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

(21) **PI0708219-3 A2**

BRPI0708219A2

(22) Data de Depósito: 12/02/2007
(43) Data da Publicação: 17/05/2011
(RPI 2106)

(51) Int.Cl.:
H01L 31/0224
H01L 31/06
H01L 31/18

(54) Título: **CONTATO FRONTAL COM BASE EM ÓXIDO DE ZINCO ÍNDIO PARA DISPOSITVO FOTOVOLTAICO E MÉTODO PARA PRODUZIR O MESMO**

(30) Prioridade Unionista: 23/02/2006 US 11/359,775

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

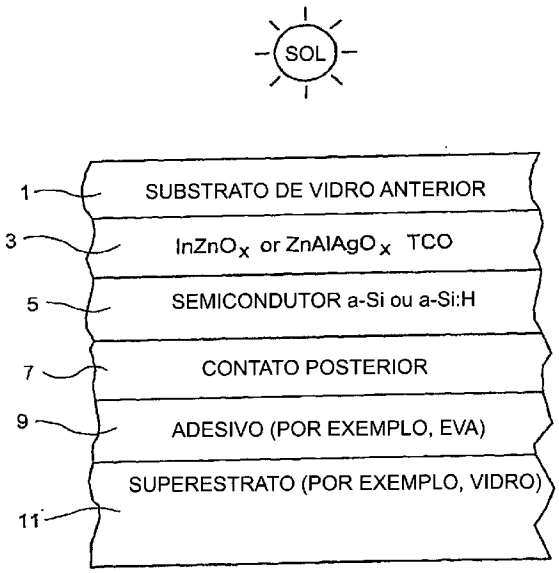
(72) Inventor(es): Alexey Krasnov

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2007003754 de 12/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/100488de 07/09/2007

(57) Resumo: CONTATO FRONTAL COM BASE EM ÓXIDO DE ZINCO ÍNDIO PARA DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO E MÉTODO PARA PRODUZIR O MESMO. A presente invenção refere-se a um dispositivo fotovoltaico inclu indo um contato frontal e/ou um método para produzir o mesmo. Em certas modalidades de exemplificação, o contato frontal de óxido transparente condutivo (TCO) é de óxido de zinco índio (IZO). Em outras modalidades de exemplificação, o IZO pode ter outro(s) elemento(s), como prata (Ag), adicio-nado(s) a ele de modo que o contato frontal pode, por exemplo, ser compos- to de, ou incluir, óxido de prata alumínio zinco (ZnAlAgO). Além disso, em certas modalidades de exemplificação, o contato frontal (por exemplo, IZO ou ZnAlAgO) pode ser depositado por pulverização de uma forma deficiente de oxigênio (subestequiométrica); de modo que o subseqúente tratamento térmico ou cozimento usado na fabricação do dispositivo fotovoltaico (por exemplo, para subseqúente formação de camada) resulta em uma máxima estequiometria, que pode ou não ser subestequiométrica no produto final.



PI0708219-3

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"CONTATO FRONTAL COM BASE EM ÓXIDO DE ZINCO ÍNDIO PARA DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO E MÉTODO PARA PRODUZIR O MESMO".**

A presente invenção refere-se a um dispositivo fotovoltáico incluindo um contato frontal. Em certas modalidades de exemplificação, o contato frontal de óxido transparente condutivo (TCO) é de óxido de zinco índio (IZO). Em outras modalidades de exemplificação, o IZO pode ter outro(s) elemento(s), como prata (Ag), adicionado(s) a ele de modo que o contato frontal possa ser feito de, ou incluir, por exemplo, óxido de prata-alumínio-zinco (ZnAlAgO). Além disso, em certas modalidades de exemplificação, o contato frontal (por exemplo, IZO ou ZnAlAgO) pode ser depositado por pulverização em uma forma não-estequiométrica e deficiente em oxigênio, de modo que o subseqüente cozimento ou tratamento térmico de contato com o corpo do dispositivo fotovoltaico cause também a otimização do contato frontal de modo que ocorra a sua oxidação adicional, resultando disso uma estequiometria máxima que pode ou não ser subestequiométrica no produto final.

ANTECEDENTES E SUMÁRIO DAS MODALIDADES DE EXEMPLIFICAÇÃO DA INVENÇÃO

Os dispositivos fotovoltaicos são conhecidos na técnica (por exemplo, ver as patentes números U.S. 6.784.361, U.S. 6.288.325, U.S. 6.613.603 e U.S. 6.123.824, cujas revelações são por meio desta incorporadas aqui como referência). Dispositivos fotovoltaicos de silício amorfo, por exemplo, incluem um contato frontal ou eletrodo. Tipicamente, o contato frontal é feito de um óxido condutivo transparente (TCO), formado em um substrato, como substrato de vidro. Em muitos casos, o contato frontal é formado usando um método de pirólise química, quando são pulverizados precursores sobre o substrato de vidro a aproximadamente 400 a 500 graus C (centígrados). Desafortunadamente, as películas de TCO, como SnO_2:F (óxido de estanho dopado com flúor), formadas em substratos de vidro por pirólise química sofrem de não-uniformidade e, deste modo, podem ser imprevisíveis e/ou inconsistentes em relação a determinadas propriedades óticas e/ou elétricas.

Assim, deverá ser avaliado que existe uma necessidade na técnica em relação a um material de contato frontal aperfeiçoado para dispositivos fotovoltaicos.

Verificou-se que um TCO formado de, ou incluindo, óxido de zinco índio (IZO) é altamente vantajoso para aplicações em contatos frontais em dispositivos fotovoltaicos (como, por exemplo, dispositivos fotovoltaicos com base em silício amorfo). As vantagens do IZO incluem a sua capacidade de ser depositado de um modo condutivo a aproximadamente temperatura ambiente (por exemplo, através de pulverização catódica). Além disso, quando depositado em certas proporções de zinco/índio e/ou utilizando certas condições, descobriu-se que o contato frontal com base em IZO aumenta a sua condutividade elétrica quando cozido a temperaturas tais como 200-400 graus centígrados, mais preferivelmente em torno de 200-300 graus centígrados (podem ser usadas temperaturas similares em técnicas de fabricação de baterias solares a-Si (sílica-a) para aumentar o desempenho de pilha).

Em certas modalidades de exemplificação desta invenção, o contato frontal com base em IZO é depositado em um modo de deficiência de oxigênio (subestequiométrico). Pode ser usada pulverização catódica a aproximadamente temperatura ambiente para a deposição do contato frontal em certos casos de exemplificação, embora, em vez disso, outras técnicas possam ser usadas em certas situações. Por exemplo, o contato frontal com base em IZO pode ser depositado por pulverização utilizando alvo(s) de cerâmica, ou podem ser depositadas por pulverização usando alvo(s) de cerâmica, ou podem ser depositadas usando um alvo de metal de InZn (índio zinco) (ou ZnAlAg (zinco alumínio prata)) em uma atmosfera de pulverização catódica reativa incluindo gases de oxigênio e argônio. A composição gasosa, ou mistura, pode ser escolhida de modo a tornar subestequiométrico o material depositado inicialmente, de modo que o subseqüente cozimento durante o tratamento térmico do dispositivo fotovoltaico resulte em uma máxima estequiometria de IZO ou ZnAlAg (por exemplo, uma quantidade apropriada de oxidação) para o contato frontal de TCO.

Em certas modalidades de exemplificação desta invenção, o contato frontal de TCO é consideravelmente livre, ou inteiramente livre de flúor. Em certas modalidades de exemplificação desta invenção, o contato frontal de TCO pode ter uma resistência de lâmina (R_S) de cerca de 7-50 ohms/quadrado, mais preferivelmente de cerca de 10-25 ohms/quadrado, e o mais preferivelmente de cerca de 10-15 ohms/quadrado, utilizando um exemplo de referência de espessura não limitante de cerca de 1.000 a 2.000 angströms.

A deposição por pulverização de um TCO (óxido condutivo transparente) a aproximadamente temperatura ambiente para um contato frontal deve ser desejável, supondo que a maioria das plataformas de fabricação de vidro não são equipadas com sistemas de aquecimento no local. Além disso, uma vantagem potencial adicional de películas de TCO depositadas por pulverização é que elas podem incluir a integração de revestimentos anti-reflexão, redução de resistividade e assim por diante. Por exemplo, um revestimento anti-reflexão simples ou em multicamadas pode ser disposto entre o substrato de vidro e o contato frontal de TCO.

Em certas modalidades de exemplificação da presente invenção, é fornecido um dispositivo fotovoltaico com base em silício amorfo compreendendo: um substrato de vidro frontal; uma película semicondutora ativa compreendendo silício amorfo; um eletrodo frontal eletricamente condutivo e substancialmente transparente, localizado pelo menos entre o substrato de vidro frontal e a película semicondutora ativa; um eletrodo traseiro, no qual a película semicondutora ativa é disposta entre pelo menos o eletrodo frontal e o eletrodo traseiro; e no qual o eletrodo frontal compreende óxido de zinco índio. Em certas modalidades de exemplificação, é também providenciado um superestrato de vidro, no qual o eletrodo traseiro é localizado entre pelo menos a superestrutura de vidro e a película semicondutora ativa. Em certas modalidades de exemplificação, uma proporção In/Zn (índio/zinco) no eletrodo frontal compreendendo óxido de zinco índio é em torno de 7/1 a 13/1, mais preferivelmente cerca de 8/1 a 10/1.

Em certas modalidades de exemplificação desta invenção, é

proporcionado um dispositivo fotovoltaico compreendendo: um substrato de vidro frontal; uma película semicondutora ativa; um eletrodo frontal eletricamente condutivo e substancialmente transparente, localizado entre pelo menos o substrato de vidro frontal e a película semicondutora ativa; e no qual o eletrodo frontal compreende IZO e/ou ZnAlAgO.

Em outras modalidades de exemplificação desta invenção, é proporcionado um método para fazer um dispositivo fotovoltaico, o método incluindo: depositar por pulverização um eletrodo frontal compreendendo óxido de zinco índio sobre um substrato de vidro em aproximadamente temperatura ambiente; formar uma película semicondutora ativa no substrato de vidro sobre pelo menos o eletrodo frontal compreendendo óxido de zinco índio; e, durante ou seguindo-se à formação da película semicondutora ativa, submeter pelo menos o eletrodo frontal a tratamento térmico de pelo menos 200 graus centígrados, o que além disso oxida o eletrodo frontal compreendendo óxido de zinco índio, de modo a ativar a sua desejada estequiometria.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma vista de corte transversal de um exemplo de dispositivo fotovoltaico, de acordo com uma modalidade de exemplo desta invenção.

A Figura 2 é um diagrama de fluxo ilustrando um método para fazer um dispositivo fotovoltaico, de acordo com uma modalidade de exemplo desta invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MODALIDADES DE EXEMPLIFICAÇÃO DA INVENÇÃO

Dispositivos fotovoltaicos, como baterias solares, convertem a radiação solar e outras fontes de luz em energia elétrica utilizável. A radiação solar (por exemplo, luz solar) incidindo em um dispositivo fotovoltaico e absorvida por uma região ativa de material semicondutor (por exemplo, uma ou mais camadas de silício amorfo) gera pares de elétrons-buracos na região ativa. Os elétrons e buracos podem ser separados por um campo elétrico de uma junção no dispositivo fotovoltaico. A separação dos elétrons e buracos pela junção resulta na geração de uma corrente elétrica e voltagem. Em

certas modalidades de exemplificação, os elétrons fluem em direção à região do material semicondutor tendo condutividade tipo-n, e os buracos fluem em direção à região do semicondutor tendo condutividade tipo-p. A corrente pode fluir através de um circuito externo conectando a região tipo-n à região tipo-p, enquanto a luz continua a gerar pares de elétrons-buracos no dispositivo fotovoltaico.

Em certas modalidades de exemplificação, junções simples de dispositivos fotovoltaicos de silício amorfo (a-Si) incluem três camadas de semicondutores. Em particular, uma camada-p, uma camada-n e uma camada-i que é intrínseca. Em certas modalidades de exemplificação desta invenção, a camada de silício amorfo (que pode incluir uma ou mais camadas, tais como camadas p, n e i) pode ser de silício amorfo hidrogenado em certos casos, mas também pode ser composto por, ou incluir, carbono silício amorfo hidrogenado ou germânio silício amorfo hidrogenado, ou similares. Por exemplo, e sem limitação, quando um fóton de luz é absorvido na camada-i, ele dá origem a uma unidade de corrente elétrica (um par de elétron-buraco – "an-electron-hole pais"). As camadas p e n, que contêm íons dopantes carregados, estabelecem um campo elétrico através da camada-i que atrai a carga elétrica para fora da camada-i e a envia para um circuito externo opcional, onde ela pode proporcionar energia para componentes elétricos. Observa-se que embora certas modalidades de exemplificação desta invenção sejam orientadas em direção a dispositivos fotovoltaicos com bases em silício amorfo, esta invenção não é limitada a isto, e, em certos casos, pode ser usada junto com outros tipos de dispositivos fotovoltaicos.

A Figura 1 é uma vista de corte transversal de um dispositivo fotovoltaico, de acordo com uma modalidade de exemplo desta invenção. O dispositivo fotovoltaico inclui o substrato de vidro frontal transparente 1, o eletrodo frontal ou contato 3, o qual é formado de, ou inclui, TCO, como óxido de zinco índio (IZO) e/ou óxido de prata alumínio zinco (ZnAlAgO), a película semicondutora ativa 5 de uma ou mais camadas semicondutoras, o eletrodo traseiro ou contato 7, que pode ser de um TCO ou um metal, um encapsulante opcional 9 ou adesivo de um material como acetato de vinila eti-

leno (EVA) ou similar, e um superestrato opcional 11, de um material como vidro. Naturalmente, outra(s) camada(s) que não está (estão) mostrada(s) pode(m) ser proporcionada(s) no dispositivo, como entre o substrato de vidro frontal 1 e o contato frontal 3, ou entre outras camadas do dispositivo.

Descobriu-se que um TCO formado de, ou incluindo, óxido de zinco índio (IZO) é altamente vantajoso para o eletrodo frontal condutivo ou contato 3. As vantagens do IZO incluem sua capacidade de ser depositado de um modo condutivo em aproximadamente temperatura ambiente (por exemplo, por intermédio de pulverização catódica). Além disso, quando depositado com certas proporções índio/zinco e/ou usando certas condições, foi descoberto que o contato frontal com base em IZO 3 aumenta a sua condutividade quando cozido subseqüentemente a temperaturas tais como 200-400 graus centígrados, mais preferivelmente em torno de 200-300 graus centígrados (podem ser usadas temperaturas similares em técnicas de fabricação de baterias solares a-Si para aperfeiçoar o desempenho de pilha).

Em certas modalidades de exemplificação desta invenção, o eletrodo frontal de TCO ou contato 3 é substancial ou inteiramente livre de flúor. Isto pode ser vantajoso em assuntos de poluição. Em certas modalidades de exemplificação desta invenção, o contato frontal de TCO 3, antes e/ou depois do tratamento térmico, pode ter uma resistência de lâmina (R_S) em torno de 7-50 ohms/quadrado, mais preferivelmente em torno de 10-25 ohms/quadrado, e o mais preferivelmente em torno de 10-15 ohms/quadrado, usando um exemplo não limitante de espessura em torno de 1.000 a 2.000 ângstroms, de modo a assegurar condutividade adequada.

Uma vantagem adicional potencial de películas de TCO depositadas por pulverização para eletrodos frontais/contatos 3 é que elas podem permitir a integração de um revestimento anti-reflexão e/ou de compressão de cor (não-mostrado) entre o contato frontal 3 e o substrato de vidro 1. O revestimento anti-reflexão (não-mostrado) pode incluir uma ou múltiplas camadas em diferentes modalidades desta invenção. Por exemplo, o revestimento anti-reflexão pode incluir uma camada de dielétrico indicadora de alta refratividade imediatamente adjacente ao substrato de vidro 1, e outra ca-

mada de dielétrico indicadora de refratividade menor imediatamente adjacente ao contato frontal 3. Assim, uma vez que o contato frontal está no substrato de vidro 1, deverá ser observado que o termo "on", como aqui usado, cobre tanto diretamente sobre quanto indiretamente sobre com outras camadas entre elas.

Os eletrodos frontais ou contatos 3 formados por, ou incluindo IZO podem ser de qualquer estequiometria adequada, em certas modalidades desta invenção. No entanto, a mais preferida é uma proporção de In/Zn na camada de TCO 3 em torno de 7/1 a 13/1, mais preferivelmente em torno de 8/1 a 10/1. Descobriu-se que tais proporções são vantajosas em relação à durabilidade e condutividade nas aplicações de eletrodos.

Em certas modalidades de exemplificação desta invenção, o IZO (ou InZnOx), como depositado no eletrodo frontal/película de contato 3 é amorfo, e pode permanecer amorfo após o recozimento. Deve ser observado que o IZO é um material de tipo substituto, significando que dois materiais (por exemplo, In_2O_3 e ZnO) fundem-se para produzir uma nova liga. Tipicamente, uma condutividade máxima pode ser obtida quando o IZO é amorfo. Em outras palavras, um eletrodo frontal amorfo 3 é vantajoso, uma vez que pode ser obtida uma condutividade aperfeiçoada. No entanto, em outras modalidades de exemplificação desta invenção, o IZO não necessita ser amorfo e pode, por exemplo, ser cristalino.

Em certas modalidades de exemplificação desta invenção, o substrato de vidro frontal 1 e/ou o superestrato traseiro 11 podem ser feitos de vidro com base em sílica-cal soldada. Enquanto os substratos 1, 11 podem ser de vidro em certas modalidades de exemplificação desta invenção, outros materiais, como quartzo ou similar, podem ser usados em seu lugar. Além disso, o superestrato 11 pode ser opcional em certos casos. O vidro 1 e/ou 11 pode ou não ser temperado termicamente em diferentes modalidades desta invenção.

A região semicondutora ativa ou película 5 pode incluir uma ou mais camadas, e pode ser de qualquer material adequado. Por exemplo, a película semicondutora ativa 5 de um tipo de dispositivo fotovoltaico de silí-

cio amorfo (a-Si) de junção simples inclui três camadas semicondutoras, ou seja, uma camada-p, uma camada-n e uma camada-i. Estas camadas de película baseadas em silício amorfo 5 podem ser de silício amorfo hidrogenado em certos casos, mas também podem ser formadas por, ou incluir, carbono silício amorfo hidrogenado, ou germânio silício amorfo hidrogenado, ou outro(s) material(ais) adequado(s), em certas modalidades de exemplificação desta invenção. Em modalidades alternativas desta invenção, é possível que a região ativa 5 seja de um tipo de junção dupla.

O contato traseiro ou eletrodo 7 pode ser de qualquer material eletricamente condutivo adequado. Por exemplo, e sem limitação, em certos casos, o contato traseiro ou eletrodo 7 pode ser de um material de TCO e/ou de um metal. Exemplos de materiais de TCO para uso em um contato traseiro ou eletrodo 7 incluem óxido de zinco índio, óxido de estanho índio (ITO), óxido de estanho, e/ou óxido de zinco que pode ser dopado com alumínio (o qual pode ou não ser dopado com prata). O TCO do contato traseiro 7 pode ser do tipo de camada simples ou do tipo de multicamadas em casos diferentes. Além disso, em certos casos, o contato traseiro 7 pode incluir ambas as porções de um TCO e um metal. Por exemplo, em uma modalidade de exemplo de multicamadas, a porção de TCO do contato traseiro 7 pode incluir uma camada de um material, como óxido de zinco índio (que pode ou não ser dopado com prata), óxido de estanho índio (ITO), e/ou óxido de zinco, mais próxima da região ativa 5, e outra camada condutiva e possivelmente refletiva de um material, como prata, molibdênio, platina, aço, ferro, nióbio, titânio, cromo, bismuto, antimônio ou alumínio, mais distante da região ativa 5 e mais próxima do superestrato 11. A porção de metal pode ser mais próxima do superestrato 11, comparada com a porção de TCO do contato traseiro.

O módulo fotovoltaico pode ser encapsulado ou parcialmente coberto com um material encapsulante, como o encapsulante 9, em certas modalidades de exemplificação. EVA é um exemplo de encapsulante ou adesivo para a camada 9. No entanto, em diferentes casos, podem ser usados em seu lugar outros materiais para a camada 9, tais como plástico tipo

Tedlar, plástico tipo Nuvasil, plástico tipo Tefzel, ou similares.

A Figura 2 é um fluxograma ilustrando etapas para a confecção de um dispositivo fotovoltaico, de acordo com certas modalidades de exemplificação desta invenção. Nesta modalidade de exemplo, o contato frontal com base em IZO 3 é depositado de um modo deficiente de oxigênio (subestequiométrico). Pode ser usada pulverização catódica em aproximadamente temperatura ambiente para a deposição do contato frontal em certos casos de exemplificação, embora, em vez disso, em certos casos, possam ser usadas outras técnicas. Em S1 da Figura 2, o contato frontal com base em IZO 3 pode ser depositado por pulverização em aproximadamente temperatura ambiente no substrato de vidro 1 (direta ou indiretamente), usando alvo(s) de cerâmica, ou pode ser depositado por pulverização usando um alvo de metal de InZn (ou ZnAlAg) em uma atmosfera de pulverização catódica reativa incluindo gases argônio e oxigênio. A composição gasosa, ou mistura, pode ser escolhida em S1 de modo a fazer o material inicialmente depositado subestequiométrico ou deficiente em oxigênio. Depois disso, em S2, são formadas outras camadas do dispositivo sobre o contato frontal, como a película 5 (e camadas opcionais 7 e/ou 9). Em S3, o tratamento térmico, como cozimento, usado durante a fabricação do dispositivo fotovoltaico produz a estequiometria máxima (por exemplo, por oxidação ou similar) do contato frontal 3, e assim resulta uma estequiometria ótima de IZO ou ZnAlAgO para o contato frontal seguindo-se ao tratamento térmico. O tratamento térmico de S3 pode ser realizado durante ou depois da formação de uma ou mais camadas 5, 7 e/ou 9 do dispositivo. Além disso, o tratamento térmico pode usar temperaturas em torno de 200 a 400, mais preferivelmente em torno de 200 a 300 graus centígrados.

Embora a invenção tenha sido descrita em conexão com o que é presentemente considerado como sendo a modalidade mais prática e preferida, deverá ser entendido que a invenção não deve ser limitada à modalidade descrita, mas ao contrário, objetiva cobrir as diversas modificações e disposições equivalentes incluídas dentro do espírito e objetivo das reivindicações anexadas.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo fotovoltaico com base em silício amorfo, compreendendo:

um substrato de vidro frontal;

uma película semicondutora ativa compreendendo silício amorfo;

um eletrodo frontal eletricamente condutivo e substancialmente transparente, localizado entre pelo menos o substrato de vidro frontal e a película semicondutora ativa;

um eletrodo traseiro, no qual a película semicondutora ativa é proporcionada entre pelo menos o eletrodo frontal e o eletrodo traseiro; e

no qual o eletrodo frontal compreende óxido de zinco índio.

2. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda um superestrato de vidro, em que o eletrodo traseiro está localizado entre pelo menos o superestrato de vidro e a película semicondutora ativa.

3. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 1, em que uma proporção In/Zn no eletrodo frontal compreendendo óxido de zinco índio está em torno de 7/1 a 13/1.

4. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 1, em que uma proporção In/Zn no eletrodo frontal compreendendo óxido de zinco índio está em torno de 8/1 a 10/1.

5. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 1, em que o eletrodo frontal compreende óxido de zinco índio amorfo.

6. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 2, compreendendo ainda uma camada incluindo EVA (Acetato de Vinila Etileno) localizada entre a superestrutura de vidro e o eletrodo traseiro.

7. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 1, em que o eletrodo traseiro compreende óxido de zinco índio.

8. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 1, em que o eletrodo frontal tem uma resistência de lâmina (R_s) de cerca de 7-50 ohms/quadrado.

9. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 1, em

que o eletrodo frontal tem uma resistência de lâmina (R_s) de cerca de 10-15 ohms/quadrado.

10. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 1, em que a silício amorfo é hidrogenada.

11. Dispositivo fotovoltaico compreendendo:

um substrato de vidro frontal;

uma película semicondutora ativa;

um eletrodo frontal eletricamente condutivo e substancialmente transparente, localizado entre pelo menos um substrato de vidro frontal e a película semicondutora ativa; e

no qual o eletrodo frontal compreende IZO e/ou ZnAlAgO.

12. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 11, compreendendo ainda um superestrato de vidro e no qual o eletrodo está localizado entre pelo menos o superestrato de vidro e a película semicondutora ativa.

13. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 11, em que o eletrodo frontal compreende IZO, e no qual uma proporção IN/Zn no eletrodo frontal compreendendo IZO está em torno de 7/1 a 13/1.

14. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 13, em que a proporção In/Zn está em torno de 8/1 a 10/1.

15. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 11, em que o eletrodo frontal é amorfo.

16. Dispositivo fotovoltaico, de acordo com a reivindicação 11, em que o eletrodo frontal tem uma resistência de lâmina (R_s) em torno de 10-20 ohms/quadrado.

17. Método para fazer um dispositivo fotovoltaico, o método compreendendo:

depositar por pulverização um eletrodo frontal compreendendo óxido de zinco índio em um substrato de vidro a aproximadamente temperatura ambiente;

formar uma película semicondutora ativa no substrato de vidro sobre pelo menos o eletrodo frontal compreendendo óxido de zinco índio; e

durante ou em seguida à formação da película semicondutora ativa, submeter pelo menos o eletrodo frontal a tratamento térmico de pelo menos 200 graus centígrados, que ainda oxida o eletrodo frontal compreendendo óxido de zinco índio de modo a adquirir a desejada estequiometria da mesma.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, em que o tratamento térmico está em torno de 200-400 graus centígrados.

19. Método, de acordo com a reivindicação 17, em que o eletrodo frontal é amorfo antes e depois do tratamento térmico.

20. Método, de acordo com a reivindicação 17, em que uma relação In/Zn no eletrodo frontal está em torno de 7/1 a 13/1.

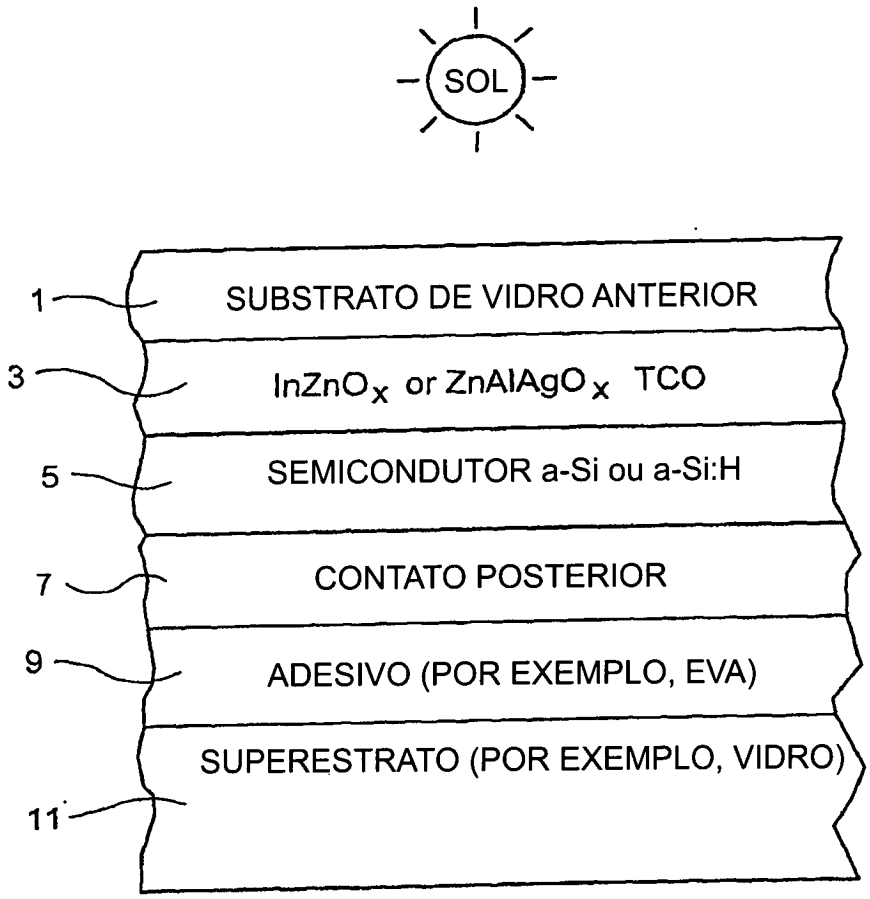

SOL
1
SUBSTRATO DE VIDRO ANTERIOR
3
InZnO$_x$ or ZnAlAgO$_x$ TCO
5
SEMICONDUTOR a-Si ou a-Si:H
7
CONTATO POSTERIOR
9
ADESIVO (POR EXEMPLO, EVA)
SUPERESTRATO (POR EXEMPLO, VIDRO)
11

FIG. 1

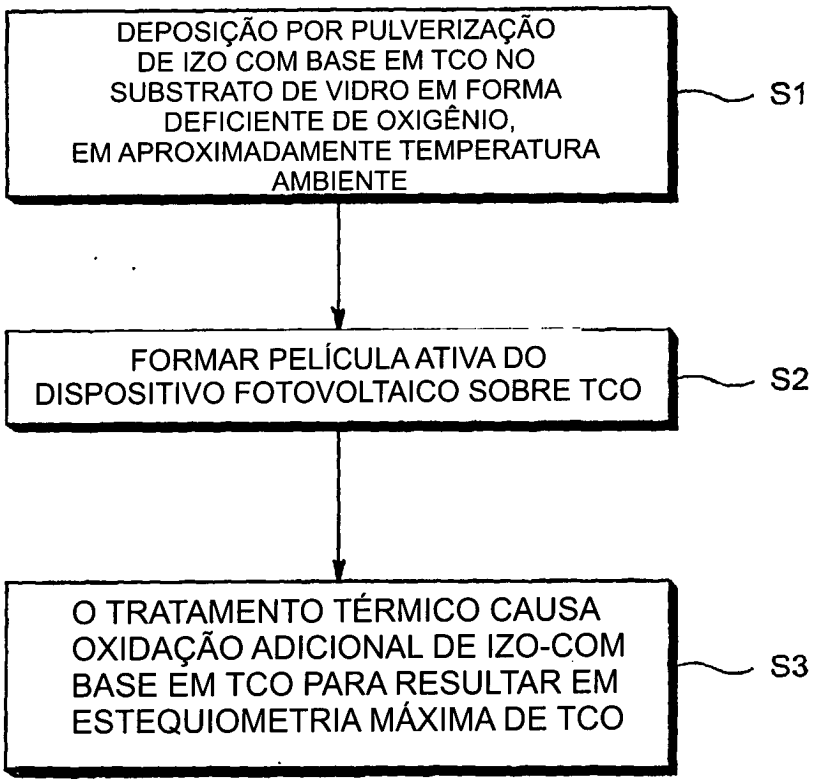

DEPOSIÇÃO POR PULVERIZAÇÃO DE IZO COM BASE EM TCO NO SUBSTRATO DE VIDRO EM FORMA DEFICIENTE DE OXIGÊNIO, EM APROXIMADAMENTE TEMPERATURA AMBIENTE
S1
FORMAR PELÍCULA ATIVA DO DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO SOBRE TCO
S2
O TRATAMENTO TÉRMICO CAUSA OXIDAÇÃO ADICIONAL DE IZO-COM BASE EM TCO PARA RESULTAR EM ESTEQUIOMETRIA MÁXIMA DE TCO
S3

FIG. 2

PI0708219-3

RESUMO

Patente de Invenção: **"CONTATO FRONTAL COM BASE EM ÓXIDO DE ZINCO ÍNDIO PARA DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO E MÉTODO PARA PRODUZIR O MESMO".**

A presente invenção refere-se a um dispositivo fotovoltaico incluindo um contato frontal e/ou um método para produzir o mesmo. Em certas modalidades de exemplificação, o contato frontal de óxido transparente condutivo (TCO) é de óxido de zinco índio (IZO). Em outras modalidades de exemplificação, o IZO pode ter outro(s) elemento(s), como prata (Ag), adicionado(s) a ele de modo que o contato frontal pode, por exemplo, ser composto de, ou incluir, óxido de prata alumínio zinco (ZnAlAgO). Além disso, em certas modalidades de exemplificação, o contato frontal (por exemplo, IZO ou ZnAlAgO) pode ser depositado por pulverização de uma forma deficiente de oxigênio (subestequiométrica); de modo que o subseqüente tratamento térmico ou cozimento usado na fabricação do dispositivo fotovoltaico (por exemplo, para subseqüente formação de camada) resulta em uma máxima estequiometria, que pode ou não ser subestequiométrica no produto final.