



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

(21) **PI0618809-5 A2**

(22) Data de Depósito: 03/11/2006
(43) Data da Publicação: 13/09/2011
(RPI 2123)



(51) *Int.Cl.:*
H01L 31/0216
C03C 17/00
C03C 17/23

(54) **Título:** CÉLULA SOLAR COM REVESTIMENTO ANTI-REFLETIDOR COM CAMADA GRADUADA INCLUINDO MISTURA DE ÓXIDO DE TITÂNIO E ÓXIDO DE SILÍCIO

(30) **Prioridade Unionista:** 22/11/2005 US 11/284.424

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

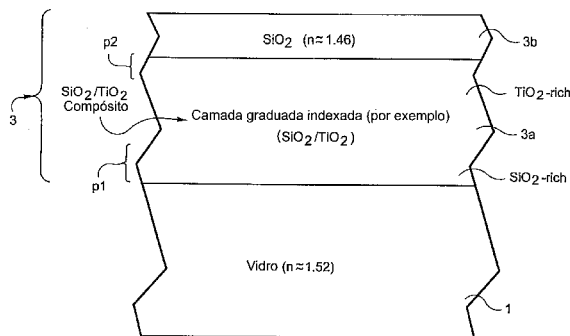
(72) **Inventor(es):** Nathan P. Mellott, Thomas J. Taylor

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2006042985 de 03/11/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/061606de 31/05/2007

(57) **Resumo:** CÉLULA SOLAR COM REVESTIMENTO ANTIREFLETIDOR COM CAMADA GRADUADA INCLUINDO MISTURA DE ÓXIDO DE TITÂNIO E ÓXIDO DE SILÍCIO. A presente invenção refere-se a um artigo revestido (como por exemplo, uma célula solar) que inclui um revestimento anti-reflexo (AR) aperfeiçoado. Este revestimento AR funciona para a redução do reflexo da luz a partir de um substrato de vidro, permitindo por meio disso que mais luz dentro do espectro solar passe através de substrato de vidro incidente. Em determinadas modalidades de exemplo, o revestimento AR inclui uma camada de base graduada tendo um valor de índice de refração variável, e uma camada de cobertura que pode ser provida para finalidades de interferência destrutiva.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CÉLULA SOLAR COM REVESTIMENTO ANTI-REFLETIDOR COM CAMADA GRADUADA INCLUINDO MISTURA DE ÓXIDO DE TITÂNIO E ÓXIDO DE SILÍCIO**".

5 A presente invenção refere-se a um artigo revestido que inclui um revestimento anti-refletidor (AR) sustentado por um substrato de vidro tal como um superestrato ou outro tipo de substrato. O revestimento AR inclui uma camada graduada que inclui uma mistura de um óxido de titânio e de um óxido de silício em determinadas modalidades de exemplo. Em determinadas modalidades de exemplo, o artigo revestido pode ser uma célula solar, porém esta invenção também pode ser aplicada a outros tipos de artigos revestidos.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

15 O vidro é desejável com relação às numerosas propriedades e aplicações, que incluem claridade ótica e aparência visual total. Para algumas aplicações em exemplo determinadas propriedades óticas (como por exemplo, transmissão de luz, reflexo e/ou absorção) são desejadas para serem otimizadas. Por exemplo, em determinadas ocasiões de exemplo a redução do reflexo da luz a partir da superfície de um substrato de vidro (como por exemplo, superestrato ou qualquer outro tipo de substrato de vidro) é 20 desejável para vitrines de lojas, armações de display, células solares, molduras de fotografias, outros tipos de janelas, etc.

25 As células solares/módulos são conhecidas na técnica. O vidro é uma parte integral dos módulos fotovoltaicos comerciais mais comuns (por exemplo, as células solares) incluindo ambos os tipos cristalino e de película. Uma célula solar/módulo pode incluir, por exemplo, uma película de transferência fotoelétrica, feita de uma ou mais camadas localizadas entre um par de substratos. Um ou mais dos substratos pode ser de vidro. O vidro pode formar um superestrato, protegendo dispositivo ou dispositivos subjacentes 30 e/ou camadas para a conversão de energia solar para eletricidade. Os exemplos de células solares estão descritos nas Patentes U. S. Nos. 4.510.344, 4.806.436, 6.506.622, 5.977.477, e JP 07-122764, as descrições

das quais são incorporadas aqui, neste pedido de patente, por referência.

O(s) substrato(s) em uma célula solar/módulo são algumas vezes feitos de vidro. A radiação que chega passa através do substrato de vidro incidente da célula solar antes de chegar as camadas ativas (por exemplo, a película de transferência fotoelétrica tal como um semicondutor) da célula solar. A radiação que é refletida pelo substrato incidente de vidro não faz o seu trajeto para dentro da ou das camadas ativas da célula solar resultando por meio disso uma célula solar menos eficiente. Em outras palavras, seria desejável diminuir a quantidade de radiação que é refletida pelo substrato incidente, aumentando por esse motivo a quantidade de radiação que faz o seu trajeto para a camada ou camadas ativas da célula solar. Especificamente, a produção de força de uma célula solar ou de um módulo fotovoltaico é dependente da quantidade de luz, ou o número de fótons, dentro de uma faixa específica do espectro solar que passa através do substrato incidente de vidro e alcança o semicondutor fotovoltaico.

Desse modo, será observado que existe a necessidade com relação a um revestimento AR melhorado para as células solares ou para outras aplicações de substratos de vidro.

BREVE SUMÁRIO DE MODALIDADES DE EXEMPLO DA INVENÇÃO

Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, é provido um revestimento anti-reflexo (AR) aperfeiçoado sobre um substrato incidente de vidro de uma célula solar ou semelhante. Este revestimento AR funciona para a redução do reflexo da luz a partir do substrato de vidro, permitindo dessa forma que mais luz dentro do espectro solar passe através do substrato incidente de vidro e chegue ao semicondutor fotovoltaico de tal forma que a célula solar possa ser mais eficiente. Em outras modalidades de exemplo desta invenção, esse revestimento AR é usado em outras em aplicações que não em células solares, tais como em vitrines de lojas, armações de display, molduras de fotografias, outros tipos de janelas etc.

Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção o revestimento de AR inclui uma camada graduada que inclui uma mistura de óxido de titânio (por exemplo, TiO_2 ou outra estequiometria adequada) e óxi-

do se sílica (por exemplo, SiO_2 ou outra estequiometria adequada). Em determinadas modalidades de exemplo, a camada graduada inclui uma quantidade maior de óxido de silício do lado da camada graduada mais próximo do substrato de vidro do que um lado da camada graduada mais longe do substrato de vidro. Além do mais, em determinadas modalidades de exemplo, a
5 camada graduada inclui uma quantidade maior de óxido de titânio em um lado da camada graduada mais afastada do substrato de vidro do que em um lado da camada graduada mais próxima do substrato de vidro. Um tipo adicional de revestimento tal como de óxido de silício ou semelhante pode
10 ser provido sobre a camada graduada em determinadas modalidades de exemplo. Desse modo, é possível prover um revestimento AR sobre um substrato de vidro com a utilização de uma combinação das abordagens de índice de refração graduado e interferência destrutiva.

Em determinadas modalidades de exemplo, nas quais a camada
15 graduada, que têm um índice de refração graduado ou variante (n), é depositado, (como por exemplo, através de crepitação ou semelhante) sobre o vidro (diretamente ou indiretamente) quando o perfil da composição varia a partir de predominantemente SiO_2 próximo a superfície do vidro até um material de índice mais elevado predominantemente TiO_2 mais afastado da superfície do vidro, pode ser mudada efetivamente o índice de refração (n) da
20 superfície do "vidro" até cerca de 2,3 a 2,5. Em seguida, uma camada de SiO_2 a cerca de 1/4 da espessura da onda (a partir de cerca de 100 nm) depositada sobre o topo da camada graduada de $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ irá atuar como um revestimento de interferência destrutiva e por esse motivo, anti-refletora. A
25 camada de SiO_2 tem uma espessura física a partir de cerca de 80 até 140 nm, de mais preferência de cerca de 110 até 130 nm, e de maior preferência de cerca de 125 nm em determinadas modalidades de exemplo de modo a representar uma espessura de 1/4 de onda.

Em determinadas modalidades de exemplo, é provida uma célula
30 solar compreendendo: camada fotovoltaica e pelo menos um substrato de vidro em um lado incidente à luz da camada fotovoltaica; um revestimento anti-reflexo provido sobre o substrato de vidro, o revestimento anti-reflexo

estando localizado em um lado incidente à luz do substrato de vidro; em que o revestimento anti-reflexo compreende uma camada graduada provida diretamente sobre e em contato com o substrato de vidro, a camada graduada incluindo uma mistura de óxido de silício e óxido de titânio, com mais óxido de titânio sendo provido em uma posição mais afastada da camada graduada a partir do substrato de vidro do que em uma parte próxima à camada graduada mais próxima do substrato de vidro; e em que o revestimento anti-reflexo também compreende uma camada composta por óxido de silício localizada sobre a camada graduada.

- 10 Em determinadas modalidades de exemplo, é provida uma célula solar que compreende: uma camada fotovoltaica e pelo menos um substrato de vidro sobre um lado incidente à luz da camada fotovoltaica; um revestimento anti-reflexo provido sobre o substrato de vidro, o revestimento anti-reflexo estando localizado em lado incidente à luz do substrato de vidro; em
- 15 que o revestimento anti-reflexo compreende uma camada graduada que inclui uma mistura de óxido de silício e de óxido de metal (M), com mais óxido de metal (M) estando provido na parte mais afastada da camada graduada afastada do substrato de vidro do que em uma parte mais próxima da camada graduada mais próxima do substrato de vidro, e em que M é um ou mais
- 20 do grupo de Ti, Zr e Al; e em que a camada anti-reflexo ainda compreende uma camada composta de óxido de silício localizada sobre a camada graduada.

- Em ainda outras modalidades de exemplo desta invenção, é provido um artigo revestido que compreende: um substrato de vidro e um revestimento anti-reflexo sobre o substrato de vidro, em que o revestimento anti-reflexo compreende uma camada graduada que inclui uma mistura de óxido de silício e óxido de titânio, com mais óxido de titânio estando provido em uma parte mais afastada da camada graduada afastada do substrato de vidro do que em uma parte próxima da camada graduada mais próxima do
- 25 substrato de vidro; e em que o revestimento anti-reflexo também compreende uma camada composta por óxido de silício localizada sobre a camada graduada.
- 30

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista em corte transversal de um artigo revestido incluindo um revestimento anti-reflexo (AR) de acordo com uma modalidade desta invenção.

- 5 a figura 2 é uma vista em corte transversal de uma célula solar que pode usar o revestimento anti-reflexo (AR) da figura 1, de acordo com uma modalidade de exemplo desta invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MODALIDADES DE EXEMPLO DA INVENÇÃO

- 10 Com referência a seguir, mais especificamente aos desenhos que acompanham esta descrição nos quais numerais de referência iguais indicam partes iguais através de todas as várias vistas.

- Esta invenção se refere a revestimento anti-reflexo (AR) que podem ser providos para artigos revestidos tais como células solares, vitrines de lojas, armações de display, molduras de fotografias, outros tipos de janelas e os semelhantes.

- Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, um revestimento anti-refletor (AR) aperfeiçoado é provido sobre um substrato de vidro incidente de uma célula solar ou semelhante. Este revestimento (AR) funciona para a redução do reflexo da luz a partir do substrato de vidro, permitindo por meio disso que mais luz, dentro do espectro solar passe através do substrato de vidro incidente e chegue ao semicondutor fotovoltaico de tal forma que a célula solar possa ser mais eficiente. Em outras modalidades de exemplo desta invenção, esse revestimento AR é usado em outras aplicações do que as células solares, tais como em vitrines de lojas, armações de display, molduras de fotografias, outros tipos de janelas e os semelhantes. O substrato de vidro pode ser um superestrato ou qualquer outro tipo de substrato de vidro em casos diferentes.

- A figura 1 é uma vista em corte transversal de um artigo revestido de acordo com uma modalidade de exemplo desta invenção. O artigo revestido da figura 1, inclui um substrato de vidro 1 e um revestimento AR 3. O revestimento AR inclui uma camada graduada 3a e uma camada de cobertu-

ra 3b. A camada graduada 3a pode ser graduada com relação ao seu material e/ou ao valor do índice de refração (n).

Na modalidade da figura 1, a camada graduada 3a inclui uma mistura de um óxido de titânio (como por exemplo, TiO_2 ou outra estequiometria adequada, tal como TiO_x na qual x é a partir de 1,0 até 2,0) e óxido de silício (como por exemplo SiO_2 ou outra estequiometria adequada, tal como SiO_x em que x é a partir de 1,0 até 2,0). Em determinadas modalidades de exemplo, a camada graduada 3a inclui uma quantidade maior de óxido de silício em um lado da camada graduada 3a mais próximo do substrato de vidro 1 do que em um lado da camada graduada 3a mais afastado do substrato de vidro 1. Além disso, em determinadas modalidades de exemplo, a camada graduada 3a inclui uma quantidade maior de óxido de titânio em um lado da camada graduada 3a mais afastada do substrato de vidro 1 do que em um lado da camada graduada 3a mais próxima do substrato de vidro 1.

Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, a parte p1 da camada 3a mais próxima do substrato de vidro 1 é feita predominantemente de óxido de silício (por exemplo, SiO_2) e a parte p2 da camada graduada 3a mais afastada do substrato de vidro 1 é feita predominantemente de óxido de titânio (por exemplo, TiO_2). Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, a parte p1 da camada graduada 3a mais próxima do substrato de vidro 1 é a partir de 40 a 100% de óxido de silício (por exemplo, SiO_2) de mais preferência a partir de cerca de 50 a 100%, ainda de mais preferência a partir de cerca de 70 a 100% e de maior preferência a partir de cerca de 80 a 100% de óxido de silício(com o restante sendo feito de óxido de titânio ou de algum outro material). Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, a parte p2 da camada graduada 3a mais afastada a partir do substrato de vidro 1 é de a partir de cerca de 40 a 100% de óxido de titânio (por exemplo, TiO_2), de mais preferência a partir de cerca de 50 a 100%, ainda de mais preferência a partir de cerca de 70 a 100% e de maior preferência a partir de cerca de 80 a 100% de óxido de titânio (com o restante sendo feito de óxido de silício ou de algum outro material). Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção as partes

p1 e p2 da camada graduada 3a podem entrar em contato uma com a outra próximo ao centro da camada, enquanto que em outras modalidades de exemplo desta invenção as partes p1 e p2 da camada graduada 3a podem estar separadas uma da outra através de uma parte intermediária da camada graduada 3a que é provida na parte central da camada graduada como mostrada na figura 1.

Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, o valor do índice de refração (n) da camada graduada 3a varia através de toda a sua espessura, com o índice de refração (n) sendo menor na parte da camada 3a mais próxima do substrato de vidro 1 e maior na parte da camada 3a mais afastada a partir do substrato de vidro 1. Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, o valor do índice de refração da parte p1 da camada graduada 3a mais próxima do substrato de vidro pode ser a partir de cerca de 1,46 até 1,9, de mais preferência a partir de cerca de 1,46 até 1,8, ainda de mais preferência a partir de cerca de 1,46 até 1,7, e possivelmente a partir de cerca de 1,46 até 1,6. A parte p1 mais próxima da camada 3a pode ser a partir de cerca de 5 até 10.000 Å de espessura, possivelmente a partir de cerca de 10 até cerca de 500 Å de espessura, em determinadas modalidades de exemplo desta invenção. Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, o valor do índice de refração da parte mais afastada p2 da camada graduada 3a mais afastada do substrato 1 pode ser a partir de cerca de 1,8 até 2,55, de mais preferência a partir de cerca de 1,9 até 2,55, ainda de mais preferência a partir de cerca de 2,0 até 2,55, e possivelmente a partir de cerca de 2,3 até 2,55. A parte p2 mais afastada da camada 3a pode ser a partir de cerca de 5 até 10.000 Å de espessura, possivelmente a partir de cerca de 10 até cerca de 500 Å de espessura, em determinadas modalidades desta invenção. Foi descoberto que o uso de óxido de titânio (Ti) na camada graduada 3a é especificamente vantajoso em que ele permite que seja possível um valor alto do índice de refração na parte externa p2 da camada graduada 3a, aumentando por esse motivo as propriedades de anti-reflexão do revestimento AR.

A camada graduada 3a pode ser depositada sobre o substrato de

vidro 1 de qualquer maneira adequada. Por exemplo, a camada graduada 3a pode ser depositada através de crepitação em determinadas modalidades de exemplo. Em determinados casos de exemplo, a camada pode ser depositada por crepitação por inicialmente depositar por crepitação diversas camadas em uma seqüência com proporções variáveis de óxido de silício para o óxido de titânio; e em seguida a seqüência de camadas resultante pode ser tratada com calor (como por exemplo, de 250 a 900 graus C). Para o depósito dessa seqüência de camadas inicialmente podem ser usados alvos de Si, SiAl, Ti e/ou SiTi. Por exemplo um alvo ou alvos de crepitação de Si ou SiAl em uma atmosfera gasosa de oxigênio e argônio pode ser usado para o depósito por crepitação da camada ou das camadas inferiores da seqüência. Um alvo ou alvos de crepitação de Ti em uma atmosfera gasosa de oxigênio e argônio pode ser usado para o depósito por crepitação da camada ou das camadas, de topo da seqüência, e um alvo ou alvos de Si/Ti em uma atmosfera gasosa de oxigênio e argônio pode ser usado para o depósito por crepitação da camada ou das camadas intermediárias da seqüência. O perfil da difusão ou o perfil da composição poderá ser controlado através do tempo e da temperatura do tratamento com calor ao qual a seqüência foi submetida de modo a resultar um uma camada graduada 3a como discutida acima. No entanto, não há necessidade do tratamento ser utilizado. Outras técnicas para a formação da camada graduada 3a podem ser usadas ao invés.

A camada graduada 3a pode ser de espessura adequada em determinadas modalidades de exemplo desta invenção. No entanto, em determinadas modalidades de exemplo, a camada graduada 3a tem uma espessura de pelo menos um comprimento de onda de luz. Além do mais, o valor do índice de refração (n) e/ou a composição material da camada graduada 3a pode variar através de toda a camada tanto de uma maneira contínua como não contínua em modalidades de exemplo diferentes desta invenção.

A camada graduada usa óxido de titânio como um material de alto índice na modalidade da figura 1. NO entanto, é observado que Zr pode ser usado para substituir ou suplementar o Ti na modalidade da figura 1 em

determinadas modalidades alternativas desta invenção. Em ainda outras modalidades de exemplo, Al pode ser usado para a substituição ou para a suplementação de Ti na modalidade da figura 1 em determinadas modalidades alternativas desta invenção.

- 5 Uma camada anti-refletora 3b de ou incluindo um material tal como o óxido de silício (por exemplo, SiO_2) ou semelhante pode ser provida sobre a camada graduada 3a em determinadas modalidades de exemplo desta invenção como mostrado na figura 1, por exemplo. Em determinadas modalidades de exemplo, a espessura da camada anti-refletora de cobertura
- 10 3b é de aproximadamente uma espessura de 1,4 de onda (um quarto da espessura de onda mais/menos cerca de 5 ou 10%) de tal modo a atuar como uma camada de revestimento de interferência destrutiva reduzindo por essa razão o reflexo a partir da interface entre as camadas 3a e 3b. Quando a
- 15 camada de espessura de um quarto de onda 3b é composta de SiO_2 a cerca de uma espessura de 1/4 de onda, então a camada 3b irá ter uma espessura física de a partir de cerca de 80 até 140 nm, de mais preferência a partir de cerca de 120 até 130 nm, e de maior preferência de cerca de 125 nm em determinadas modalidades de exemplo de modo a representar uma espessura de 1,4 de onda. Enquanto o óxido de silício branco é preferido para a
- 20 camada destrutiva de interferência 3b em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, é possível usar outros materiais para essa camada 3b em outras modalidades de exemplo desta invenção. Quando são usados outros materiais para a camada 3b, a camada 3b pode também ter uma espessura aproximada de 1/4 de onda em determinadas modalidades de exemplo desta invenção. A camada inclusiva de óxido de silício 3b pode ser
- 25 relativamente densa em determinadas modalidades de exemplo desta invenção; como por exemplo, a partir de cerca de 75 a 100% de dureza, para finalidades de proteção. É observado que é possível a formação de outra ou outras camadas 3b em determinados casos de exemplos, embora em muitas
- 30 modalidades a camada 3b é a camada mais exterior do revestimento AR 3.

A camada 3b pode ser depositada sobre a camada 3a. de qualquer maneira adequada. Por exemplo, um objetivo de Si ou de SiAl pode ser

crepitado em uma atmosfera de oxigênio e argônio para depositar por crepitação a camada inclusiva 3b de óxido de silício. Alternativamente, a camada incluída 3b de óxido de silicone pode ser depositada através de pirólise de chama, ou através de qualquer outra técnica adequada tão como por pulverização, revestimento por cilindro, impressão através de precursor de solução de sol-gel de sílica (em seguida secando e curando), revestimento com uma dispersão de sílica de partículas nano ou coloidais, deposição por fase de vapor, e assim dor diante.

É observado que o óxido de silício da camada 3a e/ou 3b pode ser aditivado com outros materiais tais como alumínio, nitrogênio etc. Da mesma forma, o óxido de titânio da camada 3a pode ser aditivado com outro ou outros materiais bem como em determinados casos das modalidades.

Devido ao uso de aproximadamente um quarto de espessura de onda da camada 3b, é possível prover um revestimento AR 3 sobre o substrato de vidro 1 com a utilização de abordagens de uma combinação de um índice de refração graduado (devido a camada 3a) e de interferência destrutiva (devido a camada 3b). A abordagem do índice graduado permite que os reflexos sejam reduzidos na interface entre o substrato de vidro 1 e a camada graduada 3a, enquanto que a interferência destrutiva permite que os reflexos sejam reduzidos na interface entre as camadas 3a e 3b. Foi descoberto que isso pode aumentar a produção de força de uma célula solar a partir de cerca de 1,0 até 4,0%, de mais preferência a partir de cerca de 1,3 até 2,5%, em determinadas modalidades de exemplo desta invenção.

Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, pode ser usado vidro de alta transmissão e baixo ferro para o substrato de vidro 1 com a finalidade de aumentar ainda mais a transmissão da radiação (por exemplo, os fótons) para a camada ativa da célula solar ou semelhante. Por exemplo, e sem limitação, o substrato de vidro 1 pode ser de qualquer um dos vidros descritos em qualquer dos pedidos de Patente Us Serial Nos. 11/049.292 e/ou 11/122.218, a descrição dos quais são incorporadas aqui, neste pedido de patente por referência.

Determinados vidros para o substrato de vidro1 (que podem ou

não ser padronizados em casos diferentes) de acordo com as modalidades de exemplo desta invenção utilizam vidro plano de cal de soda - sílica como a sua composição de base de vidro. Além da composição de base de vidro, uma parte de corante pode ser provida com a finalidade de conseguir um

5 vidro que seja bem claro em cor e/ou que tenha uma transmissão visível alta. Um vidro de base de cal de soda - sílica de acordo com determinadas modalidades desta invenção, em uma base de percentagem em peso, inclui os ingredientes básicos que se seguem:

EXEMPLO DE VIDRO DE BASE

10	Ingrediente	% em peso
	SiO ₂	67-75 %
	Na ₂ O	10-20 %
	CaO	5-15 %
	MgO	0-7 %
15	Al ₂ O ₃	0-5 %
	K ₂ O	0-5 %
	Li ₂ O	0-1.5%
	BaO	0-1 %

Outros ingredientes menores, incluindo diversos auxiliares de

20 refino convencionais, tais como SO₃, carbono e os semelhantes também podem ser incluídos no vidro de base. Em determinadas modalidades, por exemplo, o vidro aqui, deste pedido de patente, pode ser feito a partir de batelada de matérias-primas de sílica, areia, cinza de cal, dolomita, pedra de cal, com o uso de sais de sulfato tais como torta de sal (Na₂SO₄) e/ou sal de Epson (MgSO₄ x 7H₂O) e/ou gesso (como por exemplo, combinação de cerca

25 de 1:1 de qualquer um) como agentes de refino. Em determinadas modalidades de exemplo, os vidro de base de cal de soda - sílica daqui, deste pedido de patente incluem em peso a partir de cerca de 10 a 15% de Na₂O e a partir de cerca de 6 a 12% de CaO.

30 Além do vidro de base acima, na fabricação de vidro de acordo com determinadas modalidades de exemplo da presente invenção a batelada de vidro inclui materiais (incluindo corantes e/ou oxidantes) que fazem

com que o vidro resultante seja razoavelmente neutro em cor (ligeiramente amarelo em determinadas modalidades de exemplo, indicados através de um valor b^* positivo) e/ou ter uma transmissão de luz altamente visível. Esses materiais podem tanto estar presentes nos matérias-primas (por exemplo, pequenas quantidades de ferro), como podem ser adicionados aos materiais do vidro de base na batelada (por exemplo, cério, érbio e/ou semelhante). Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, o vidro resultante tem uma transmissão visível de pelo menos 75%, de mais preferência de pelo menos 80%, ainda de mais preferência de pelo menos 85%, e de maior preferência de pelo menos cerca de 90% (algumas vezes de pelo menos 91%) (Lt D65). Em determinados casos não limitativos de exemplo, essas altas transmissões podem ser conseguidas em uma espessura de vidro de referência de cerca de 3 a 4 mm. Em determinadas modalidades desta invenção, além do vidro de base, o vidro e/ou a batelada de vidro compreende ou consiste essencialmente nos materiais como mostrados na Tabela 2 abaixo (em termos de percentagem em peso da composição total do vidro):

EXEMPLO DE MATERIAIS ADICIONAIS EM VIDRO

Ingrediente	Geral (% p)	Mais preferência	Maior Preferência
ferro total (expresso como Fe_2O_3):	0,001 – 0,06 %	0,005 – 0,04 %	0,01 – 0,03 %
óxido de cério:	0 – 0,30 %	0,01 – 0,12 %	0,01 – 0,07 %
TiO_2	0 – 1,0 %	0,005 – 0,1 %	0,01 – 0,04 %
Óxido de érbio:	0,05 a 0,5 %	0,1 a 0,5 %	0,1 a 0,35 %

Em determinadas modalidades de exemplo, o teor total de ferro do vidro é de mais preferência a partir de 0,01 até 0,06%, de mais preferência a partir de 0,01 até 0,04%, e de maior preferência a partir de 0,01 até 0,03%. Em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, a parte de corante é substancialmente isenta de outros corantes (outros que não quantidades, potencialmente, de traço). No entanto, deve ser observado que outras quantidades de outros materiais (como por exemplo, auxiliares de refino, auxiliares de fusão, corantes e/ou impurezas) podem estar presentes

no vidro em determinadas outras modalidades desta invenção sem se afastar do(s) propósito(s) e do(s) objetivo(s) da presente invenção. Por exemplo, em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, a composição do vidro é substancialmente isenta de, ou isenta de, um, dois, três, quatro ou
5 tudo de: óxido de érbio, óxido de níquel, óxido de cobalto, óxido de neodímio, óxido de cromo e selênio. A frase "substancialmente isento de" significa mão mais do que 1 ppm e possivelmente tão baixo quanto 0 ppm do elemento ou do material. É observado que, embora a presença de óxido de cério é preferido em muitas modalidades desta invenção, ele não é necessário em
10 todas as modalidades e por certo é intencionalmente omitido em muitos casos. No entanto, em determinadas modalidades de exemplo desta invenção, pequenas quantidades de óxido de érbio podem ser adicionadas ao vidro em sua parte colorida (por exemplo, a partir de cerca de 0,1 até cerca de 0,5% de óxido de érbio).

15 A quantidade total de ferro presente na batelada de vidro e no vidro resultante, isto é, na parte corante do mesmo, é expressa aqui, neste pedido de patente, em termos de Fe_2O_3 de acordo com a prática padrão. Isso, no entanto, não implica que todo o ferro está na realidade na forma de Fe_2O_3 (ver a discussão acima com relação a este assunto). Da mesma forma, a quantidade de ferro no estado ferroso (Fe^{+2}) é registrada aqui, neste
20 pedido de patente como FeO , mesmo embora todo o ferro em estado ferroso na batelada de vidro ou no vidro possa não estar na forma de FeO . Como mencionado acima, o ferro no estado ferroso (Fe^{2+} ; FeO) é um corante azul esverdeado, enquanto que o ferro no estado férrico (Fe^{3+}) é um corante amarelo esverdeado; e o corante azul esverdeado do ferro ferroso é de interesse específico, uma vez que como um corante forte ele introduz uma cor significativa dentro do vidro que pode algumas vezes não ser desejada
25 quando se procura conseguir uma cor neutra ou transparente.

É observado que a superfície incidente à luz do substrato de vidro 1 pode ser plana ou em configurações diferentes em modalidades de
30 exemplos diferentes desta invenção.

A figura 2 é uma vista em, corte transversal de uma célula solar

ou de um dispositivo fotovoltaico, para a conversão da luz em eletricidade, de acordo com uma modalidade de exemplo desta invenção. A célula solar da figura 2 usa o revestimento AR 3 e o substrato de vidro 1 mostrados na figura 1 em determinadas modalidades de exemplo desta invenção. A luz que entra ou incidente, incide primeiro sobre a camada 3b do revestimento AR 3, passa através de todo ele e em seguida através da camada 3a e através do substrato de vidro 1 antes de alcançar o semicondutor fotovoltaico da célula solar (ver à camada de película fina da célula solar na figura 2). Observe que a célula solar também pode incluir, porém não necessita de, um eletrodo tal como um óxido condutor transparente (TCO), um óxido de aumento do reflexo ou película EVA, e/ou um contato metálico posterior como mostrado no Exemplo da figura 2. Outros tipos de células solares podem naturalmente ser usados, e a célula solar da figura 2 é provida meramente para finalidades de exemplo e entendimento. Como explicado acima, o revestimento AR 3 reduz o reflexo da luz incidente e permite que mais luz chegue a camada de película fina do semicondutor da célula solar permitindo por meio disso que a célula solar possa atuar de forma mais eficiente.

Embora determinados dos revestimentos AR 3 acima discutidos sejam usados no contexto das células solares/módulos, esta invenção não está limitada a eles. Os revestimentos AR de acordo com a invenção podem ser usados em, outras aplicações tais como para molduras de fotografias, portas de lareira, e os semelhantes. Também outras camadas podem ser providas sobre o substrato de vidro sob o revestimento AR de tal forma que o revestimento AR seja considerado sobre o substrato de vidro mesmo se outras camadas sejam providas entre eles. Também, embora a camada graduada 3a esteja diretamente sobre e em contato com o substrato de vidro 1 na modalidade da figura 1, é possível prover outra ou outras camadas entre o substrato de vidro e a camada graduada em modalidades alternativas desta invenção.

Embora esta invenção tenha sido descrita em conexão com o que é atualmente considerado como sendo à modalidade mais prática e de preferência, deve der entendido que a invenção não está limitada a modali-

dade descrita, porém ao contrário, está destinada a cobrir diversas modificações e disposições equivalentes incluídos dentro do espírito e do âmbito das reivindicações apensas.

REIVINDICAÇÕES

1. Célula solar compreendendo:

uma camada fotovoltaica e pelo menos um substrato de vidro em um lado incidente à luz da camada fotovoltaica;

5 um revestimento anti-reflexo provido sobre o substrato de vidro, o revestimento anti-reflexo estando localizado em um lado incidente à luz do substrato de vidro;

 em que o revestimento anti-reflexo compreende uma camada graduada provida diretamente sobre e em contato com o substrato de vidro, a camada graduada incluindo uma mistura de óxido de silício e óxido de titânio, com mais óxido de titânio sendo provido em uma parte mais afastada da camada graduada afastada do substrato de vidro do que uma parte próxima da camada graduada mais próxima do substrato de vidro; e

 em que o revestimento anti-reflexo compreende ainda uma camada composta por óxido de silício localizada sobre a camada graduada.

2. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a parte próxima da camada graduada tem um valor de índice de refração de menos do que o da parte mais afastada da camada graduada.

3. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a parte próxima da camada graduada é feita predominantemente de óxido de silício.

4. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a parte próxima da camada graduada tem um valor de índice de refração a partir de cerca de 1,46 até 1,9.

5. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a parte próxima da camada graduada tem um valor de índice de refração a partir de cerca de 1,46 até 1,7, em que o óxido de titânio é o TiO_2 e o óxido de silício é o SiO_2 .

6. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a parte afastada da camada graduada tem um valor de índice de refração a partir de cerca de 2,0 até 2,55.

7. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a parte afastada da camada graduada tem um valor de índice de refração a partir de

cerca de 2,3 até 2,55.

8. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a parte afastada da camada graduada é feita predominantemente de óxido de titânio.

5 9. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a camada que compreende o óxido de silício tem aproximadamente uma espessura de um quarto de onda.

10 10. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a camada que compreende o óxido de silício é a partir de cerca de 80 até 140 nm, de mais preferência a partir de cerca de 110 até 130 nm.

11. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a parte mais próxima da camada graduada é feita de a partir de cerca de 40 a 100% de óxido de silício e a parte mais afastada da camada graduada é feita a partir de cerca de 50 a 100% de óxido de titânio.

15 12. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que a parte mais próxima da camada graduada é feita a partir de cerca de 70 a 100% de óxido de silício e a parte mais afastada da camada graduada é feita a partir de cerca de 70 a 100% de óxido de titânio.

20 13. Célula solar que compreende:
uma camada fotovoltaica e pelo menos um substrato de vidro em um lado incidente à luz da camada fotovoltaica;

um revestimento anti-refletor provido sobre o substrato de vidro, o revestimento anti-refletor estando localizado em um lado incidente à luz do substrato de vidro;

25 em que o revestimento anti-refletor compreende uma camada graduada que inclui uma mistura de óxido de silício e um óxido de metal (M), com mais óxido de metal (M) estando provido em uma parte mais afastada da camada graduada do que do substrato de vidro do que em uma parte mais próxima da camada graduada, mais próxima do substrato de vidro, e
30 em que M é um ou mais do grupo de Ti, Zr e Al; e

em que o revestimento anti-refletor compreende também uma camada que é composta por óxido de silício localizada sobre a camada gra-

duada.

14. Célula solar de acordo com a reivindicação 13, em que a parte mais próxima da camada graduada é feita predominantemente de óxido de silício.

5 15. Célula solar de acordo com a reivindicação 13, em que a parte mais próxima da camada graduada tem um valor de índice de refração a partir de cerca de 1,46 até 1,7.

16. Célula solar de acordo com a reivindicação 13, em que a parte mais afastada da camada graduada tem um valor de índice de refração a
10 partir de cerca de 2,0 até 2,55.

17. Célula solar de acordo com a reivindicação 13, em que a camada que compreende o óxido de silício tem uma espessura de aproximadamente um quanto de onda.

18. Célula solar de acordo com a reivindicação 13, em que a ca-
15 mada que compreende o óxido de silício é a partir de cerca de 80 até 140 nm.

19. Célula solar de acordo com a reivindicação 1, em que o substrato de vidro compreende:

Ingrediente % em peso

20	SiO ₂	67 – 75 %
	Na ₂ O	10 – 20 %
	CaO	5 – 15 %
	total de ferro (expresso como (Fe ₂ O ₃))	0,001 a 0,06%
	óxido de cério	0 a 0,30%

25 em que o próprio substrato de vidro tem uma transmissão visível de pelo menos 90%, um valor a* de cor transmissível de -1,0 até + 1,0, e um valor b* de cor transmissível de a partir de 0 até + 1,5.

20. Artigo revestido compreendendo:

um substrato de vidro e um revestimento anti-reflexo sobre o
30 substrato de vidro;

em que o revestimento anti-reflexo compreende uma camada graduada que inclui uma mistura de óxido de silício e de óxido de titânio,

com mais óxido de titânio sendo provido em uma parte mais afastada da camada graduada afastada do substrato de vidro do que em uma parte próxima da parte da camada graduada mais próxima do substrato de vidro; e

- em que o revestimento anti-reflexo compreende também uma
- 5 camada composta por óxido de silício localizada sobre a camada graduada.

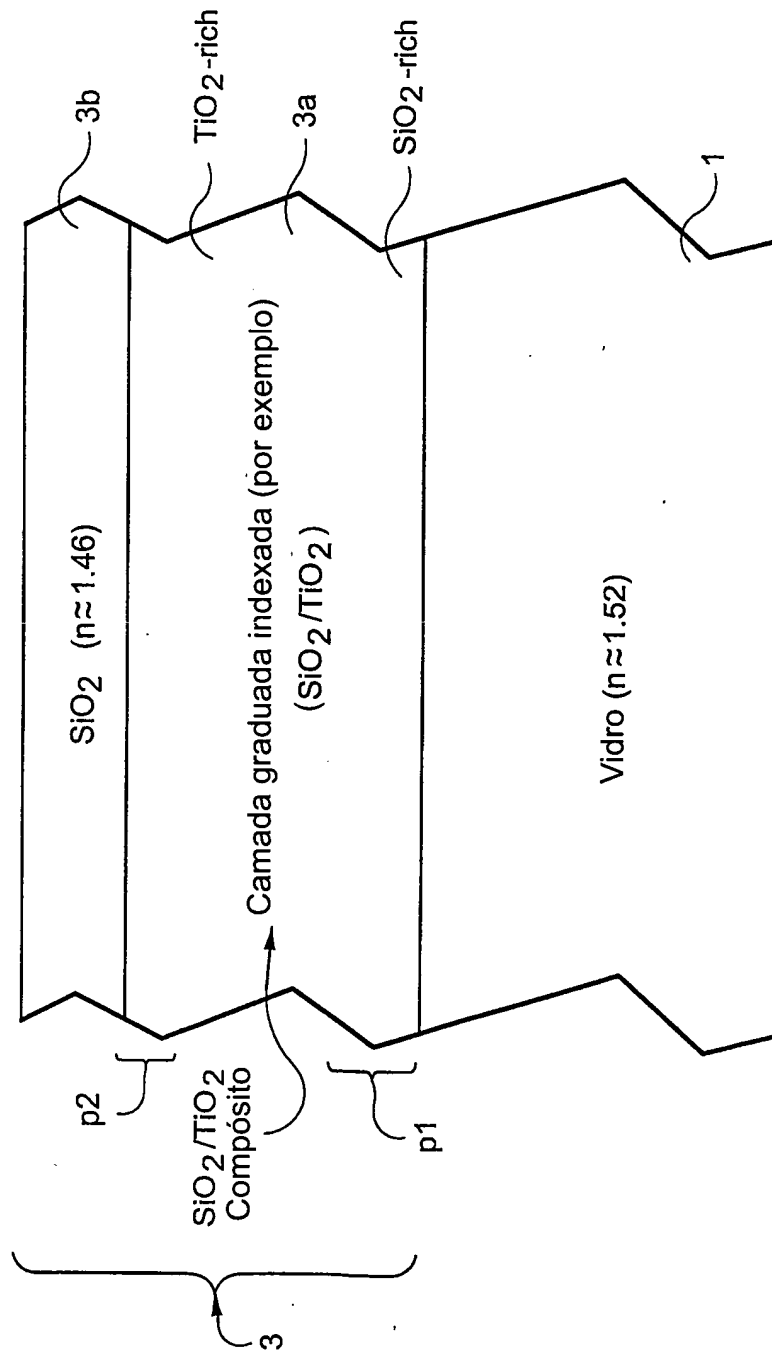


Fig. 1

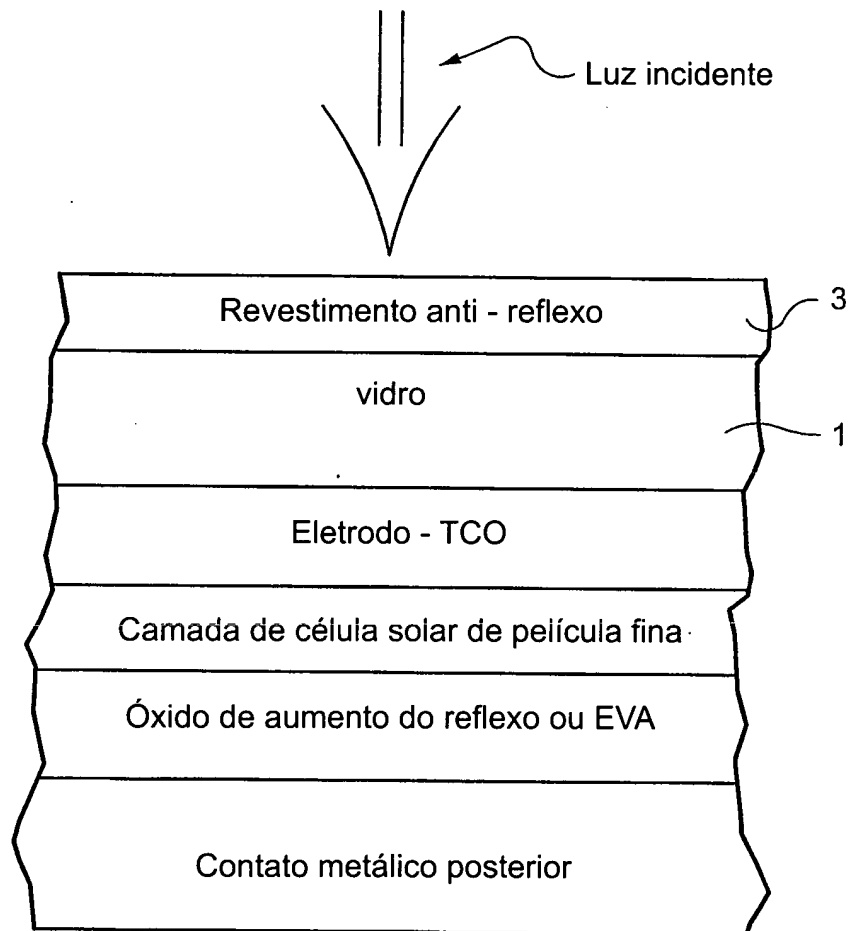


Fig. 2

RESUMO

Patente de Invenção: "CÉLULA SOLAR COM REVESTIMENTO ANTI-REFLETIDOR COM CAMADA GRADUADA INCLUINDO MISTURA DE ÓXIDO DE TITÂNIO E ÓXIDO DE SILÍCIO".

- 5 A presente invenção refere-se a um artigo revestido (como por exemplo, uma célula solar) que inclui um revestimento anti-reflexo (AR) aperfeiçoado. Este revestimento AR funciona para a redução do reflexo da luz a partir de um substrato de vidro, permitindo por meio disso que mais luz dentro do espectro solar passe através de substrato de vidro incidente. Em
- 10 determinadas modalidades de exemplo, o revestimento AR inclui uma camada de base graduada tendo um valor de índice de refração variável, e uma camada de cobertura que pode ser provida para finalidades de interferência destrutiva.