é de uma espessura de cerca de 20 a 180 nm, de preferência, de cerca de 40 a 130 nm de espessura, com uma espessura exempli-

ficativa sendo cerca de 94 ou 115 nm. Em certas concretizações exemplificativas, a parte de camada 3e, por exemplo, uma parte de cerca de 1 - 25 nm ou 5 – 25 nm de espessura, na interface entre as camadas 3e e 5, pode ser substituída com um filme de alto índice de refração (n) de alta condutividade 5 3f, tal como óxido de titânio, para otimizar a transmissão de luz, bem como reduzir a retrodifusão das cargas elétricas geradas; desse modo, o desempenho pode ser ainda melhorado.

Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, o dispositivo fotovoltaico pode ser produzido proporcionando-se o substrato de vidro 1, e depois depositar (por exemplo, por crepitação ou qualquer outra técnica adequada) o eletrodo multicamada 3 no substrato 1. Depois, a estrutura, incluindo o substrato 1 e o eletrodo frontal 3, é acoplada com o resto do dispositivo, para formar o dispositivo fotovoltaico mostrado na figura 1. Por exemplo, a camada semicondutora 4 e o contato ou eletrodo posterior 7 pode ser então formado sobre o eletrodo frontal no substrato 1, com o adesivo 15 posterior 11 e o refletor 10, depois sendo laminada no substrato frontal 1 pelo adesivo 9.

A natureza alternada das camadas de TCO 3a, 3c e/ou 3e, e as camadas refletoras à radiação infravermelha (IV) substancialmente metálica, condutora 3b e/ou 3d, é também vantajosa pelo fato de que propicia que 20 uma, duas, três, quatro ou todas as vantagens apresentadas a seguir sejam obtidas: (a) resistência em folha reduzida (R_S) de todo o eletrodo 3 e, desse modo, uma maior condutividade e uma potência de saída de módulo fotovoltaico global aperfeiçoada; (b) uma maior reflexão de radiação infravermelha (IV) pelo eletrodo 3, reduzindo, desse modo, a temperatura operacional da 25 parte semicondutora 5 do módulo fotovoltaico, de modo a aumentar a potência de saída do módulo; (c) uma menor reflexão e uma maior transmissão de luz na parte do espectro, no qual o dispositivo fotovoltaico é sensível (por exemplo, 350 a 750, 350 a 800 nm, ou possivelmente até cerca de 1.100 nm 30 para certos tipos) pelo eletrodo frontal 3, o que provoca uma maior potência de saída do módulo fotovoltaico; (d) uma espessura total reduzida do revestimento do eletrodo frontal 3, que pode reduzir os custos de fabricação e/ou

o tempo; e/ou (e) uma janela de processo aperfeiçoada ou ampliada na formação da(s) camada(s) de TCO, por causa do impacto reduzido da condutividade do TCO nas propriedades elétricas globais do módulo, tendo em vista a presença da(s) camada(s) metálica(s) altamente condutora(s). Detalhes
5 adicionais dos eletrodos frontais exemplificativos 3 podem ser encontrados no pedido de patente pendente nº de série 11/591.668, depositado em 2 de novembro de 2006, cuja descrição total é aqui incorporada por referência.

Alternativamente, o eletrodo frontal 3 pode ser feito de uma única camada de TCO, tal como de óxido de estanho, óxido de zinco, ITO, ou
10 similar, em certas outras concretizações exemplificativas desta invenção. Esses eletrodos frontais de TCO 3 podem ser de qualquer espessura adequada.

A região ou o filme semicondutor ativo pode incluir uma ou mais camadas, e pode ser de qualquer material adequado. Por exemplo, o filme
15 semicondutor ativo 5 do tipo de dispositivo fotovoltaico de silício amorfo (a-Si) de junção única inclui três camadas semicondutoras, isto é, uma camada p, uma camada n e uma camada i. A camada de a-Si do tipo p do filme semicondutor 5 pode ser a parte mais superior do filme semicondutor 5, em certas concretizações exemplificativas desta invenção, e a camada i é tipicamente localizada entre as camadas dos tipos p e n. Essas camadas à base de silício amorfo do filme 5 podem ser de silício amorfo hidrogenado em
20 certos casos, mas podem ser também de, ou incluir, carbono de silício amorfo hidrogenado ou germânio de silício amorfo hidrogenado, silício microcristalino hidrogenado, ou outro(s) material(is) adequado(s) em certas concretizações exemplificativas desta invenção. É possível que a região ativa 5 seja
25 de um tipo de junção dupla ou junção tripla em concretizações alternativas desta invenção. CdTe e/ou CdS também podem ser usados para o filme semicondutor 5, em concretizações alternativas desta invenção.

O contato ou eletrodo posterior 7 pode ser de qualquer material
30 eletricamente condutor. O termo "contato posterior", como usado no presente relatório descritivo, significa uma camada condutora, contínua ou descontínua, que é proporcionada em um lado posterior do filme semicondutor, e

que pode ou não funcionar como um eletrodo. Por exemplo e sem limitação, o contato ou eletrodo posterior 7 pode ser de um TCO e/ou um metal em certos casos. Os materiais de TCO exemplificativos, para uso como contato ou eletrodo posterior 7, incluem óxido de índio e zinco, óxido de índio e estanho (ITO), óxido de estanho e/ou óxido de zinco, que podem ser dopados com alumínio (que podem ser ou não dopados com prata). O TCO do contato posterior 7 pode ser do tipo camada única ou de um tipo multicamada (por exemplo, similar àquele mostrado para o eletrodo frontal nas figuras 1, 3 e/ou 4) em diferentes casos. Além do mais, o contato / eletrodo posterior 7 pode incluir ambas uma parte de TCO e uma parte metálica em certos casos. O contato posterior 7 pode ser formado por crepitação, ou similar, em certas concretizações exemplificativas desta invenção.

A camada refletora 10 é separada do contato ou eletrodo posterior 7 por uma camada adesiva ou de laminação 9. A camada refletora 10 do retrorefletor pode ser de um material refletor de luz, tal como prata, molibdênio, platina, aço, ferro, nióbio, titânio, cromo, bismuto, antimônio, alumínio ou suas misturas, em certas concretizações exemplificativas desta invenção. O retrorefletor 10 pode ser formado por crepitação ou qualquer outra técnica adequada, em diferentes concretizações exemplificativas desta invenção. Um ou mais materiais adesivos ou de laminação exemplificativos para a camada 9 é EVA ou PVB. No entanto, outros materiais, tais como plástico do tipo Tedlar, plástico do tipo Nuvasil, plástico do tipo Tefzel ou similares, podem ser usados em lugar deles para a camada 9, em diferentes casos. Em certas concretizações exemplificativas, o adesivo 9 tem um índice de refração (n) de cerca de 1,8 a 2,2, particularmente, cerca de 2,0. Se o índice de refração é muito baixo, pode haver uma reflexão interna total ou parcial insuficiente. O retrorefletor, em certas concretizações exemplificativas, pode ter uma textura na sua superfície receptora de luz de ataque químico ou de padronização, tal como padronização com rolo ou similar, para otimizar a refletividade.

A figura 3 é uma vista em seção transversal de um dispositivo fotovoltaico, de acordo com uma outra concretização alternativa desta inven-

ção. A concretização da figura 3 é igual à concretização das figuras 1 e 2, exceto que as camadas 3c, 3d e 3f são omitidas na concretização da figura 3.

5 A figura 4 é uma vista em seção transversal de um dispositivo fotovoltaico, de acordo com uma outra concretização exemplificativa desta invenção. A concretização da figura 4 é igual à concretização das figuras 1 e 2, exceto que as camadas 3c e 3d do eletrodo frontal 3 são omitidas na concretização da figura 4.

10 A figura 5 é uma vista em seção transversal de um dispositivo fotovoltaico, de acordo com uma outra concretização exemplificativa desta invenção. Na concretização da figura 5, o substrato de vidro 1, o eletrodo frontal 3, o filme semicondutor 5, o eletrodo / contato posterior 7, o adesivo 9, o refletor 10 e o substrato 11 foram descritos previamente (vide acima). O eletrodo frontal 3 pode ser uma camada de TCO, ou, alternativamente, um projeto multicamada como discutido acima, em diferentes concretizações exemplificativas desta invenção. Além do mais, na concretização da figura 5, uma grade condutora 20 de prata, alumínio ou similar é proporcionada na superfície traseira do eletrodo ou contato posterior 7. Nas situações na quais um TCO, tal como óxido de estanho, ITO, óxido de zinco, ou similar, é usado para o eletrodo / contato posterior 7, a sua resistência pode ser reduzida por uma grade condutora 20 (por exemplo, formada por uso de pasta de Ag e/ou Al, ou similar) impresso em tela ou formado de outro modo na superfície posterior do eletrodo / contato 7. Uma vez que essa grade 20 fica na sua parte posterior, não vai ter qualquer impacto significativo na luz azul e verde absorvida fortemente, e apenas um impacto menor na absorção global de luz solar pelo filme semicondutor 5. A grade 20 pode também aumentar a eficiência do módulo por redução das perdas resistivas laterais. Em certas concretizações exemplificativas, a grade 20 pode ser constituída de uma pluralidade de listras alongadas, que podem ou não ficar entrecruzadas em diferentes casos exemplificativos.

30 A figura 6 é um gráfico de índice de refração (n) versus comprimento de onda (nm), ilustrando o índice de refração de materiais exemplifi-

cativos em uma célula solar de a-Si exemplificativa, de acordo com uma concretização exemplificativa desta invenção; e a figura 7 é um coeficiente de extinção (k) versus comprimento de onda (nm), ilustrando o coeficiente de extinção de materiais exemplificativos na célula solar de a-Si exemplificativa.

5 As figuras 6 e 7 mostram os índices de refração e os coeficientes de extinção em função do comprimento de onda de materiais exemplificativos em uma célula solar de a-Si. Em certas concretizações exemplificativas desta invenção, esses valores de n e k são considerados na otimização relativa à parte relevante do espectro solar para a faixa relevante de ângulos incidentes. A camada adesiva 9 e o eletrodo ou contato posterior 7 não têm que ter coeficientes de extinção muito baixos para que essa abordagem de retrorrefletor seja efetiva, em certas concretizações exemplificativas desta invenção. Deve-se notar que as espessuras e os índices de refração da(s) camada(s) do eletrodo frontal 3 também podem ser otimizadas em certas concretizações exemplificativas desta invenção.

Ainda que a invenção tenha sido descrita em conjunto com o que se considera atualmente como sendo a concretização preferida e mais prática, deve-se entender que a invenção não é assim limitada à concretização descrita, mas, ao contrário, é intencionada para cobrir várias modificações e disposições equivalentes incluídas dentro do espírito e do escopo das reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo fotovoltaico, compreendendo:
 - um substrato de vidro frontal e um substrato de vidro posterior;
 - um eletrodo frontal eletricamente condutor e substancialmente
5 transparente;
 - um filme semicondutor ativo localizado de modo que o eletrodo frontal seja proporcionado entre pelo menos o filme semicondutor e o substrato de vidro frontal;
 - um contato posterior condutor;
 - 10 um retrorefletor formado em uma superfície texturizada do substrato de vidro posterior, o retrorefletor tendo uma superfície refletora texturizada e sendo localizado entre pelo menos o substrato de vidro posterior e o filme semicondutor; e
 - um polímero eletricamente isolante incluindo uma camada adesiva laminando pelo menos o retrorefletor e o substrato de vidro posterior no substrato de vidro frontal, com pelo menos o eletrodo frontal, o filme semicondutor e o contato posterior condutor entre eles.
15
2. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em que o retrorefletor é eletricamente isolado do contato posterior por pelo menos um polímero incluindo uma camada adesiva.
20
3. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em que o contato posterior condutor compreende um óxido condutor transparente.
4. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em que um polímero incluindo a camada adesiva compreende PVB e/ou EVA.
25
5. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em que a superfície refletora texturizada do retrorefletor compreende picos, vales e partes inclinadas conectando os picos e vales, em que as grandes superfícies de pelo menos algumas das partes inclinadas formam um ângulo α de pelo menos cerca de 25 graus com o plano e/ou a superfície posterior do substrato de vidro posterior.
30
6. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em

que, vista em seção transversal, a superfície refletora texturizada do retrorrefletor compreende picos, vales e partes inclinadas conectando os picos e vales, e em que as grandes superfícies de pelo menos algumas das partes inclinadas formam um ângulo α de pelo menos cerca de 25 - 35 graus com o plano e/ou a superfície posterior do substrato de vidro posterior.

7. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em que, vista em seção transversal, a superfície refletora texturizada do retrorrefletor compreende picos, vales e partes inclinadas conectando os picos e vales, e em que as grandes superfícies de pelo menos algumas das partes inclinadas formam um ângulo α de pelo menos cerca de 25 - 30 graus com o plano e/ou a superfície posterior do substrato de vidro posterior.

8. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em que um modelo da superfície refletora texturizada do retrorrefletor tem uma periodicidade de cerca de 100 μm a 1 mm.

9. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em que o filme semicondutor compreende uma ou mais camadas compreendendo silício amorfo.

10. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em que um polímero incluindo a camada adesiva tem um índice de refração (n) de cerca de 1,9 a 2,1, e em que o contato posterior compreende um óxido condutor transparente.

11. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em que o eletrodo frontal substancialmente transparente compreende, movimentando-se a partir do substrato de vidro frontal no sentido do filme semicondutor, pelo menos uma primeira camada refletora de radiação infravermelha (IV) substancialmente metálica, condutora, substancialmente transparente, compreendendo prata e/ou ouro, e um primeiro filme de óxido condutor transparente (TCO), localizado entre pelo menos a camada refletora de IV e o filme semicondutor.

12. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 11, em que o primeiro filme de TCO compreende um ou mais dentre óxido de zinco, óxido de zinco e alumínio, óxido de estanho, óxido de índio e estanho

e óxido de índio e zinco.

13. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 11, em que o eletrodo frontal substancialmente transparente compreende ainda uma segunda camada refletora de radiação infravermelha (IV) substancialmente metálica, condutora, substancialmente transparente, compreendendo 5 prata e/ou ouro e em que o primeiro filme de óxido condutor transparente (TCO) está localizado entre pelo menos as ditas primeira e segunda camadas refletoras de IV.

14. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 13, 10 em que cada uma das primeira e segunda camadas refletoras de IV compreende prata.

15. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 13, em que o eletrodo frontal compreende ainda um segundo filme de TCO, que é proporcionado entre pelo menos a segunda camada refletora de IV e o 15 filme semicondutor.

16. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 11, compreendendo ainda uma camada dielétrica, tendo um índice de refração de cerca de 1,6 a 2,0, localizado entre o substrato de vidro frontal e o eletrodo frontal.

17. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 11, 20 em que a primeira camada refletora de IV é de uma espessura de cerca de 3 a 12 nm, e o primeiro filme de TCO é de uma espessura de cerca de 40 a 130 nm.

18. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em 25 que o substrato de vidro frontal e o eletrodo frontal, considerados conjuntamente, têm uma transmissão de pelo menos cerca de 80%, em pelo menos uma parte substancial de uma faixa de comprimentos de onda de cerca de 450 - 600 nm.

19. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 1, em 30 que o substrato de vidro frontal e o eletrodo frontal, considerados conjuntamente, têm uma refletância a IV de pelo menos cerca de 45%, em pelo menos uma parte substancial de comprimentos de onda de IV de cerca de

1.400 - 2.300 nm.

20. Dispositivo fotovoltaico, compreendendo:

um substrato frontal e um substrato posterior;

5 um eletrodo frontal eletricamente condutor e substancialmente transparente;

um filme semicondutor ativo localizado de modo que o eletrodo frontal seja proporcionado entre pelo menos o filme semicondutor e o substrato frontal; e

10 um retrorefletor formado em uma superfície texturizada do substrato posterior, o retrorefletor tendo uma superfície refletora texturizada e sendo localizado entre pelo menos o substrato posterior e o filme semicondutor,

em que o retrorefletor é laminado no, e eletricamente isolado, de pelo menos o filme semicondutor.

15 21. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 20, em que o retrorefletor é isolado eletricamente de um contato posterior do dispositivo fotovoltaico por pelo menos um polímero incluindo uma camada adesiva, que tem um índice de refração (n) de cerca de 1,9 a 2,1.

20 22. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 20, em que a superfície refletora texturizada do retrorefletor compreende picos, vales e partes inclinadas conectando os picos e vales, e em que as grandes superfícies de pelo menos algumas das partes inclinadas formam um ângulo α de pelo menos cerca de 25 graus com o plano e/ou a superfície posterior do substrato posterior.

25 23. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 20, em que, vista em seção transversal, a superfície refletora texturizada do retrorefletor compreende picos, vales e partes inclinadas conectando os picos e vales, e em que as grandes superfícies de pelo menos algumas das partes inclinadas formam um ângulo α de pelo menos cerca de 25 - 35 graus com o plano e/ou a superfície posterior do substrato posterior.

30 24. Dispositivo fotovoltaico de acordo com a reivindicação 20, em que um modelo da superfície refletora texturizada do retrorefletor tem

uma periodicidade de cerca de 100 μm a 1 mm.

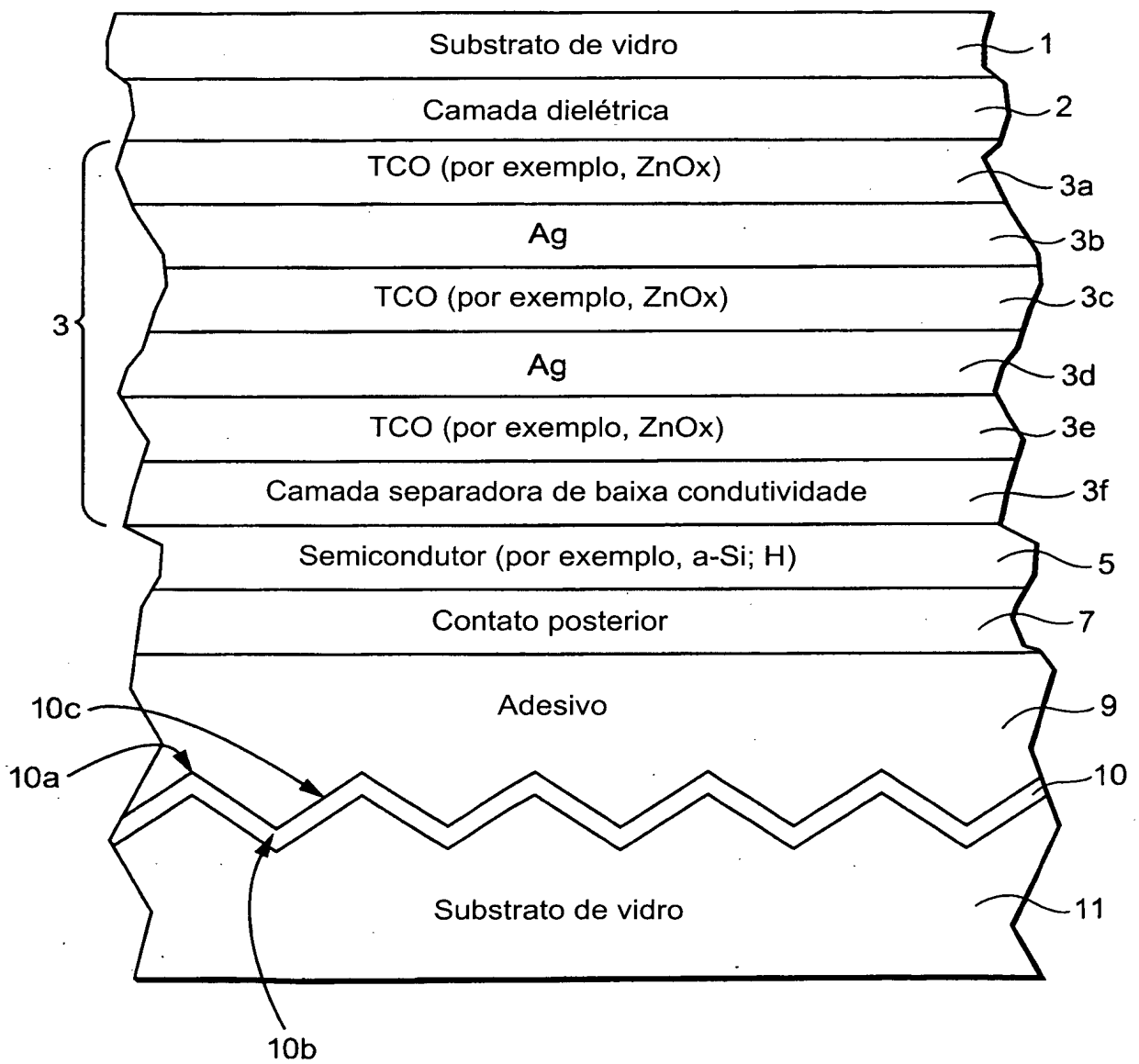
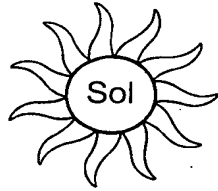


Fig. 1

Fig. 2

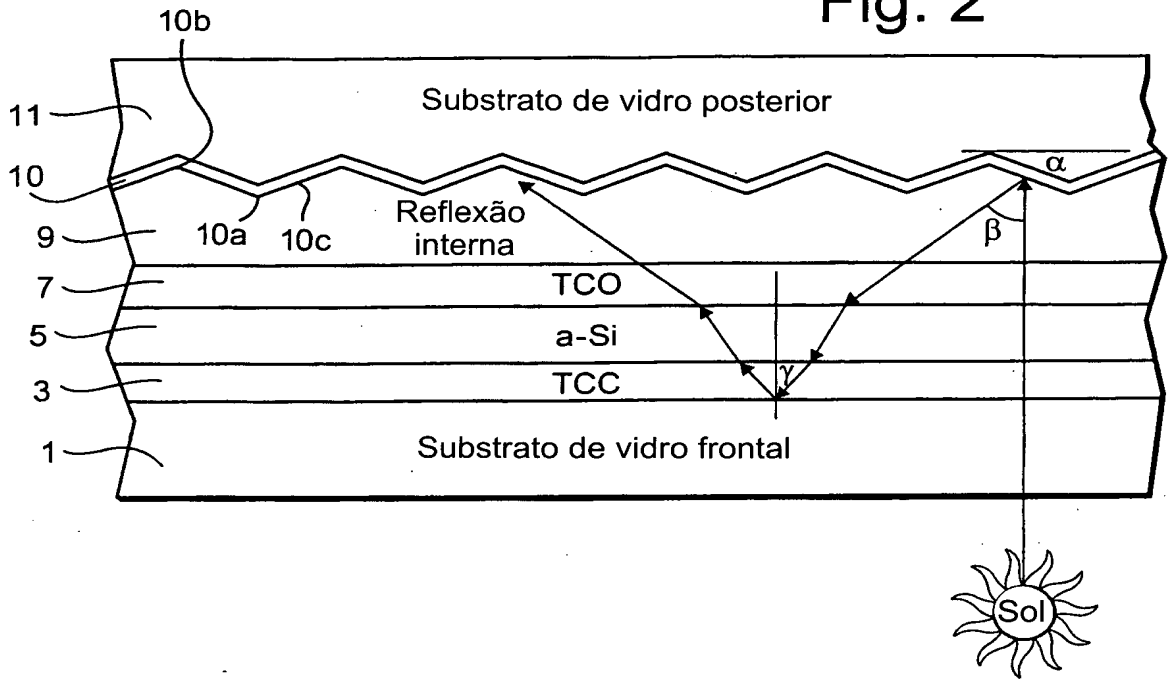
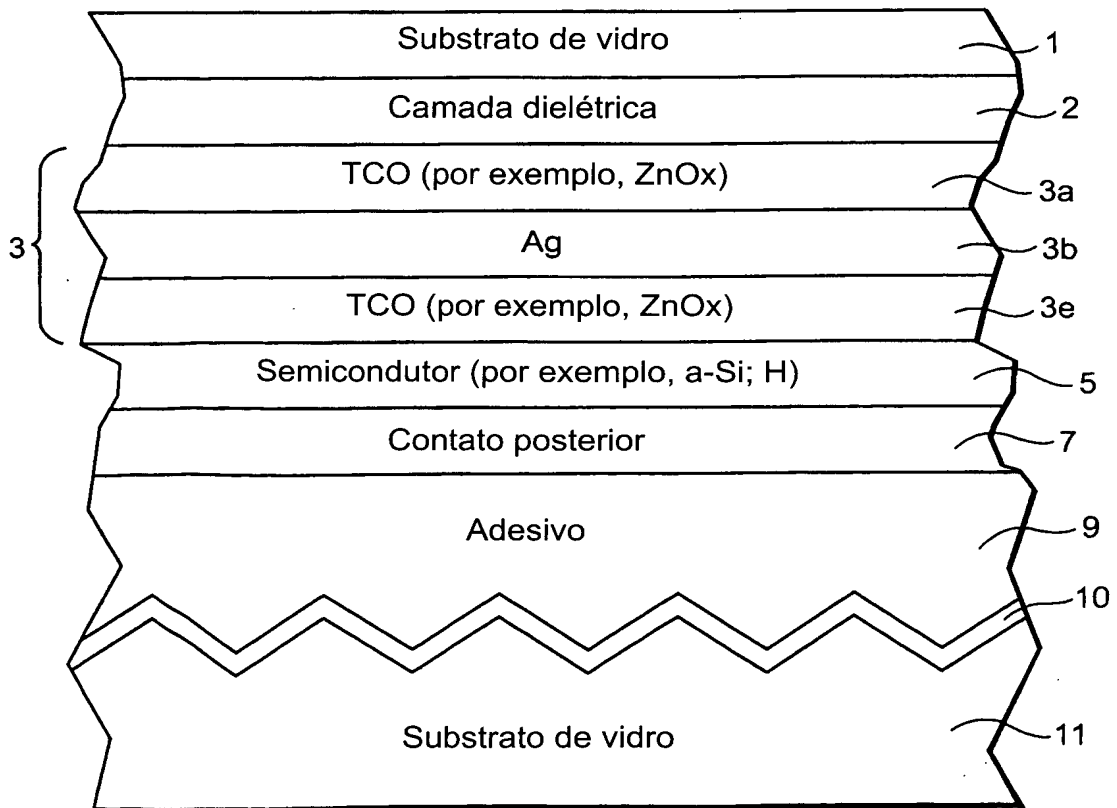


Fig. 3



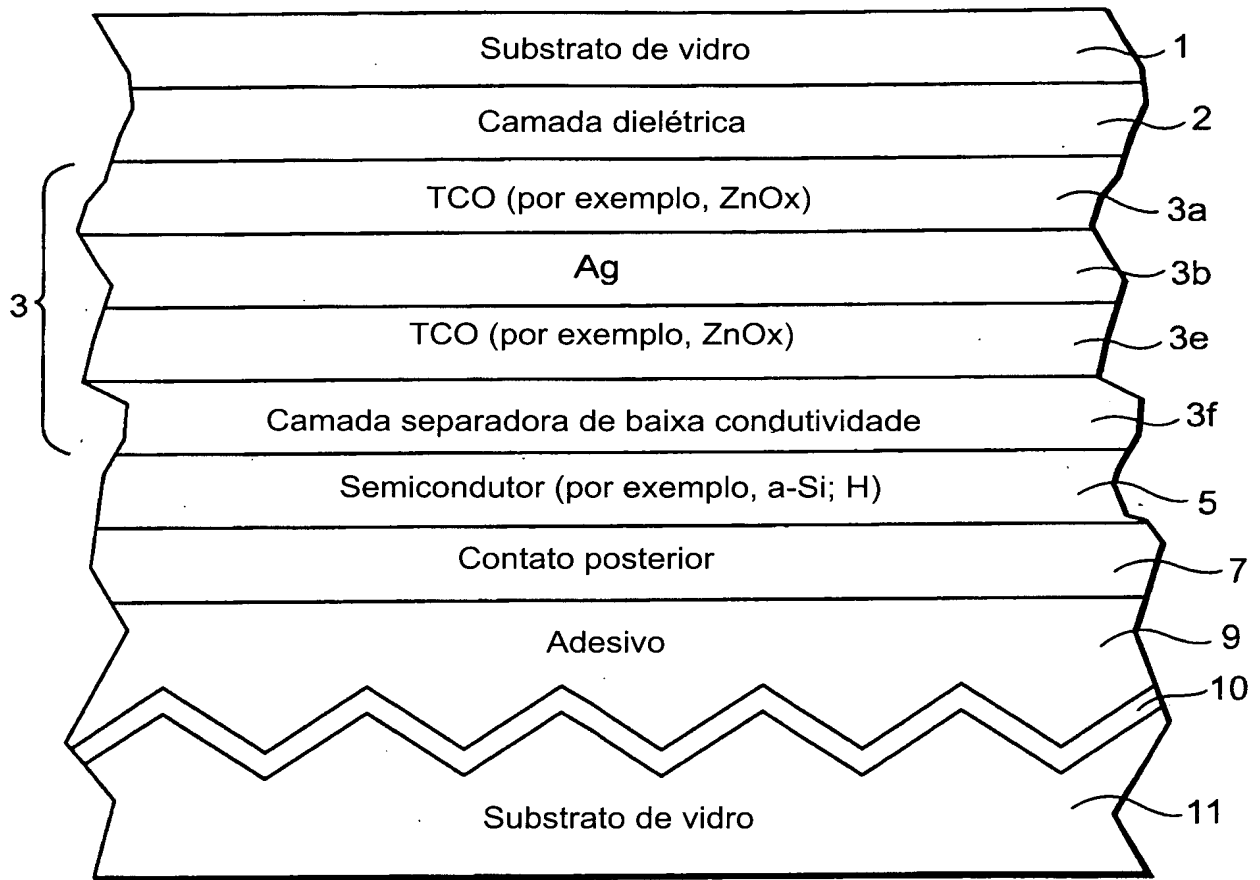


Fig. 4

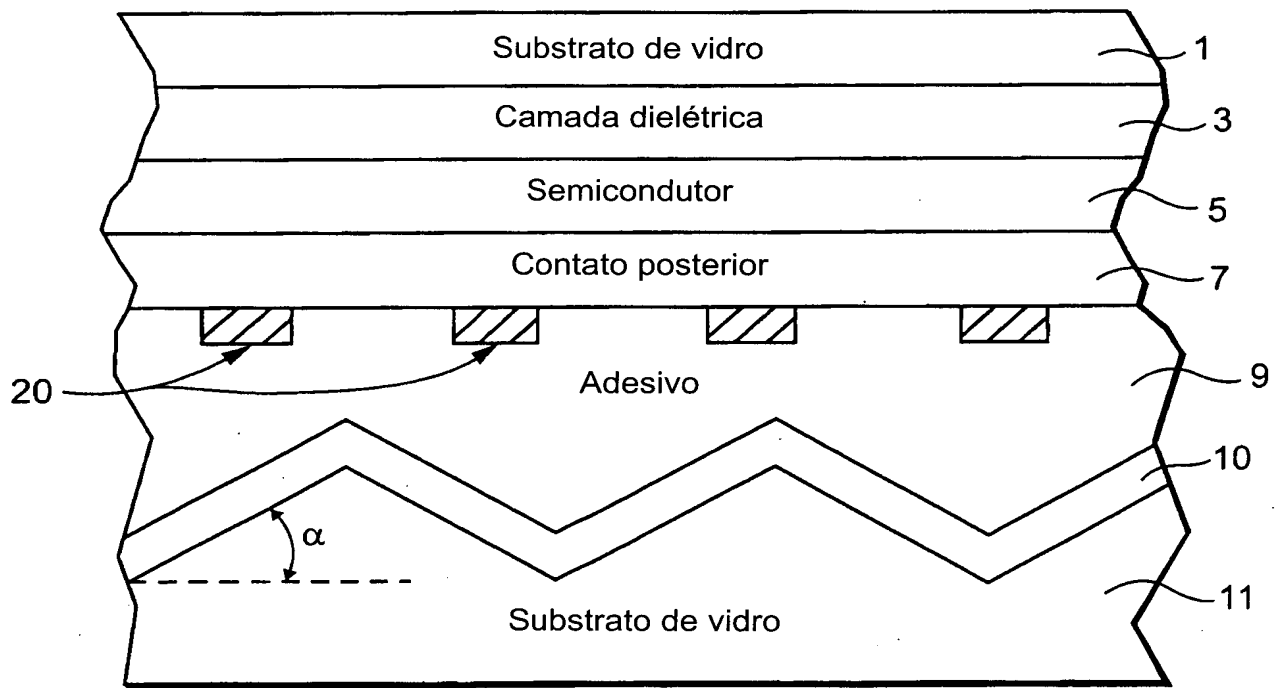
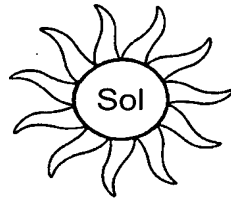


Fig. 5

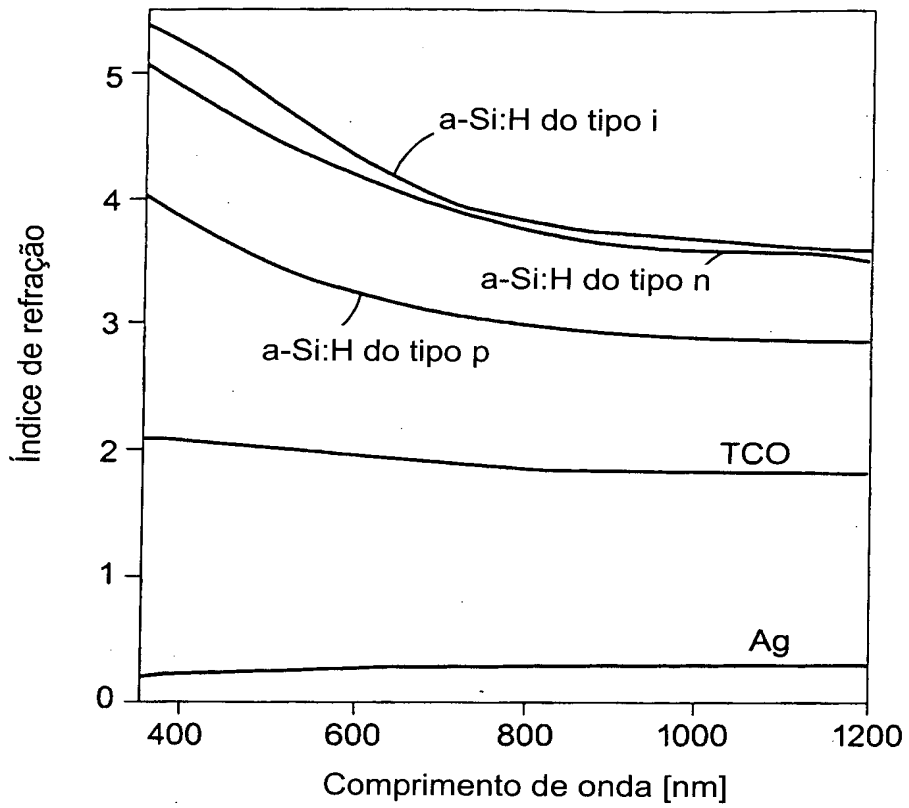


Fig. 6

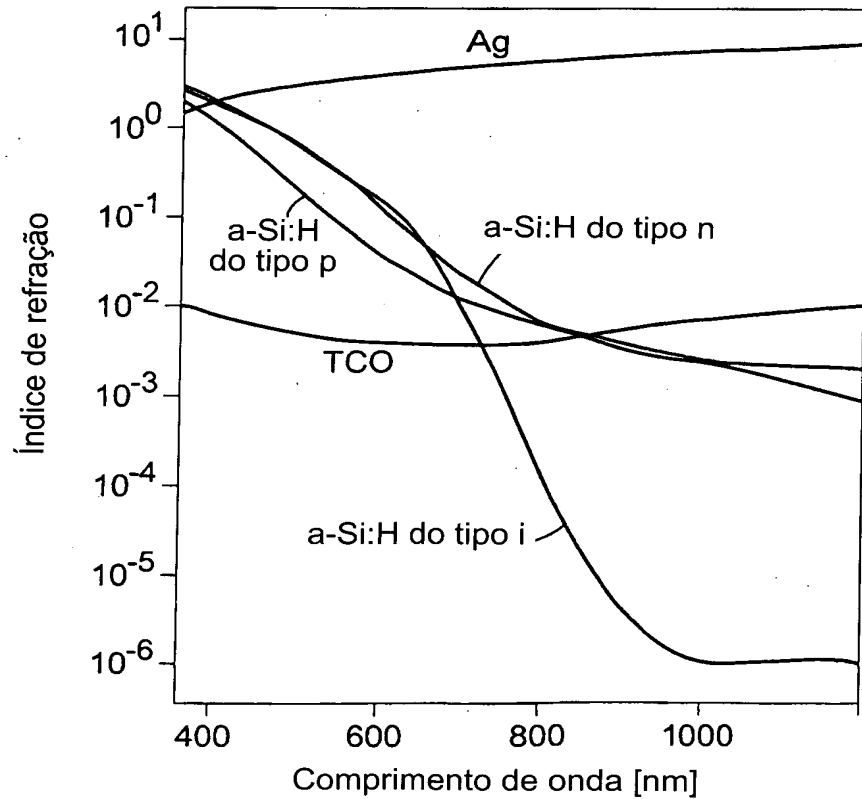


Fig. 7

RESUMO

Patente de Invenção: **"RETROREFLETOR PARA USO EM DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO"**.

Esta invenção refere-se a um dispositivo fotovoltaico, incluindo
5 um retrorrefletor. Em certas concretizações exemplificativas, o retrorrefletor
inclui uma camada refletora de base metálica, proporcionada em uma superfí-
cie interna de um substrato de vidro posterior do dispositivo fotovoltaico.
Em certas concretizações exemplificativas, a superfície interna do substrato
de vidro posterior é texturizada de modo que a camada refletora depositada
10 nele fique também texturizada de modo a proporcionar características refle-
toras desejáveis. O substrato de vidro posterior e o refletor sobre ele são
laminados na superfície interna de um substrato de vidro frontal do dispositi-
vo fotovoltaico, com um filme semiconductor ativo e eletrodo(s) entre eles, em
certas concretizações exemplificativas.