



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

(21) **PI 0612079-2 A2**

BRPI0612079A2

(22) Data de Depósito: 13/06/2006
(43) **Data da Publicação: 20/12/2011**
(RPI 2137)

(51) Int.Cl.:
C03C 17/34
C03C 17/36

(54) Título: VIDRAÇA REVESTIDA COM UM REVESTIMENTO COM CONTROLE SOLAR, E PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UMA VIDRAÇA COM CONTROLE SOLAR TRATADA A QUENTE

(30) Prioridade Unionista: 16/06/2005 GB 0512253.6

(73) Titular(es): PILKINGTON GROUP LIMITED

(72) Inventor(es): Ayse Ersoy, Claire Elizabeth Jones, Emma Billinge

(74) Procurador(es): Walter de Almeida Martins

(86) Pedido Internacional: PCT GB2006002132 de 13/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/134335de 21/12/2006

(57) Resumo: VIDRAÇA REVESTIDA COM UM REVESTIMENTO COM CONTROLE SOLAR, PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UMA VIDRAÇA COM CONTROLE SOLAR TRATADA A QUENTE. A invenção se refere a uma vidraça revestida, com um revestimento com controle solar, compreendendo, em sequência, pelo menos as seguintes camadas transparentes: uma camada dielétrica inferior, uma camada funcional compreendendo pelo menos um metal ou composto metálico, e uma camada dielétrica superior, a camada funcional compreendendo pelo menos um dentre tungstênio, molibdênio, uma liga baseada em tungstênio, uma liga baseada em molibdênio, seus nitretos, carbetos e/ou boretos.



PI0612079-2

VIDRAÇA REVESTIDA COM UM REVESTIMENTO COM CONTROLE SOLAR, E
PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UMA VIDRAÇA COM CONTROLE SOLAR
TRATADA A QUENTE

A invenção se refere a vidraças revestidas com um
5 revestimento com controle solar e, de modo particular, a
vidraças revestidas tratáveis a quente com um revestimento
com controle solar.

Revestimentos para controle solar compreendem, de
modo característico, uma camada funcional constituída de,
10 pelo menos, um metal ou composto metálico, a espessura e
seu material sendo escolhidos para conceder, à vidraça
revestida, uma transmitância de energia solar e de luz
visível reduzida, tal redução ocorrendo parcialmente por
absorção e parcialmente por reflexão. Materiais típicos
15 para camadas funcionais de revestimentos para controle
solar são metais como Ni, Cr, Ti, Zr, Ta, Hf, Nb, e suas
ligas, p. ex., aço inoxidável ou NiCr, além de certos
compostos desses, p. ex., seus nitretos, boretos e/ou
carbeto. A transmitância total da energia solar
20 (normalmente fornecida como valor g ou TSHT e compreendendo
a transferência de energia por transmissão direta e por re-
radiação) dessas vidraças revestidas com controle solar é
tipicamente ligeiramente maior, igual ou ligeiramente menor
que sua transmitância luminosa T_L .

25 As camadas funcionais desses revestimentos com

controle solar são normalmente intercaladas entre uma camada dielétrica inferior, disposta próximo à superfície do vidro, e uma camada dielétrica superior acima da camada funcional, uma ou ambas fornecendo uma ou mais das funções:

- 5 - anti-refletora da camada funcional por interferência ótica;
- influência do crescimento da camada funcional;
- proteção mecânica e química para melhorar, p. ex., a resistência à corrosão e contra arranhões do
- 10 revestimento;
- barreira contra difusão de gases, como oxigênio ou nitrogênio, de componentes do substrato de vidro e/ou de componentes das camadas de revestimento;
- estabilização da camada funcional durante
- 15 tratamentos térmicos etc.

Tais camadas dielétricas são muitas vezes compostas somente de uma única camada, mas podem compreender, de modo alternativo, diversas camadas parciais e/ou misturas de materiais essencialmente dielétricos, que podem, porém, ser

20 complementados por baixas quantidades e/ou finas camadas de outros materiais, incluindo metais.

Vidraças tratadas a quente, que são enrijecidas para conceder propriedades de segurança e/ou ser dobradas, são necessárias para um grande número de área de aplicação,

25 por exemplo, para vitrificações arquitetônicas ou de veículos a motor. É conhecido que, para enrijecer

termicamente e/ou dobrar vidraças, é necessário processar as vidraças por um tratamento térmico em temperaturas próximo ou acima do ponto de amolecimento do vidro usado e, a seguir, para enrijecê-las por resfriamento rápido ou para 5 dobrá-las com o auxílio dos meios de dobramento. A faixa de temperaturas relevante é para vidro 'float' padrão do tipo de sílica - cal - soda, tipicamente de cerca de 590-690 °C, as vidraças sendo mantidas nessa faixa de temperaturas por diversos minutos antes de iniciar o processo de 10 enrijecimento e/ou dobramento real.

"Tratamento térmico", "tratado a quente" e "tratável a quente", na descrição a seguir e nas reivindicações, se referem a processos de dobramento e/ou enrijecimento térmico, tais como acima mencionados.

15 Podem surgir dificuldades, se essas vidraças tiverem que ser dotadas de revestimentos, de modo particular com revestimentos compreendendo pelo menos uma camada funcional de composto metálico oxidável ou baseado em metal, p. ex., para conceder propriedades de controle 20 solar. Tais revestimentos não são normalmente tratáveis a quente em si, o que significa que suas camadas funcionais tendem a oxidar, perdendo assim pelo menos parcialmente sua função de controle solar, ou serem mesmo destruídas parcial ou inteiramente. Embora fosse possível aplicar os 25 revestimentos à vidraça após o tratamento térmico ter ocorrido, será preferível que revestimentos, capazes de

suportar tais tratamentos térmicos, fossem disponibilizados. Quando vidraças revestidas com controle solar forem destinadas a ser tratadas a quente, as camadas dielétricas intercalando a camada funcional precisam ser bem selecionadas para protegê-las contra oxidação durante o tratamento térmico e para estabilizá-las contra os efeitos da difusão. Camadas constituídas essencialmente de nitreto de silício, oxinitreto de silício, nitreto de alumínio, oxinitreto de alumínio, ou suas misturas, são bem conhecidas e foram, repetidas vezes, propostas na técnica como camadas dielétricas em revestimentos com controle solar tratáveis a quente.

Revestimentos com controle solar, tais como anteriormente descritos, são divulgados, por exemplo, na JP-A 05-124 839, EP 0 386993 B1, EP 0 501 632 B1, EP 0 536 607 B1, EP 0 546 302 B1, EP 0 747 329 B1, EP 1 218 307 A1, EP 1 448 491 A1, US 6,689,475 B1, WO 2004-046 058 A1, WO 2004-063 111 A1 E WO 2004-070 072 A2.

Embora algumas das vidraças revestidas com controle solar conhecidas tenham sido mostradas, como sendo de valor prático e serem disponibilizadas ao mercado dos produtos de vidros planos, existe ainda a necessidade para melhoria e para provisão de revestimentos alternativos, permitindo otimizar as propriedades óticas, mecânicas e químicas das vidraças revestidas com controle solar.

Assim, a invenção objetiva, de modo geral, fornecer

vidraças revestidas do tipo acima descrito, propiciando vidraças com propriedades de controle solar.

De modo particular, a invenção objetiva fornecer revestimentos com controle solar, que resistam às
5 influências ambientais normais durante a armazenagem, transporte e uso das vidraças revestidas, e suportem as condições mecânicas e químicas atuando sobre as vidraças revestidas durante as etapas usuais de manuseio e processamento, sem uma perda significativa de qualidade.

De modo mais particular ainda, essas vidraças
10 revestidas devem ser tratáveis a quente e preservar suas propriedades acima mencionadas, também após um tratamento térmico. Neste contexto, a invenção objetiva manter baixo o valor de névoa das vidraças revestidas durante um
15 tratamento térmico.

Outro objetivo é minimizar as variações das propriedades óticas da vidraça revestida, devido a um tratamento térmico, de modo que vidraças revestidas tratadas a quente e não tratadas a quente possam ser
20 usadas lado a lado, sem possuir uma aparência substancialmente distinta.

A invenção objetiva, de modo particular, alcançar valores médios e altos de transmitância luminosa e de energia solar, p. ex., valores de transmitância luminosa
25 acima de 30 %.

A invenção é definida na reivindicação 1.

Modalidades preferidas da invenção são apresentadas nas reivindicações dependentes. Uma vitrificação, compreendendo pelo menos uma vidraça revestida inventiva, é o objeto da reivindicação 14. Um processo para a fabricação de uma vidraça com controle solar tratada a quente é o objeto da reivindicação 15.

Uma vidraça revestida, de acordo com a invenção, é apresentada com um revestimento com controle solar compreendendo em seqüência, partindo da superfície de vidro, pelo menos as seguintes camadas transparentes: uma camada dielétrica inferior, uma camada funcional compreendendo pelo menos um metal ou composto metálico, e uma camada dielétrica superior, onde a camada funcional compreende pelo menos um dentre tungstênio, molibdênio, uma liga baseada em tungstênio, uma liga baseada em molibdênio, seus nitretos, carbetos e/ou boretos.

Ligas baseadas em tungstênio ou molibdênio devem ser entendidas como ligas com um teor predominante do material básico, cujas propriedades relevantes são ainda dominadas pelo material básico. Embora a faixa aceitável do teor dos constituintes ligantes dependa dos constituintes da liga, tais ligas deverão compreender tipicamente pelo menos cerca de 50 %at., de preferência pelo menos cerca de 75 %at. ou mais frequentemente de pelo menos cerca de 90 %at. do material básico. Ligas contendo cerca de 10-30 %at. de titânio e/ou cromo e 90-70 %at. de tungstênio podem ser

mencionadas, como exemplos para ligas baseadas em tungstênio.

De modo particular, mas não exclusivo, se a vidraça revestida tiver que ser tratável a quente, prefere-se que a
5 camada funcional contenha tungstênio puro ou uma liga baseada em tungstênio ou, mais preferivelmente, um nitreto de tungstênio ou de uma liga baseada em tungstênio com uma razão atômica de tungstênio ou de liga baseada em tungstênio : nitrogênio entre cerca de 10 : 1 e 1 : 2 e,
10 mais preferivelmente ainda, entre cerca de 3 : 1 e 1,01 : 1. Foi observado que átomos de tungstênio se difundem substancialmente menos através do revestimento, do que outros materiais conhecidos para fins de controle solar, tal como NiCr, quando sujeitos a um tratamento térmico, o
15 que significa que uma camada funcional contendo tungstênio, uma liga baseada em tungstênio ou seu nitreto é menos passível à degradação por tratamento térmico. Experimentos dos inventores indicam que, se um nitreto de tungstênio for fornecido com uma razão atômica de tungstênio para
20 nitrogênio ligeiramente superior a 1 : 1 (nitrato de tungstênio ligeiramente subestequiométrico), condições de processo e propriedades de produtos utilizadas podem ser alcançadas.

A espessura da camada funcional transparente é
25 principalmente escolhida, de acordo com a transmitância da energia solar e luminosa destinada à vidraça revestida.

Para a maioria das finalidades, uma espessura na faixa de cerca de 2 a 40 nm será apropriada, uma faixa de espessuras de 2 - 15 nm sendo particularmente preferida para altos e médios valores da transmitância luminosa e de energia solar.

A camada funcional pode ser composta de uma única camada, ou pode compreender diversas camadas parciais e/ou uma mistura de material, desde que a parte predominante da camada funcional seja composta dos materiais acima listados, de modo que a função de controle solar seja predominantemente fornecida pelos materiais especificados, de acordo com a invenção. Como parte predominante deve ser entendido um teor de pelo menos cerca de 50%, normalmente de pelo menos cerca de 75% e, mais preferivelmente, de pelo menos cerca de 90%, cada qual em percentagem atômica da camada funcional integral. A camada funcional não compreende, de modo particular, qualquer quantidade substancial de prata ou de outros metais nobres. Além disso, ela não contém qualquer quantidade substancial de oxigênio.

A finalidade técnica das camadas dielétricas inferior e superior, que podem ser, conforme acima mencionado, camadas únicas, ou podem ser compostas de diversas camadas parciais, é principalmente anti-refletir a camada funcional. Além disso, de modo particular no caso do vidro revestido tiver que ser tratável a quente, os

materiais dessas camadas dielétricas são de preferência escolhidos, de modo que seja fornecida uma função de barreira contra difusão de oxigênio e outros átomos através do revestimento durante um tratamento térmico.

5 Para as camadas dielétricas inferior e superior servindo principalmente como camadas anti-refletoras, pode ser escolhida uma variedade de materiais bastante conhecidos pelas pessoas versadas na técnica para este fim. Se a vidraça revestida tiver que ser tratável a quente, a
10 camada dielétrica inferior e/ou a superior, de preferência, compreende pelo menos uma camada de um nitreto ou oxinitreto de silício e/ou alumínio. Especialmente preferidas são camadas do tipo oxinitreto de silício
15 alumínio com uma razão atômica Al : Si da ordem de cerca de 2 - 10% e uma razão atômica O : N da ordem de cerca de 3 - 30%.

Para alcançar a propriedade anti-refletora desejada e para atuar corretamente como uma barreira contra difusão, a camada dielétrica superior deve ter, de preferência, uma
20 espessura geométrica entre cerca de 20 e 60 nm para os materiais acima mencionados, que possuem um índice refrativo a 550 nm de cerca de 2. Para a camada dielétrica inferior tendo o mesmo índice refrativo, uma espessura entre cerca de 5 e 30 nm é preferida. Essas espessuras
25 precisarão ser adaptadas, conforme bastante conhecido na técnica, se materiais tendo diferentes índices refrativos

forem usados.

Um revestimento com controle solar preferido, de acordo com a invenção, consiste de uma camada dielétrica inferior compreendendo uma camada de nitreto ou oxinitreto de silício dopado com Alumínio, de uma camada funcional 5 compreendendo um nitreto de tungstênio ou de uma liga baseada em tungstênio, e de uma camada dielétrica superior compreendendo uma camada de nitreto ou oxinitreto de silício dopado com Alumínio, mais preferivelmente sem 10 qualquer outra camada substancial.

As espessuras das camadas transparentes individuais do revestimento com controle solar podem ser amplamente variadas, de acordo com as propriedades específicas pretendidas. É geralmente preferido, que as espessuras das 15 camadas individuais do revestimento sejam definidas, de modo que, se depositado sobre uma vidraça transparente tendo uma transmitância luminosa T_L sem o revestimento de 90%, a transmitância luminosa T_L da vidraça revestida se situe na faixa de cerca de 10 - 70%, de preferência, na 20 faixa de cerca de 20 - 65% e, mais preferivelmente ainda, na faixa de mais do que 30% até 60%. A transmitância total de energia solar será, ao mesmo tempo, da ordem de cerca de 10% a cerca de 75% (cerca de 20 - 70%, de preferência, mais do que cerca de 30% até cerca de 65%).

25 Ao mesmo tempo, ou de modo alternativo, as espessuras das camadas individuais do revestimento são

definidas, de modo que a reflexão luminosa R_L da vidraça revestida se situe na faixa de cerca de 10 - 35%, de preferência na faixa de cerca de 15 - 25%.

A vidraça revestida inventiva permite alcançar uma
5 aparência comparativamente neutra na transmissão e
reflexão. Através do ajuste das espessuras das camadas
individuais de forma apropriada, as características de
cores podem ser alcançadas, quando os valores das cores de
transmissão se situarem na faixa de $0 \geq a_T^* \geq -3$ e $0 \geq b_T^* \geq$
10 -7 e os valores das cores de reflexão lateral do vidro se
situam na faixa de $2 \geq a_G^* \geq -4$ e $2 \geq b_G^* \geq -10$. As vidraças
revestidas terão, assim, a aparência muito natural e, na
maioria das vezes, ligeiramente azulada, azul-esverdeada ou
violeta-azulada na transmissão e na reflexão lateral do
15 vidro.

T_L e g são usados, de acordo com seu significado
geral, como uma medida do fluxo transmitido através da
vidraça revestida, como uma percentagem do fluxo incidente
de radiação solar luminosa (T_L) e como uma relação entre o
20 fluxo incidente e a radiação solar total (g).

De preferência, os materiais e espessuras das
camadas individuais e, de modo particular, das camadas
dielétricas do revestimento com controle solar são
escolhidos, de forma que a vidraça revestida seja tratável
25 a quente. Embora camadas dielétricas do tipo de
(oxi)nitreto de silício e/ou alumínio sejam preferidas,

outros materiais de barreira contra difusão bastante conhecidos como óxido de zinco / estanho, outros compostos de silício ou os materiais similares, podem ser alternativamente escolhidos.

5 Embora a condição de tratamento térmico, no seu significado mais amplo, envolva qualquer vidro revestido, cuja qualidade (incluindo, de modo particular, suas propriedades óticas e o número de falhas visíveis) não seja prejudicada, de modo significativo, durante um tratamento

10 térmico, prefere-se escolher os materiais e espessuras das camadas individuais do revestimento com controle solar, tal como $\Delta E^* \leq 3$, de preferência $\leq 2,5$ e, mais preferivelmente ≤ 2 para cada um dentre a reflexão lateral do vidro (ΔE_G^*), reflexão lateral revestida ou do filme (ΔE_F^*) e

15 transmissão (ΔE_T^*) após esse tratamento térmico, ΔE_i^* sendo definido como $\Delta E_i^* = ((\Delta a_i^*)^2 + (\Delta b_i^*)^2 + (\Delta L_i^*)^2)^{1/2}$, onde ΔL_i^* , Δa_i^* e Δb_i^* são as diferenças dos valores de cores L_i^* , a_i^* e b_i^* da vidraça revestida, cada qual antes e após um tratamento térmico.

20 Além disso, a invenção é direcionada a vidraças revestidas e tratadas a quente, tais como acima descritas, que mesmo após o tratamento térmico, exibam um valor de névoa de até 0,5, de preferência de até 0,4. "Névoa" significa a percentagem de luz transmitida, que na passagem

25 através da vidraça revestida se desvia do feixe incidente por dispersão para frente (medida de acordo com a ASTM D

1003-61). Um valor de névoa, que permaneça baixo durante um tratamento térmico, é um bom indicador para condição de tratamento térmico.

Finalmente, a invenção é dirigida a um processo
5 para fabricação de uma vidraça com controle solar tratada a quente, onde uma vidraça revestida com controle solar, tal como reivindicada nas reivindicações de produto, é tratada a quente por até 10 minutos a uma temperatura de 590 - 690 °C em uma atmosfera contendo oxigênio, a fim de que seu
10 valor de névoa permaneça abaixo de 0,5.

Embora o revestimento com controle solar inventivo seja, na maior parte das vezes, constituído somente das três camadas essenciais acima descritas, encontra-se dentro do escopo da invenção adicionar outras camadas auxiliares
15 geralmente conhecidas na técnica, como camadas de *primer*, camadas protetoras externas, camadas isolantes, camadas modificadoras de cores etc, ao revestimento para modificar suas propriedades, desde que essas camadas adicionais não prejudiquem as propriedades básicas do vidro revestido
20 pretendido pela invenção.

Além disso, se encontra dentro do escopo da invenção adicionar pequenas quantidades de aditivos (dopantes) aos materiais das camadas individuais, p. ex., se sua eficiência de deposição puder ser com isso
25 melhorada, desde que as propriedades dos materiais modificados não sejam significativamente prejudicadas,

quando comparadas aos materiais sem esses aditivos (dopantes).

A invenção não é limitada a um determinado processo de produção para o revestimento com controle solar. Porém, 5 é particularmente preferido, se pelo menos uma das camadas e, de preferência, todas as camadas sejam aplicadas por desintegração do catodo magnetron, quer no modo CC, quer no modo da frequência média, onde alvos metálicos ou semicondutores são desintegrados, de forma reativa ou não- 10 reativa, em uma atmosfera desintegradora adequada. Dependendo dos materiais a serem desintegrados, alvos planos ou rotativos podem ser usados.

Vidraças revestidas com controle solar, de acordo com a invenção, podem ser usadas, p. ex., como vidraças 15 monolíticas, como parte de vitrificações múltiplas com pelo menos um espaço interno enchido com ar, como parte de vitrificações laminadas para aplicações térmicas, arquitetônicas, automotivas, ou outras mais. Vitrificações com controle solar compreendendo uma vidraça revestida 20 inventiva são, de preferência, instaladas, de modo que o revestimento com controle solar seja disposto na segunda superfície contada a partir do lado externo da vitrificação. As superfícies contadas, neste particular, são apenas superfícies faceando a atmosfera ou um espaço 25 interno enchido com gás da vitrificação.

As vidraças usadas como um substrato para o

revestimento com controle solar, de acordo com a invenção, consistem normalmente de vidro de sílica - cal - soda produzido pelo processo de vidro 'float', e pode ser transparente ou pintado. Outras composições de vidro não são geralmente excluídas. As espessuras das vidraças dependem de sua aplicação pretendida, e se situam normalmente, mas sem limitação, entre cerca de 2 e 12 mm.

Em seguida, a invenção é explicada em mais detalhes com o auxílio de dois exemplos, sem a intenção de, com isso, limitar o escopo da invenção.

Exemplo 1

Uma vidraça 'float' transparente com 4 mm de espessura, tendo uma transmitância luminosa T_L de cerca de 90%, antes de ser revestida, foi colocada em um dispositivo desintegrador de laboratório, no qual foi disposto um alvo de silício dopado com Al contendo cerca de 10% em peso de alumínio e 90% em peso de silício e um alvo de tungstênio, e a câmara desintegradora foi evacuada.

Em uma primeira etapa de revestimento, a camada dielétrica inferior de um revestimento com controle solar inventivo foi depositada sobre a vidraça. Para este fim, uma mistura de gás desintegrador compreendendo Ar e N_2 em uma razão de 12 : 5 foi introduzida na câmara desintegradora. O alvo de silício dopado com Al foi ativado, pela aplicação de uma potência desintegradora de 900 W, usando uma fonte de energia pulsante. A vidraça foi

passada através do alvo de silício dopado com Al, até que uma camada de oxinitreto de silício dopado com Al com uma espessura de cerca de 15 nm fosse depositada. A camada de composto continha principalmente nitrogênio, mas também uma
5 baixa quantidade de oxigênio oriunda do oxigênio residual na atmosfera desintegradora.

Em uma segunda etapa de revestimento, a camada funcional do revestimento com controle solar foi depositada sobre a camada dielétrica inferior. Para este fim, um gás
10 desintegrador contendo somente Ar foi introduzido na câmara desintegradora. O alvo de tungstênio foi ativado, pela aplicação de uma potência desintegradora de 300 W, usando-se uma fonte de alimentação de CC. A vidraça foi movida através do alvo de tungstênio, até que uma camada de
15 tungstênio puro com uma espessura de cerca de 5 nm fosse depositada.

Em uma terceira etapa de revestimento, a camada dielétrica superior do revestimento com controle solar foi depositada sobre a camada funcional. Para este fim, uma
20 mistura de gás desintegrador contendo Ar e N₂ em uma razão de 12 : 5 foi novamente introduzida na câmara desintegradora. O alvo de silício dopado com Al foi ativado novamente, pela aplicação de uma potência desintegradora de 900 W, usando uma fonte de alimentação alternada. A vidraça
25 foi movida através do alvo de silício dopado com Al, até que outra camada de oxinitreto de silício dopado com Al com uma

espessura de cerca de 35 nm fosse depositada.

Em seguida, a vidraça revestida foi tratada a quente durante 5 minutos a 650 °C.

As principais propriedades óticas da vidraça
5 revestida com controle solar, de acordo com o Exemplo 1,
são listadas na Tabela 1. A primeira linha contém os
valores óticos imediatamente após a deposição do
revestimento. A segunda linha contém os valores óticos,
após o tratamento térmico da vidraça revestida.

10 Os valores para a transmitância luminosa T_L
visível e a reflectância R_L foram medidos e calculados, de
acordo com métodos convencionais, p. ex., através do uso de
um espectrofotômetro Lambda 900 da Perkin Elmer ou um
Ultrascan XE da HunterLab (luz tipo D65, ângulo de
15 incidência 10°), para obter curvas espectrais de
transmissão e reflexão. Todos os valores de transmitância e
reflectância, incluindo a transmitância da energia solar
total (expressa como valor g) foram calculados, de acordo
com a EN 410.

20 As características de cores foram medidas e
reportadas, usando-se as coordenadas bem estabelecidas CIE
LAB L_i^* , a_i^* , b_i^* (ver p. ex. [0030] e [0031] na WO 2004-063
111 A1).

Tabela 1

	T _L [%]	R _L [%] lado do vidro	R _F [%] lado do filme	g	Propriedades de Transmissão (D65 a 10°)			Propriedades da Reflexão Lateral do Vidro (D65 a 10°)			Propriedades da Reflexão Lateral do Filme (D65 a 10°)		
					L _T *	a _T *	b _T *	L _G *	a _G *	b _G *	L _F *	a _F *	b _F *
Como depositado	45	22,3	18,6	0,53	72,9	-0,8	-0,7	54,6	-2,8	-6,5	50,1	-0,2	6,8
Tratado a quente	47,1	21,3	17,7	0,55	74,3	-0,7	-0,1	53,5	-2,9	-6,7	49	-0,3	5,1

Os valores da variação de cores, que foram provocados pelo tratamento térmico, foram calculados de acordo com:

5 $\Delta E_T^* = 1,53$ (Transmissão), $\Delta E_G^* = 1,12$ (Reflexão lateral do vidro) e $\Delta E_F^* = 2,03$ (Reflexão lateral do filme).

Todos esses valores estão bem abaixo de 3, indicando somente uma ligeira mudança na aparência da
10 vidraça revestida na transmissão e na reflexão.

O valor de névoa foi de 0,15 antes, e de 0,35 após o tratamento térmico, que é bem abaixo do limite superior de cerca de 0,5, que é normalmente aplicado para definir revestimentos tratáveis a quente.

15 Pode ser visto através da Tabela 1, que com um revestimento com controle solar, de acordo com o Exemplo 1, valores de transmitância luminosa ligeiramente abaixo de 50% são alcançados, o valor g sendo ao mesmo tempo

ligeiramente superior a 0,5 (correspondendo a uma transmitância de energia solar superior a 50%). A cor da transmissão é muito neutra, a cor refletida no lado do vidro, que é a cor relevante na maioria das aplicações e janelas com controle solar, é ligeiramente azulada, enquanto que a cor do lado menos importante de filme do vidro é ligeiramente amarelada. Esses valores variam somente ligeiramente durante o tratamento térmico.

Vidraças revestidas com controle solar, de acordo com o Exemplo 1, foram aprovadas em uma variedade de testes de envelhecimento e durabilidade.

Uma maneira para testar a durabilidade química de um vidro revestido é ferver a amostra de vidro revestido em cerca de 0,5 l de HCl a 5% durante 1 hora.

A durabilidade mecânica pode ser testada, pela aplicação de um teste de Taber. Um aparelho convencional de abrasão de Taber é usado para submeter a amostra de 10 * 10 cm² de vidro revestido a 300 rotações de duas rodas abrasivas C.S. 10 F, cada qual tendo um peso de 500 g afixado. Se arranhões substanciais não surgirem, quando observado a olho nu sob luz visível, o teste é aprovado e a vidro revestido é dita como sendo mecanicamente durável.

Ambos os testes foram aprovados por uma amostra revestida, de acordo com o Exemplo 1.

Exemplo 2

Uma vidro 'float' transparente com 4 mm de

espessura tendo uma transmitância luminosa T_L de cerca de 90%, antes de ser revestida, foi colocada em um dispositivo desintegrador de laboratório, no qual foi disposto um alvo de silício dopado com Al contendo cerca de 10% em peso de alumínio e 90% em peso de silício e um alvo de tungstênio, e a câmara desintegradora foi evacuada.

Em uma primeira etapa de revestimento, a camada dielétrica inferior de um revestimento com controle solar inventivo foi depositada sobre a vidraça. Para este fim, uma mistura de gás desintegrador compreendendo Ar e N_2 em uma razão de 12 : 5 foi introduzida na câmara desintegradora. O alvo de silício dopado com Al foi ativado, pela aplicação de uma potência desintegradora de 900 W, usando uma fonte de alimentação alternada. A vidraça foi passada através do alvo de silício dopado com Al, até que uma camada de oxinitreto de silício dopado com Al com uma espessura de cerca de 15 nm fosse depositada. A camada de composto continha principalmente nitrogênio, mas também uma baixa quantidade de oxigênio oriunda do oxigênio residual na atmosfera desintegradora.

Em uma segunda etapa de revestimento, a camada funcional do revestimento com controle solar foi depositada sobre a camada dielétrica inferior. Para este fim, uma mistura de gás desintegrador contendo Ar e N_2 , em uma relação de 3 : 4, foi introduzida na câmara desintegradora. O alvo de tungstênio foi ativado, pela aplicação de uma

potência desintegradora de 300 W, usando-se uma fonte de alimentação de CC. A vidraça foi movida através do alvo de tungstênio, até que uma camada de nitreto de tungstênio com uma espessura de cerca de 5 nm fosse depositada. O teor de nitrogênio da atmosfera desintegradora foi definido, de forma que a camada de nitreto de tungstênio fosse essencialmente estequiométrica. Nitreto de tungstênio ligeiramente subestequiométrico com um teor de nitrogênio ligeiramente inferior a 1 : 1 (relação atômica de nitrogênio : tungstênio) pode ter sido usado para otimizar ainda mais o revestimento.

Em uma terceira etapa de revestimento, a camada dielétrica superior do revestimento com controle solar foi depositada sobre a camada funcional. Para este fim, uma mistura de gás desintegrador contendo Ar e N₂ em uma razão de 12 : 5 foi novamente introduzida na câmara desintegradora. O alvo de silício dopado com Al foi ativado novamente, pela aplicação de uma potência desintegradora de 900 W, usando uma fonte de alimentação alternada. A vidraça foi movida através do alvo e silício dopado com Al, até que outra camada de oxinitreto de silício dopado com Al com uma espessura de cerca de 35 nm fosse depositada.

Em seguida, a vidraça revestida foi tratada a quente durante 5 minutos a 650 °C.

As principais propriedades óticas da vidraça revestida com controle solar, de acordo com o Exemplo 2,

são listadas na Tabela 2. A primeira linha contém os valores óticos imediatamente após a deposição do revestimento. A segunda linha contém os valores óticos, após o tratamento térmico da vidraça revestida.

5 Todos os valores na Tabela 2 foram determinados, de acordo com os métodos descritos no contexto do Exemplo 1.

Tabela 2

	T_L	R_L	R_f	g	Propriedades de Transmissão (D65 a 10°)			Propriedades da Reflexão Lateral do Vidro (D65 a 10°)			Propriedades da Reflexão Lateral do Filme (D65 a 10°)		
	[%]	[%] lado do vidro	[%] lado do filme		L_T^*	a_T^*	b_T^*	L_G^*	a_G^*	b_G^*	L_F^*	a_F^*	b_F^*
Como depositado	55	22,3	20,6	0,61	79	-0,5	-0,8	54,5	-2,8	-5,5	52,5	-0,9	2,3
Tratado a quente	56	22,4	20,5	0,62	79,6	-0,4	1	54,6	-2,7	-4,7	52,3	-0,9	2,5

Os valores da variação de cores, que foram
10 provocados pelo tratamento térmico foram calculados, de acordo com:

$\Delta E_T^* = 0,64$ (Transmissão), $\Delta E_G^* = 0,81$ (Reflexão lateral do vidro) e $\Delta E_F^* = 0,28$ (Reflexão lateral do filme).

15 Todos esses valores estão bem abaixo de 1, indicando uma mudança praticamente invisível na aparência da vidraça revestida na transmissão e na reflexão.

O valor de névoa foi de 0,15 antes, e de 0,31 após

o tratamento térmico, que é bem abaixo do limite superior 0,5, que é normalmente aplicado para definir revestimentos tratáveis a quente.

Pode ser visto através da Tabela 2, que com um
5 revestimento com controle solar, de acordo com o Exemplo 2, valores de transmitância luminosa de cerca de 55% e valores g de cerca de 0,6 podem ser alcançados. A cor da transmissão é extremamente neutra, a cor refletida no lado do vidro é ligeiramente azulada, enquanto que a cor do lado
10 do vidro revestido é neutra a ligeiramente amarelada. Esses valores permanecem ligeiramente inalterados durante o tratamento térmico.

Vidraças revestidas com controle solar, de acordo com o Exemplo 2, foram aprovadas em uma variedade de testes
15 de envelhecimento, dentre os quais são citados o teste de HCl e o teste de Taber, mencionados no Exemplo 1.

Embora a invenção tenha sido especialmente descrita com referência às camadas funcionais baseadas em tungstênio, camadas funcionais baseadas em molibdênio
20 levarão a resultados de propriedades similares. Se nenhuma condição de tratamento térmico for almejada em outros materiais dielétricos bastante conhecidos para fins anti-reflexivos, p. ex., SnO_2 , ZnO , TiO_2 ou semelhantes, podem substituir o oxinitreto de silício alumínio nas camadas
25 dielétricas.

- REIVINDICAÇÕES -

1. VIDRAÇA REVESTIDA COM UM REVESTIMENTO COM CONTROLE SOLAR, CARACTERIZADA pelo fato de compreender, em seqüência, pelo menos as seguintes camadas transparentes:

- 5 - uma camada dielétrica inferior,
 - uma camada funcional compreendendo pelo menos um metal ou composto metálico, e
 - uma camada dielétrica superior,
e pelo fato da
10 - camada funcional compreender pelo menos um dentre tungstênio, molibdênio, uma liga baseada em tungstênio, uma liga baseada em molibdênio, seus nitretos, carbetos e/ou boretos.

2. Vidraça revestida, de acordo com a reivindicação
15 1, CARACTERIZADA pelo fato da camada funcional compreender tungstênio puro ou uma liga baseada em tungstênio.

3. Vidraça revestida, de acordo com a reivindicação
1, CARACTERIZADA pelo fato da camada funcional compreender um nitreto de tungstênio ou de uma liga baseada em
20 tungstênio, com uma razão atômica de tungstênio ou liga baseada em tungstênio : nitrogênio entre 10 : 1 e 1 : 2.

4. Vidraça revestida, de acordo com a reivindicação
3, CARACTERIZADA pelo fato da camada funcional compreender um nitreto de tungstênio ou de uma liga baseada em
25 tungstênio, com uma razão atômica de tungstênio ou liga baseada em tungstênio : nitrogênio entre 3 : 1 e 1,01 : 12.

5. Vidraça revestida, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, CARACTERIZADA pelo fato da camada dielétrica superior conter uma camada de um nitreto ou oxinitreto de silício e/ou alumínio.

5 6. Vidraça revestida, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, CARACTERIZADA pelo fato da camada dielétrica inferior conter uma camada de um nitreto ou oxinitreto de silício e/ou alumínio.

10 7. Vidraça revestida, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, CARACTERIZADA pelo fato da camada dielétrica inferior conter uma camada de um nitreto ou oxinitreto de silício dopado com Alumínio, da camada funcional conter um nitreto de tungstênio ou de uma liga baseada em tungstênio, e da camada dielétrica superior
15 conter uma camada de nitreto ou oxinitreto de silício dopado com Alumínio.

8. Vidraça revestida, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, CARACTERIZADA pelo fato da espessura das camadas individuais do revestimento ser
20 definida, de forma que, se depositadas sobre uma vidraça transparente tendo uma transmitância luminosa T_L sem o revestimento de 90 %, a transmitância luminosa T_L da vidraça revestida se situe na faixa de 10 - 70 %, de preferência na faixa de 20 - 65 %, mais preferivelmente na
25 faixa de mais de 30 % a 60 %.

9. Vidraça revestida, de acordo com qualquer uma

das reivindicações 1 a 8, CARACTERIZADA pelo fato das espessuras das camadas individuais do revestimento serem definidas, de forma que a reflexão luminosa R_L se situe na faixa de 10 - 35 %, de preferência na faixa de 15 - 25 %.

5 10. Vidraça revestida, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, CARACTERIZADA pelo fato das espessuras das camadas individuais do revestimento ser definidas, de forma que os valores da cores de transmissão se situem na faixa de $0 \geq a_T^* \geq -3$ e $0 \geq b_T^* \geq -7$, e os
10 valores das cores de reflexão lateral do vidro se situem na faixa de $2 \geq a_g^* \geq -4$ e $2 \geq b_g^* \geq -10$.

11. Vidraça revestida, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, CARACTERIZADA pelo fato dela ser tratável a quente.

15 12. Vidraça revestida, de acordo com a reivindicação 11, CARACTERIZADA pelo fato de $\Delta E^* \leq 3$, de preferência inferior a 2,5 e, mais preferivelmente, inferior a 2, para cada uma dentre a reflexão lateral do vidro, reflexão lateral de revestimento e transmissão após
20 um tratamento térmico.

13. Vidraça revestida e tratada a quente, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, CARACTERIZADA pelo fato se seu valor de névoa após o tratamento térmico ser de até 0,5, de preferência, de até 0,4.

25 14. Vitrificação com controle solar compreendendo

uma vidraça revestida, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, CARACTERIZADA pelo fato dela ser disposta sobre a segunda superfície contada a partir do exterior da vitrificação.

- 5 15. PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UMA VIDRAÇA COM
CONTROLE SOLAR TRATADA A QUENTE, CARACTERIZADO pelo fato de
uma vidraça com controle solar tratada a quente, de acordo
com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, ser tratada a
quente por até 10 minutos a uma temperatura de 590 - 690 °C
10 em uma atmosfera de oxigênio, de modo que seu valor de
névoa permaneça abaixo de 0,5.

- RESUMO -

VIDRAÇA REVESTIDA COM UM REVESTIMENTO COM CONTROLE SOLAR, E
PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UMA VIDRAÇA COM CONTROLE SOLAR
TRATADA A QUENTE

5 A invenção se refere a uma vidraça revestida, com
um revestimento com controle solar, compreendendo, em
seqüência, pelo menos as seguintes camadas transparentes:
uma camada dielétrica inferior, uma camada funcional
compreendendo pelo menos um metal ou composto metálico, e
10 uma camada dielétrica superior, a camada funcional
compreendendo pelo menos um dentre tungstênio, molibdênio,
uma liga baseada em tungstênio, uma liga baseada em
molibdênio, seus nitretos, carbetos e/ou boretos.