



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

(21) **PI0901047-5 A2**



(22) Data de Depósito: 30/04/2009
(43) Data da Publicação: 28/12/2010
(RPI 2086)

(51) *Int.Cl.:*
C03C 17/44

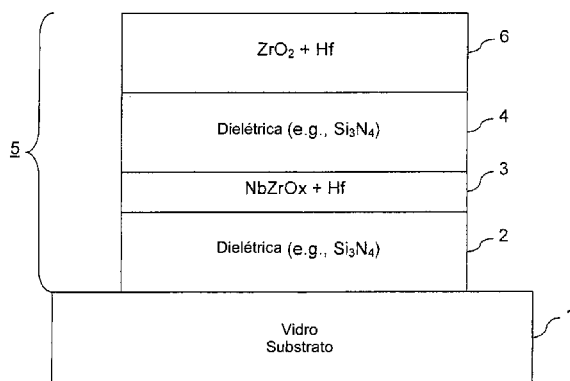
(54) Título: **ARTIGO REVESTIDO TERMICAMENTE TRATÁVEL COM ZIRCÔNIO NIÓBIO E HÁFNIO, INCLUSIVE CAMADA DE REFLEXÃO DE IR E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DO MESMO**

(30) Prioridade Unionista: 20/03/2009 US 61/202,633

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

(72) Inventor(es): Bernd Disteldorf, Jingyu Lao, Kevin O'Connor

(57) Resumo: ARTIGO REVESTIDO TERMICAMENTE TRATÁVEL COM ZIRCÔNIO NIÓBIO E HÁFNIO, INCLUSIVE CAMADA DE REFLEXÃO DE IR E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DO MESMO. A presente invenção refere-se a um artigo revestido é proporcionado de modo a incluir um revestimento de controle solar tendo uma camada de reflexão de infravermelho (IR) em sanduíche entre pelo menos um par de camadas dielétricas. A camada de reflexão de IR inclui NbZr e/ou NbZrO_x junto com háfnio em determinadas modalidades da presente invenção. Uma sobrecamada protetora de óxido de zircônio (por exemplo, ZrO₂ ou outra estequiometria adequada) e háfnio também pode ser proporcionada em determinadas modalidades exemplificativas. O uso de tais materiais como (uma) camada(s) de reflexão de IR permite que o artigo revestido tenha boa resistência à corrosão a soluções alcalinas, bom desempenho mecânico, tal como resistência à arranhadura e/ou boa estabilidade da cor (isto é, (um) baixo(s) valor(es) de AE*) quando de tratamento térmico (HT). O artigo revestido pode ou não ser termicamente tratado em diferentes modalidades da invenção





PI0901047-5

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "ARTIGO REVESTIDO TERMICAMENTE TRATÁVEL COM ZIRCÔNIO NIÓBIO E HÁFNIO, INCLUSIVE CAMADA DE REFLEXÃO DE IR E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DO MESMO".

5 CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a determinadas modalidades exemplificativas de artigos revestidos que incluem pelo menos um óxido de zircônio ($NbZrO_x$) e háfnio (Hf), inclusive uma camada de reflexão de IR e/ou um método de fabricação dos mesmos. Em determinadas modalidades exemplificativas, uma sobrecamada protetora de óxido de zircônio (por exemplo, ZrO_2 ou outra estequiometria adequada) e háfnio também pode ser proporcionado. Tais artigos revestidos podem ser usados no contexto de janelas monolíticas, unidades de janela com vidro de isolamento (IG), janelas laminadas e/ou outras aplicações adequadas.

15 ANTECEDENTES E SUMÁRIO DE MODALIDADES EXEMPLIFICATIVAS DA INVENÇÃO

Revestimentos de controle solar tendo uma pilha de camadas de vidro/ Si_3N_4 /NiCr/ Si_3N_4 são conhecidos, onde a camada de NiCr metálica é a única camada de reflexão de infravermelho (IR) no revestimento. Em determinados casos, a camada de NiCr pode ser nitrada. Infelizmente, embora tais pilhas de camadas com camadas de reflexo de IR de NiCr proporcionem controle solar eficiente e sejam bons revestimentos em geral, algumas vezes elas são deficientes em termos de: (a) resistência à corrosão ácida (por exemplo, HCl em ebulição); (b) desempenho mecânico, tal como resistência à arranhadura; e/ou (c) estabilidade da cor quando de tratamento térmico para 25 têmpera, curvatura térmica ou similares (isto é, valor(es) de ΔE^* muito altos). Por exemplo, um artigo revestido termicamente tratável conhecido tendo uma pilha de camadas de vidro/ Si_3N_4 /NiCr/ Si_3N_4 tem altos valores de ΔE^* reflexivo do lado com vidro, acima de 5,0 após tratamento térmico (HT) de 30 625 ou 650 graus C durante cerca de dez minutos. Esse alto valor de ΔE^* reflexivo do lado com vidro significa que o artigo revestido, quando de HT, não é comparável aproximadamente de sua contraparte sem HT com rela-

ção à cor reflexiva do lado com vidro após tal HT.

Consequentemente, há uma necessidade na técnica por um artigo revestido que tem características aperfeiçoadas com relação a (a), (b) e/ou (c) comparado com uma pilha de camadas convencional de vidro/
5 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{NiCr}/\text{Si}_3\text{N}_4$, mas o qual ainda é capaz de desempenho térmico aceitável (por exemplo, bloqueio de uma quantidade razoável de radiação IR e/ou UV) e/ou tratamento térmico. É uma característica de determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção preencher pelo menos uma das necessidades listadas acima e/ou outras necessidades as quais se tornarão
10 evidentes para aqueles habilitados na técnica, uma vez fornecida a divulgação a seguir.

Um desenvolvimento recente pelo cessionário da presente invenção, apresentado na Patente U.S. Nº 6.994.910 (aqui incorporada por referência) é o uso de uma pilha de camadas de vidro/ $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{NbN}_x/\text{Si}_3\text{N}_4$, onde o NbN_x é usado como a camada de reflexão de IR. Essa pilha de camadas é vantajosa com relação à pilha de camadas de vidro/ $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{NiCr}/\text{Si}_3\text{N}_4$ antes mencionada pelo fato de que artigos revestidos com a camada de reflexão de IR de NbN_x têm uma estabilizada aperfeiçoada da cor quando de tratamento térmico (isto é, menores valores de ΔE^*) e/ou durabilidade aperfeiçoada.
20

Embora artigos revestidos tendo uma pilha de camadas de vidro/ $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{NbN}_x/\text{Si}_3\text{N}_4$ representem aperfeiçoamentos na técnica, algumas vezes elas são deficientes com relação à durabilidade química. Isso é porque, por exemplo, o NbN_x sofre dano quando exposto a determinados produtos químicos, tais como soluções alcalinas, por exemplo, quando de exposição a um teste de NaOH em ebulição de uma hora para medição da durabilidade. Em uso comercial, pequenos furos podem se formar na camada de nitreto de silício externa, desse modo, expondo o NbN_x em determinadas áreas; se ela é danificada por soluções alcalinas, isso pode levar a problemas de durabilidade. Por exemplo, determinadas fotografias na Patente U.S. Nº 6.852.419 (aqui incorporada por referência) ilustram que camadas de Nb e NbN_x são frequentemente danificadas pelo teste de NaOH em ebulição de
30

uma hora (uma hora de ebulição em solução incluindo solução de NaOH a cerca de 0,1 normal - NaOH a 0,4% misturado com água -- a cerca de 195 graus F). Para o teste de ebulição, veja ASTM D 1308-87, incorporada aqui por referência.

5 Outro desenvolvimento recente é o uso de CrN_x como uma camada de reflexão de IR em tal pilha de camadas. Infelizmente, embora o CrN_x tenha excepcional durabilidade química, seu desempenho térmico não é tão bom.

 Além disso, a Patente U.S. Nº 6.852.419 comumente cedida divulga o uso de NbCr e NbCrN_x como camadas de reflexão de IR. Embora o NbCr e NbCrN_x tenham ambos excelente durabilidade, há um conflito entre a durabilidade química e o desempenho térmico em revestimentos baseados em NbCr e NbCrN_x . Em particular, ligas com maior teor de Cr têm excelente durabilidade química, mas melhor desempenho térmico é obtível para
10 menores teores de Cr. Assim, um compromisso tem de ser feito entre a durabilidade química e o desempenho térmico quando de uso de revestimentos os quais utilizam camadas reflexivas de Ir de NbCr ou NbCrN_x .
15

 Assim, será evidente que há uma necessidade na técnica por artigos revestidos os quais são capazes de obter desempenho aceitável de
20 controle solar e os quais também são duráveis quando de exposição a determinados produtos químicos, tais como ácidos e/ou soluções alcalinas (por exemplo, teste de NaOH em ebulição).

 Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, um revestimento ou sistema de camada é proporcionado o qual
25 inclui uma camada de reflexão de infravermelho (IR) compreendendo zircônio nióbio (NbZr) e/ou óxido de zircônio nióbio (NbZrO_x) em sanduíche entre pelo menos um substrato e uma camada dielétrica. Surpreendentemente, descobriu-se que a adição de Zr ao Nb faz com que os artigos revestidos resultantes tenham excelente durabilidade química e mecânica e também excelente
30 desempenho térmico. Além disso, surpreendentemente, descobriu-se que oxidação do NbZr (para formar NbZrO_x) permite ainda melhor estabilidade de cor quando de tratamento térmico (isto é, menor(es) valor(es) de

ΔE^*) comparado com situações onde o NbZr não é oxidado. Ainda, descobriu-se que a inclusão de pequenas quantidades de háfnio melhora a durabilidade do revestimento de NbZr ainda mais.

Em determinadas modalidades de NbZrO_x exemplificativas, descobriu-se, inesperadamente, que a oxidação (por exemplo, oxidação parcial) é particularmente benéfica com relação à diminuição do(s) valor(es) de ΔE^* . Por exemplo, em determinadas modalidades exemplificativas, descobriu-se que oxidação parcial do NbZr é particularmente benéfica quando uma faixa particular de teor de oxigênio para metal na camada é obtida. Por exemplo, a proporção atômica na camada de oxigênio para a combinação total de Nb e Zr pode ser representada, em determinadas modalidades exemplificativas, por (Nb+Zr)_xO_y, onde a proporção y/x (isto é, a proporção de oxigênio para Nb+Zr) é de 0,00001 para 1,0, ainda mais preferivelmente de 0,03 para 0,20 e, ainda mais preferivelmente, de 0,05 para 0,15. Descobriu-se que essas faixas de teor de oxigênio/metal, para fins de exemplo apenas e sem limitação, a menos que expressamente reivindicado, levam a valor(es) de ΔE^* significativamente aperfeiçoados, combinado com boa durabilidade. Conforme acima, descobriu-se que a inclusão de pequenas quantidades de háfnio melhora a durabilidade de revestimentos de NbZrO_x ainda mais.

Em determinadas modalidades exemplificativas não-limitativas, o fluxo de gás oxigênio (O₂), quando de metalização de um espécime de NbZr, pode ser de cerca de 0,5 a 6 sccm/kW, mais preferivelmente de cerca de 1 a 4 sccm/kW (onde kW é uma unidade de energia usada em metalização). Descobriu-se que esses fluxos de oxigênio, para fins de exemplo apenas e sem limitação, a menos que expressamente reivindicado, levam a valor(es) de ΔE^* significativamente aperfeiçoados.

Por exemplo, o uso de NbZrO_x em (uma) camada(s) de reflexão de IR permite que o(s) artigo(s) revestido(s) resultante(s) obtenha(m) pelo menos um de: (a) resistência à corrosão aperfeiçoada às soluções alcalinas, tal como NaOH (comparado com pilhas de camadas de vidro/Si₃N₄/Nb/Si₃N₄ e vidro/Si₃N₄/NbN_x/Si₃N₄); (b) bom desempenho térmico comparável com aquele do Nb e NbN_x; (c) bom desempenho mecânico, tal como resistência à

arranhadura; e/ou (d) boa estabilidade da cor quando de tratamento térmico (por exemplo, menor(es) valor(es) de ΔE^*) do que artigos revestidos com pilhas de camadas de vidro/ Si_3N_4 / NiCr / Si_3N_4).

Em virtude de sua seletividade espectral, o óxido de zircônio nióbio (NbZrO_x) proporciona desempenho térmico (por exemplo, bloqueio de IR) similar a ou melhor do que o NiCr e NbN_x , mas é surpreendentemente mais durável do que o NiCr e NbN_x . Além disso, descobriu-se, surpreendentemente que, em determinados casos, o uso de NbZrO_x em/como (uma) camada(s) de reflexão de IR permite que o revestimento de controle solar tenha estabilidade de cor significativamente aperfeiçoada quando de HT (por exemplo, um menor valor de ΔE^* com um determinado tempo de HT) do que o revestimento convencional antes mencionado onde NiCr metálico é usado como a camada de reflexão de IR. Adicionalmente, descobriu-se que a inclusão de pequenas quantidades de háfnio melhora a durabilidade dos revestimentos de NbZrO_x ainda mais.

Um artigo revestido de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção utiliza tal(is) camada(s) de reflexão de IR de NbZrO_x , também incluindo háfnio, em sanduíche entre pelo menos um par de camadas dielétricas de (um) material(is), tal como nitreto de silício ou algum(ns) outro(s) material(is) dielétrico(s) adequado(s). Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, a camada de NbZrO_x que inclui háfnio não está em contato com qualquer camada de reflexão de IR metálica (por exemplo, não está em contato com qualquer camada de Ag ou Au).

Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, artigos revestidos termicamente tratados (HT) incluindo uma(s) camada(s) reflexiva de IR de NbZr e/ou NbZrO_x que também inclui háfnio têm um valor de ΔE^* reflexivo do lado com vidro, em virtude de tratamento térmico, de não mais do que 4,0, mais preferivelmente não mais do que 3,0, mais preferivelmente não mais do que 2,5, ainda mais preferivelmente não mais do que 2,0, ainda mais preferivelmente não mais do que 1,5 e, algumas vezes ainda, não mais do que 1,0. Para fins de exemplo, o tratamento térmico (HT) pode ser durante pelo menos 5 minutos em uma temperatura de pelo

menos cerca de 580 graus C (por exemplo, dez minutos em cerca de 625 ou 650 graus C).

Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, a proporção Zr:Nb (% atômico) na camada(s) reflexiva de IR que inclui NbZr e/ou NbZrO_x pode ser de cerca de 0,001 para 1,0, mais preferivelmente de cerca de 0,001 para 0,60 e, ainda mais preferivelmente, de cerca de 0,004 a 0,50 e, ainda mais preferivelmente, de cerca de 0,05 para 0,2 (por exemplo, 0,11). Para fins de exemplo apenas, se um alvo de Nb/Zr a 90/10 for usado, a proporção Zr:Nb seria cerca de 0,11. Em determinadas modalidades exemplificativas, a camada de reflexão de IR compreendendo NbZr e/ou NbZrO_x pode incluir de cerca de 0,1 a 60% de Zr, mais preferivelmente de cerca de 0,1 a 40% de Zr, ainda mais preferivelmente de 0,1 a 20%, ainda mais preferivelmente de 0,1 a 15%, mais preferivelmente de cerca de 0,4 a 15% de Zr e, mais preferivelmente, de 3 a 12% de Zr (% atômico). Gás nitreto também pode ser usado de modo a nitratar, pelo menos parcialmente, o NbZrO_x em determinadas modalidades alternativas da presente invenção.

Em determinadas modalidades exemplificativas, uma camada de reflexão de NbZrO_x que também inclui háfnio geralmente inclui cerca de 10% de Zr, 80 a 90% de Nb e 0 a 10% de O_x. Em determinadas outras modalidades exemplificativas, o NbZrO_x que também inclui háfnio geralmente inclui cerca de 10% de Zr, 85 a 90% de Nb e 0 a 5% de O_x. A quantidade de háfnio incluída na(s) camada(s) é pequena. Por exemplo, em determinadas modalidades exemplificativas, a camada de reflexão de IR de NbZrO_x que também inclui háfnio tem, de preferência, cerca de 0,001 a 1% em peso de háfnio. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas. Uma camada de reflexão de IR de NbZrO_x que também inclui háfnio adequada pode ser depositada usando um alvo de metalização tendo uma proporção Nb/Zr de cerca de 90/10, mais preferivelmente 95/5, em determinadas modalidades exemplificativas. Esses alvos de determinadas modalidades exemplificativas incluem cerca de 10 a 50 ppm de háfnio, mais preferivelmente 15 a 45 ppm de háfnio, mais preferivelmente cerca de 20 a 40 ppm de háfnio e, ainda mais preferi-

velmente, cerca de 30 ppm de háfnio. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas.

Opcionalmente, uma sobrecamada protetora de um material, tal como óxido de zircônio, também pode ser proporcionada em determinadas modalidades exemplificativas. Assim como a(s) camada(s) reflexiva de IR de NbZrO_x que inclui háfnio, a sobrecamada protetora que inclui óxido de zircônio também inclui, de preferência, háfnio. Contudo, a sobrecamada protetora pode incluir mais háfnio do que a(s) camada(s) de reflexão de IR. Por exemplo, em determinadas modalidades exemplificativas, a sobrecamada protetora inclui, de preferência, 0,01 a 5% de háfnio em peso, mais preferivelmente 1 a 4,5% de háfnio em peso, ainda mais preferivelmente 1 a 4% de háfnio em peso. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas. Uma sobrecamada protetora que inclui óxido de zircônio e háfnio adequada pode ser depositada através de metalização a partir de um espécime de metalização que inclui cerca de 100 a 1000 ppm de háfnio, mais preferivelmente 100 a 500 ppm de háfnio, mais preferivelmente 200 a 400 ppm de háfnio, mais preferivelmente cerca de 250 a 350 ppm de háfnio e, ainda mais preferivelmente, cerca de 300 ppm de háfnio. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas.

Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, é proporcionado um artigo revestido incluindo um sistema de camada suportado por um substrato, o sistema de camada compreendendo: uma primeira camada dielétrica; uma camada compreendendo um óxido de zircônio nióbio (NbZrO_x) e háfnio proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a primeira camada dielétrica; e uma segunda camada dielétrica proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a camada compreendendo o óxido de zircônio nióbio e háfnio. Em determinadas modalidades exemplificativas, a camada compreendendo o óxido de zircônio nióbio e háfnio inclui 0,001 a 1% de háfnio em peso.

Em determinadas outras modalidades exemplificativas da presente invenção, é proporcionado um método de fabricação de um artigo re-

vestido, o método compreendendo: metalização de um espécime compreendendo nióbio, zircônio e háfnio em uma atmosfera incluindo oxigênio de modo a formar uma camada compreendendo um óxido de zircônio nióbio suportada por um substrato; e metalização de uma camada dielétrica sobre pelo menos a camada compreendendo o óxido de zircônio nióbio. Em determinadas modalidades exemplificativas, o espécime inclui cerca de 10 a 50 ppm de háfnio.

Em determinadas modalidades exemplificativas, uma sobrecamada compreendendo óxido de zircônio e háfnio é proporcionada. Em determinadas modalidades exemplificativas, a sobrecamada inclui cerca de 0,01 a 5% de háfnio. Em determinadas modalidades exemplificativas, um espécime usado para produzir a sobrecamada inclui cerca de 100 a 1000 ppm de háfnio. Em determinadas modalidades exemplificativas, a sobrecamada pode compreender mais háfnio do que a camada de reflexão de IR.

Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, um artigo revestido incluindo um sistema de camada suportado por um substrato é proporcionado. O sistema de camada compreende: uma primeira camada dielétrica; uma camada de reflexão de infravermelho (IR) compreendendo um óxido de zircônio nióbio (NbZr) e proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a primeira camada dielétrica, a camada de reflexão de IR ainda compreendendo háfnio; uma segunda camada dielétrica proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a camada de reflexão de IR; e uma sobrecamada compreendendo óxido de zircônio sobre pelo menos a segunda camada dielétrica, a sobrecamada ainda compreendendo háfnio. A camada de reflexão de IR compreende cerca de 0,001 a 1% de háfnio em peso e a sobrecamada compreende cerca de 0,01 a 5% de háfnio em peso.

Métodos de fabricação do mesmo também são proporcionados em determinadas modalidades exemplificativas, por exemplo, onde algumas ou todas as camadas no sistema de camada são depositadas através de metalização.

Em determinadas modalidades exemplificativas, a sobrecamada tem mais háfnio do que a camada de reflexão de IR. Em determinadas mo-

dalidades exemplificativas, a sobrecamada tem pelo menos 10 vezes mais háfnio do que a camada de reflexão de IR, mais preferivelmente pelo menos 50 vezes mais háfnio do que a camada de reflexão de IR. Em determinadas modalidades exemplificativas, a sobrecamada pode ter muitas vezes mais háfnio do que a camada de reflexão de IR, tal como, por exemplo, qualquer
5 quantidade ou faixa dentro de um fator de 100 a mesmo 5.000 vezes.

Em determinadas modalidades exemplificativas não-limitativas, a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 70 a 440 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 30 a 305 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 80 a 545 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.
10

Em um primeiro caso exemplificativo, a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 70 a 110 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 200 a 305 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 80 a 120 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.
15

Em um segundo caso exemplificativo, a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 180 a 280 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 135 a 205 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 230 a 350 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.
20

Em um terceiro caso exemplificativo, a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 180 a 270 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 60 a 95 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 220 a 330 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.

Em um quarto caso exemplificativo, a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 290 a 440 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 105 a 160 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 360 a 545 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.
25

Em um quinto caso exemplificativo, a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 125 a 195 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 30 a 47 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 170 a 255 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.
30

Nas modalidades exemplificativas não-limitativas mencionadas

acima, o artigo revestido pode ser termicamente tratado e pode ter um valor de ΔE^* (lado com vidro reflexivo) de não mais do que 2,5 após e/ou em virtude de tratamento térmico. Adicionalmente, a camada de reflexão de IR pode estar em sanduíche entre e contatam cada uma das primeira e segunda camadas dielétricas em determinadas modalidades exemplificativas. Além disso, as primeira e segunda camadas dielétricas podem, cada uma, compreender um nitreto (por exemplo, nitreto de silício não-absorvente) e/ou um óxido de metal em determinadas modalidades exemplificativas.

Em determinadas modalidades exemplificativas, um artigo revestido incluindo um sistema de camada suportado por um substrato é proporcionado. O sistema de camada compreende: uma primeira camada dielétrica; uma camada de reflexão de infravermelho (IR) compreendendo um óxido de zircônio nióbio (NbZr) proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a primeira camada dielétrica, a referida camada de reflexão de IR ainda compreendendo háfnio; e uma segunda camada dielétrica proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a camada de reflexão de IR. A camada de reflexão de IR compreende cerca de 0,001 a 1% de háfnio em peso.

Em determinadas modalidades exemplificativas, um artigo revestido incluindo um sistema de camada suportado por um substrato é proporcionada. O sistema de camada compreende: uma primeira camada dielétrica; uma camada de reflexão de infravermelho (IR); uma segunda camada dielétrica proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a camada de reflexão de IR; e uma sobrecamada compreendendo óxido de zircônio sobre pelo menos a segunda camada dielétrica, a referida sobrecamada ainda compreendendo háfnio. A sobrecamada compreende cerca de 0,01 a 5% de háfnio em peso.

As características, aspectos e vantagens e modalidades exemplificativas descritas aqui podem ser combinadas para obter ainda outras modalidades.

30 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Essas e outras características serão melhor e mais completamente compreendidas através de referência à descrição detalhada a seguir

de modalidades ilustrativas exemplificativas em conjunto com o desenho, no qual:

A figura 1 é uma vista seccional transversal parcial de uma modalidade de um artigo revestido monolítico (termicamente tratado ou não termicamente tratado) de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MODALIDADES EXEMPLIFICATIVAS DA INVENÇÃO

Determinadas modalidades da presente invenção proporcionam artigos revestidos que podem ser usados em janelas, tais como janelas monolíticas (por exemplo, janelas de veículo, residenciais e/ou arquitetônicas), unidades de janela IG e/ou outras aplicações adequadas. Determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção proporcionam um sistema de camada que é caracterizado por pelo menos um de: (a) boa resistência à corrosão à soluções ácidas e alcalinas, tal como NaOH; (b) bom desempenho térmico, tal como bloqueio de quantidades significativas de radiação IR e/ou UV; (c) bom desempenho mecânico, tal como resistência à arranhadura; e/ou (d) boa estabilidade da cor quando de tratamento térmico (isto é, baixo(s) valor(es) de ΔE^*). Com relação à estabilidade da cor quando de tratamento térmico (HT), isso significa um baixo valor de ΔE^* ; onde Δ é indicativo de alteração em a^* , b^* e L^* em vista de HT, tal como temperatura térmica, curvatura térmica ou fortalecimento térmico, monoliticamente e/ou no contexto de ambientes com painéis duplos, tais como unidades IG ou laminados.

A figura 1 é uma vista seccional transversal lateral de um artigo revestido de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção. O artigo revestido inclui pelo menos um substrato 1 (por exemplo, substrato de vidro claro, verde, bronze, cinza, azul ou azul-verde de cerca de 1,0 a 12,0 mm de espessura), primeira camada dielétrica opcional 2 (por exemplo, de ou incluindo nitreto de silício (por exemplo, Si_3N_4 ou outra estequiometria adequada), óxido de estanho ou algum outro material dielétrico adequado, tal como um óxido e/ou nitreto de metal), camada de reflexão de infravermelho (IR) 3 de ou incluindo zircônio nióbio (NbZr) e/ou um óxido de

zircônio nióbio (NbZrO_x) junto com háfnio e segunda camada dielétrica 4 (por exemplo, de ou incluindo nitreto de silício (por exemplo, Si_3N_4), óxido de estanho ou algum outro material dielétrico adequado, tal como um óxido e/ou nitreto de metal). Em determinadas modalidades alternativas, a camada dielétrica inferior 2 pode ser omitida, de modo que a camada de reflexão de IR 3 esteja localizada em contato com o substrato de vidro. Também, é possível nitratar a camada de reflexão de IR de NbZrO_x tendo háfnio até algum ponto em determinadas modalidades alternativas da presente invenção.

Opcionalmente, uma sobrecamada protetora de ou incluindo um material, tal como óxido de zircônio e háfnio 6 pode ser proporcionada sobre as camadas 2 a 4 em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção. Sobrecamadas protetoras exemplificativas compreendendo nitreto de silício, óxido de zircônio e/ou óxido de cromo as quais podem ser opcionalmente usadas em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção são descritas na Patente U.S. Nº 7.147.924, a divulgação da qual é aqui incorporada por referência.

Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, o revestimento 5 pode, opcionalmente, não incluir qualquer camada metálica de bloqueio ou reflexão de IR de Ag ou Au. Em tais modalidades, camada(s) de reflexão de IR 3 incluindo NbZr e/ou NbZrO_x que também inclui(em) háfnio pode(m) ser a única camada de reflexão de IR no revestimento 5, embora muitas de tais camadas possam ser proporcionadas em determinados casos. Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, a camada de reflexão de IR 3 de NbZr e/ou NbZrO_x a qual também inclui háfnio reflete pelo menos alguma radiação IR. Em determinadas modalidades exemplificativas, é possível que a camada 3 de NbZr e/ou NbZrO_x a qual também inclui háfnio inclua outros materiais, tais como dopantes. Em qualquer caso, foi determinado que a inclusão de háfnio na camada 3 de NbZr e/ou NbZrO_x aumenta a durabilidade e, assim, é vantajosa.

Em geral, o revestimento 5 inclui pelo menos as camadas 2 a 4. Deve ser notado que os termos "óxido" e "nitrato", conforme usado aqui, incluem várias estequiometrias. Por exemplo, o termo nitreto de silício inclui

Si₃N₄ estequiométrico, bem como nitreto de silício não estequiométrico. Nitreto de silício pode ser dopado com Al, Zr e/ou qualquer outro metal adequado. Similarmente, uma sobrecamada de óxido de zircônio 6 que também inclui háfnio pode ser dopada com Si ou outros materiais. As camadas 2 a 4 e 6 podem ser depositadas sobre o substrato 1 via metalização por magnetron, qualquer outro tipo de metalização ou via qualquer outra técnica adequada em diferentes modalidades da presente invenção. Adicionalmente, descobriu-se que a inclusão de háfnio melhora a durabilidade da sobrecamada de óxido de zircônio ainda mais e, assim, é vantajosa.

10 Surpreendentemente, descobriu-se que o uso de Zr e Nb junto com pequenas quantidades de háfnio na camada de reflexão de IR 3 permite que o artigo revestido resultante tenha excelente durabilidade química e mecânica e também bom desempenho térmico. Por exemplo, o uso de NbZr e/ou NbZrO_x em camada(s) de reflexão de IR 3 junto com háfnio permite que 15 o(s) artigo(s) revestido(s) resultante(s) obtenha(m): (a) resistência à corrosão aperfeiçoada à soluções alcalinas, tal como NaOH (comparado com pilhas de camadas de vidro/Si₃N₄/Nb/Si₃N₄ e vidro/Si₃N₄/NbN_x/Si₃N₄); (b) excelente desempenho térmico comparável com aquele do Nb e NbN_x; (c) bom desempenho mecânico, tal como resistência à arranhadura; e/ou (d) boa estabilidade da cor quando de tratamento térmico (por exemplo, menor(es) valor(es) de ΔE^*) do que artigos revestidos com pilhas de camadas de vidro/Si₃N₄/NiCr/Si₃N₄). Surpreendentemente, descobriu-se que, em determinados casos exemplificativos, o uso de NbZr junto com háfnio ao invés de Nb permite menor(es) valor(es) de ΔE^* .

25 Além disso, em determinadas modalidades exemplificativas de NbZrO_x com háfnio, inesperadamente, descobriu-se que oxidação (por exemplo, oxidação parcial) é particularmente benéfica com relação à diminuição do(s) valor(es) de ΔE^* . Por exemplo, em determinadas modalidades exemplificativas, fluxos de gás oxigênio (O₂) quando de metalização de (um) 30 espécime(s) de NbZr que inclui pequenas quantidades de háfnio podem ser de cerca de 0,5 a 6 sccm/kW, mais preferivelmente de cerca de 1 a 4 sccm/kW (onde kW é uma unidade de energia usada em metalização). Des-

cobriu-se que esses fluxos de oxigênio levam a (um) valor(es) de ΔE^* significativamente aperfeiçoados. Conforme será mostrado abaixo, o(s) valor(es) de ΔE^* pode(m) ser diminuído(s) ainda mais em virtude de oxidação da camada que inclui NbZr para formar uma camada compreendendo NbZrO_x com háfnio, comparado com camadas não-oxidadas de NbZr e NbZrN_x.

Em determinadas modalidades exemplificativas, a proporção Zr:Nb (% atômico) na camada 3 pode ser de cerca de 0,001 a 1,0, mais preferivelmente de cerca de 0,001 a 0,60 e, ainda mais preferivelmente, de cerca de 0,004 a 0,50 e, ainda mais preferivelmente, de 0,05 a 0,2 (por exemplo, 0,11). Em determinadas modalidades exemplificativas, com relação ao teor de metal, a camada de reflexão de IR pode incluir de cerca de 0,1 a 60% de Zr, mais preferivelmente de cerca de 0,1 a 40% de Zr, ainda mais preferivelmente de 0,1 a 20%, ainda mais preferivelmente de 0,1 a 15%, mais preferivelmente de cerca de 0,4 a 15% de Zr e, mais preferivelmente, de 3 a 12% de Zr (% atômico). Um aperfeiçoamento surpreendente na durabilidade foi observado mesmo para teores muito baixos de Zr determinados como sendo de menos de 0,44% atômico (proporção Zr/Nb de 0,00438), ao mesmo tempo em que o desempenho térmico é comparável ao uso de Nb.

Em modalidades onde a camada de reflexão de IR 3 é de ou inclui NbZrO_x (isto é, um óxido de NbZr), a proporção atômica na camada de oxigênio para a combinação total de Nb e Zr pode ser representada, em determinadas modalidades exemplificativas, por (Nb+Zr)_xO_y, onde a proporção y/x (isto é, a proporção de oxigênio para Nb+Zr) é de 0,00001 a 1,0, ainda mais preferivelmente de 0,03 a 0,20 e, ainda mais preferivelmente, de 0,05 a 0,15. Essa proporção é aplicável antes e/ou após tratamento térmico. Assim, pode ser notado que, em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, a camada que inclui NbZr é parcialmente oxidada, embora tal oxidação seja certamente material, pelo fato de que ela resulta em vantagens significativas com relação às versões não-oxidadas.

Em determinadas modalidades exemplificativas, a camada de reflexão de IR de NbZrO_x que também inclui háfnio geralmente inclui cerca de 10% de Zr, 80 a 90% de Nb e 0 a 10% de O_x. Em determinadas outras

modalidades exemplificativas, a camada de NbZrO_x que também inclui háfnio geralmente inclui cerca de 10% de Zr, 85 a 90% de Nb e 0 a 5% de O_x . A quantidade de háfnio incluída na camada(s) é pequena. Por exemplo, em determinadas modalidades exemplificativas, a camada de reflexão de IR de NbZrO_x que também inclui háfnio tem, de preferência, cerca de 0,001 a 1% em peso háfnio. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas. Uma camada de reflexão de IR de NbZrO_x que também inclui háfnio adequada pode ser depositada usando um espécime de metalização tendo uma proporção Nb/Zr de cerca de 90/10, mais preferivelmente 95/5, em determinadas modalidades exemplificativas. Esses espécimes de determinadas modalidades exemplificativas incluem cerca de 10 a 50 ppm de háfnio, mais preferivelmente 15 a 45 ppm de háfnio, mais preferivelmente cerca de 20 a 40 ppm de háfnio e, ainda mais preferivelmente, cerca de 30 ppm de háfnio. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas. Vantajosamente, descobriu-se que a inclusão de háfnio dessa e/ou outras maneiras melhora a durabilidade do revestimento de NbZr e/ou NbZrO_x .

Embora a figura 1 ilustre o revestimento 5 de uma maneira onde a camada 3 de NbZr e/ou NbZrO_x com háfnio está em contato direto com as camadas dielétricas 2 e 4 e em que a camada 3 é a única camada de reflexão de IR no revestimento, a presente invenção não está assim limitada. Outra(s) camada(s) pode(m) ser proporcionada(s) entre as camadas 2 e 3 (e/ou entre as camadas 3 e 4) em determinadas outras modalidades da presente invenção. Além disso, outra(s) camada(s) (não-mostrada(s)) pode(m) ser proporcionada(s) entre o substrato 1 e a camada 2 em determinadas modalidades da presente invenção; e/ou outra(s) camada(s) (não-mostrada(s)) pode(m) ser proporcionada(s) sobre o substrato 1 sobre a camada 4 em determinadas modalidades da presente invenção. Assim, embora o revestimento 5 ou camadas do mesmo seja(m) suportada(s) "sobre" ou "suportada(s) pelo" substrato 1 (direta ou indiretamente), outra(s) camada(s) pode(m) ser proporcionada(s) entre as mesmas. Assim, por exemplo, o sistema de camada 5 e camadas do mesmo mostrados na figura 1 são consi-

derados "sobre" o substrato 1 mesmo quando outra(s) camada(s) (não-mostrada(s)) é(são) proporcionada(s) entre as mesmas (isto é, os termos "sobre" e "suportado por", conforme usado aqui, não estão limitados a contato direto). Também, mais de uma camada de reflexão de IR de NbZr e/ou
5 NbZrO_x com háfnio pode ser proporcionada em modalidades alternativas da presente invenção.

Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, a camada dielétrica antirreflexão 2 pode ter um índice de refração "n" de 1,7 a 2,7, mais preferivelmente de 1,9 a 2,5 em determinadas modalidades,
10 enquanto que a camada 4 pode ter um índice de refração "n" de cerca de 1,4 a 2,5, mais preferivelmente de 1,9 a 2,3. No entanto, a camada 3, quando compreendendo um óxido de NbZr com háfnio, pode ter um índice "n" de cerca de 2,0 a 3,2, mais preferivelmente de 2,2 a 3,0 e, mais preferivelmente, de 2,4 a 2,9; e pode ter um coeficiente de extinção "k" de 2,5 a 4,5, mais preferi-
15 velmente de 3,0 a 4,0 e, mais preferivelmente, de 3,3 a 3,8. Em modalidades da presente invenção onde as camadas 2 e/ou 4 compreendem nitreto de silício (por exemplo, Si₃N₄), espécimes de metalização incluindo Si empregados para formar essas camadas podem ou não ser misturados com até 1 a 40% em peso de alumínio, zircônio e/ou aço inoxidável (por exemplo SS nº 316),
20 com essa quantidade, então, aparecendo nas camadas assim formadas. Mesmo com essa(s) quantidade(s) de alumínio e/ou aço inoxidável, tais camadas 2 e 4 ainda são consideradas camadas dielétricas aqui.

Além disso, uma sobrecamada protetora de um material tal como óxido de zircônio 6 pode também ser proporcionada em determinadas
25 modalidades exemplificativas. Assim como a(s) camada(s) de reflexão de IR de NbZrO_x que inclui(em) háfnio 3, a sobrecamada protetora que inclui óxido de zircônio 6 também inclui, de preferência, háfnio. Contudo, a sobrecamada protetora 6 pode incluir mais háfnio do que a(s) camada(s) de reflexão de IR 3. Por exemplo, em determinadas modalidades exemplificativas, a sobrecamada protetora 6 inclui, de preferência, 0,01 a 5% de háfnio em peso, mais
30 preferivelmente 1 a 4,5% de háfnio em peso, ainda mais preferivelmente 1 a 4% de háfnio em peso. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada

em determinadas modalidades exemplificativas. Uma sobrecamada protetora que inclui óxido de zircônio e háfnio 6 adequada pode ser depositada através de metalização a partir de um espécime de metalização que inclui cerca de 100 a 1000 ppm de háfnio, mais preferivelmente 100 a 500 ppm de háfnio, mais preferivelmente 200 a 400 ppm de háfnio, mais preferivelmente cerca de 250 a 350 ppm de háfnio e, ainda mais preferivelmente, cerca de 300 ppm de háfnio. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas.

Embora a figura 1 ilustre um artigo revestido de acordo com uma modalidade da presente invenção na forma monolítica, artigos revestidos de acordo com outras modalidades da presente invenção podem compreender unidades de janela IG (vidro de isolamento). Em modalidades de IG, o revestimento 5 da figura 1 pode ser proporcionado sobre a parede interna do substrato externo da unidade IG e/ou sobre a parede interna do substrato interno ou em qualquer outro local adequado em outras modalidades da presente invenção.

Voltando à figura 1, várias espessuras podem ser usadas, consistentes com a presente invenção. De acordo com determinadas modalidades exemplificativas ilustrativas não-limitativas da presente invenção, espessuras e materiais exemplificativos para as respectivas camadas 2 a 4 sobre o substrato de vidro 1 são como segue:

Tabela 1 (espessuras exemplificativas não-limitativas)

Camada	Faixa exemplificativa (Å)	Preferido (Å)	Mais preferido (Å)
nitreto de silício (camada 2)	0 a 1,500 Å	20 a 1300 Å	50 a 1200 Å
NbZr ou NbZrO _x com háfnio (camada 3)	30 a 700 Å	100 a 500 Å	120 a 350 Å
nitreto de silício (camada 4)	10 a 900 Å	100 a 800 Å	150 a 500 Å
óxido de zircônio com háfnio (camada 6)	25 a 65 Å	30 a 60 Å	35 a 55 Å

Em determinadas modalidades exemplificativas, a estabilidade da cor com HT pode resultar em comparabilidade substancial entre as versões termicamente tratadas e não termicamente tratadas do revestimento ou sistema de camada. Em outras palavras, em aplicações monolíticas e/ou IG, em determinadas modalidades da presente invenção, dois substratos de vidro tendo o mesmo sistema de revestimento sobre os mesmos (um com HT após depósito e outro sem HT) aparecem a olho nu humano para parecer substancialmente o mesmo.

O(s) valor(es) de ΔE^* é importante para determinar se há ou não comparabilidade ou comparabilidade substancialmente de cor quando de HT, no contexto de determinadas modalidades da presente invenção (isto é, o termo ΔE^* é importante na determinação de estabilidade da cor quando de HT). Cor aqui é descrita através de referência aos valores a^* , b^* convencionais. Por exemplo, o termo Δa^* é indicativo de quanto o valor a^* de cor muda em virtude de HT. O termo ΔE^* (e ΔE) é bem entendido na técnica. A definição do termo ΔE^* pode ser encontrada, por exemplo, no WO 02/090281 e/ou Patente U.S. Nº 6.475.626, as divulgações dos quais são aqui incorporadas por referência. Em particular, ΔE^* corresponde Pa escala CIE LAB L^* , a^* , b^* e é representado por:

$$\Delta E^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2} \quad (1)$$

onde:

$$\Delta L^* = L^*_1 - L^*_0 \quad (2)$$

$$\Delta a^* = a^*_1 - a^*_0 \quad (3)$$

$$\Delta b^* = b^*_1 - b^*_0 \quad (4)$$

onde o subscrito "0" representa o revestimento (ou artigo revestido) antes de tratamento térmico e o subscrito "1" representa o revestimento (ou artigo revestido) após tratamento térmico; e os números empregados (por exemplo, a^* , b^* , L^*) são aqueles calculados pela técnica de coordenada L^* , a^* , b^* (CIE LAB 1976) antes mencionada. De uma maneira similar, ΔE pode ser calculado usando a equação (1) substituindo a^* , b^* , L^* pelos valores de Hunter Lab a_h , b_h , L_h . Também, dentro do escopo da presente invenção e da quantificação de ΔE^* , são os números equivalentes se convertidos àqueles calculados

através de qualquer outra técnica empregando o mesmo conceito de ΔE^* conforme definido acima.

Antes de tratamento térmico (HT), tal como têmpera térmica, em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, os artigos revestidos têm características de cor como segue na tabela 2 (unidade monolítica e/ou IG). Deve ser notado que o subscrito "G" significa a cor do lado com vidro reflexivo, o subscrito "T" significa a cor transmissiva e o subscrito "F" significa a cor do lado com filme. Conforme é conhecido na técnica, lado com vidro (G) significa a cor reflexiva quando vista do lado com vidro (em oposição ao lado com camada/filme) do artigo revestido. Lado com filme (F) significa a cor reflexiva quando vista do lado do artigo revestido sobre o qual o revestimento 5 é proporcionado. A tabela 3 apresentada abaixo ilustra determinadas características de artigos revestidos de acordo com determinadas modalidades ilustrativas exemplificativas da presente invenção após HT, tal como têmpera térmica (unidades monolíticas e/ou IG) - as características mostradas abaixo na tabela 2 (não-HT) são também aplicáveis a artigos revestidos HT aqui, exceto quanto às adições apresentadas na tabela 3.

Tabela 2: Características de cor/ópticas (não-HT)

	Geral	Preferido	Mais preferido
T_{vis} (TY):	6 a 80%	8 a 50%	10 a 30%
L^*_T	29 a 92	34 a 76	37 a 62
a^*_T	-16a +10	-6 a +5	-3 a +3
b^*_T	-20 a +20	-15 a +10	-10 a +10
R_{GY} (lado com vidro):	6 a 50%	10 a 40%	10 a 35%
L^*_G	29 a 76	37 a 70	37 a 65
a^*_G	-20 a +10	-12 a +6	-5 a +3
b^*_G	-30 a +20	-25 a +10	-2u a +10
R_{FY} (lado com filme):	6 a 50%	6 a 40%	6 a 35%
L^*_F	29 a 76	29 a 70	29 a 68
a^*_F	-20 a +20	-10 a +10	-5 a +5
b^*_F	-40 a +40	-30 a +30	-20 a +30
E_h (emissividade):	$\leq 0,5$	$\leq 0,4$	$\leq 0,38$
R_s (Ω/sq):	< 250	< 100	< 60

Tabela 3: Características de cor/ópticas (após HT; além da tabela 2)

	Geral	Preferido	Mais preferido
ΔE^*_G	$\leq 4,0$	$\leq 2,5$	$\leq 1,5$
ΔE^*_T	$\leq 5,0$	$\leq 3,0$	$\leq 2,5$
Δa^*_G	$\leq 2,5$	$\leq 1,0$	$\leq 0,8$
Δb^*_G	$\leq 4,0$	$\leq 2,0$	$\leq 0,6$
ΔL^*_G	$\leq 4,0$	$\leq 2,5$	$\leq 1,5$

Conforme explicado aqui, a oxidação da camada de reflexão de IR que inclui NbZr que tem háfnio para formar uma camada compreendendo NbZrO_x com háfnio é vantajosa pelo fato de que, inesperadamente, ela permite que um valor de ΔE^* ainda menor seja obtido. Em determinadas modalidades de NbZrO_x com háfnio, o artigo revestido pode ter um valor de ΔE^* no lado com vidro reflexivo, em virtude de tratamento térmico, de não mais do que 4,0, mais preferivelmente não mais do que 3,0, mais preferivelmente não mais do que 2,5, ainda mais preferivelmente não mais do que 2,0. Algumas vezes, ele será de não mais do que 1,5 e, algumas vezes, não mais do que 1,0.

Para fins de exemplo apenas, uma série de exemplos que representam diferentes modalidades exemplificativas da presente invenção são apresentados abaixo.

15 Exemplos

Os exemplos 1 a 2 e 4 são exemplos não-oxidados da presente invenção (isto é, camadas de reflexão de IR de NbZr), enquanto que os exemplos 3 e 5 a 7 são exemplos onde a camada de reflexão de IR é oxidada de modo a incluir NbZrO_x.

20 EXEMPLOS 1 a 2

Os Exemplos 1 a 2 eram artigos monolíticos revestidos (cada um, por fim, recozido e termicamente tratado, embora nem todas as modalidades aqui precisem ser HT), com as pilhas de camadas conforme mostrado na figura 1, sem a sobrecamada de óxido de zircônio com háfnio. As camadas 2 e 4 de Si₃N₄ em cada exemplo foram depositadas através de metalização de um espécime de silício (dopado com cerca de 10% de Al) em uma

atmosfera incluindo os gases nitrogênio e argônio. A camada de reflexão de IR 3 de NbZr com háfnio em cada um dos exemplos foi depositada através de metalização de um espécime de cerca de 90% de Nb e cerca de 10% de Zr em uma atmosfera incluindo gás argônio. Para o exemplo 1, os seguintes

5 parâmetros do processo de metalização foram usados no depósito do revestimento. A velocidade da tubulação é em polegadas por minuto (IPM) e os fluxos de gás (Ar, O e N) eram em unidades de sccm:

Tabela 4: Parâmetros do Processo de Revestimento do Exemplo 1

Camada	Energia	Tensão	Velocidade de tubulação	Nº de Passes	Fluxo de ar	Fluxo de N	Fluxo de O
Camada 2 de SiN	2,5 kW	485 V	37,4	6	40	55	0
Camada 3 de NbZr/Hf	1,0 kW	368 V	32	1	30	0	0
Camada 4 de SiN	2,5 kW	486 V	47	2	40	55	0

10 Para o exemplo 2, os seguintes parâmetros do processo de metalização foram usados no depósito do revestimento. Novamente, a velocidade da tubulação é em polegadas por minuto (IPM) e os fluxos de gás eram em unidades de sccm:

Tabela 5: Parâmetros do Processo de Revestimento do Exemplo 2

Camada	Energia	Tensão	Velocidade de tubulação	Nº Passes	Fluxo de ar	Fluxo de N	Fluxo de O
Camada 2 de SiN	2,5 kW	485 V	42,8	2	40	55	0
Camada 3 de NbZr/Hf	1,0 kW	369 V	31	1	30	0	0
Camada 4 de SiN	2,5 kW	484 V	32,9	2	40	55	0

15 Deve ser notado que cada um desses exemplos poderia ser facilmente transformado em uma modalidade de NbZrN_x com háfnio meramente permitindo uma quantidade apropriada de fluxo de gás nitrogênio durante

- o depósito, através de metalização, da camada de reflexão de IR 3. Além disso, é possível que a camada 3 de NbZr com háfnio possa ser nitrada, como um resultado de difusão de nitrogênio durante tratamento térmico, mesmo se nenhum nitrogênio é intencionalmente adicionado durante metalização.
- 5 A sobrecamada de NbZr com háfnio depositada sobre o nitreto de silício e/ou NbZr com háfnio sobre o nitreto de silício pode ter algum nitrogênio na mesma em virtude de difusão, mesmo antes de tratamento térmico.

Após ser metalizados, os exemplos 1 a 2 tinham as seguintes características (recozida e não-HT, monolítica) (observador de grau I11. C.2):

10 Tabela 6: Características (não- HT)

Parâmetro	Ex. 1	Ex.2
T_{vis} (TY) (transmissão):	19,4%	20,9%
a^*_T	-1,5	-1,4
b^*_T	3,9	-4,9
L^*_T	51,2	52,9
R_{GY} (ref. % do lado com vidro):	19,0%	30,8%
a^*_G	-0,7	-2,9
b^*_G	-19,2	-0,9
L^*_G	50,7	62,3
R_{FY} (ref. % do lado com filme):	38,1%	22,3%
a^*_F	0,2	0,4
b^*_F	14,5	23,4
L^*_F	68,1	54,4
T_{sol} (TS):	15%	15%
Coeficiente de tonalidade (SC):	0,366	0,335
SHGC:	0,315	0,288
T_{uv} (transmissão de UV):	11%	16,5%
Emissividade (hemisférica):	0,36	0,34
R_s (resistência da folha; ohms/sq.):	49,7	45,1

Cada um dos exemplos 1 a 2 tinha uma pilha de camadas como segue, apresentada na tabela 7. As espessuras e estequiometrias listadas

abaixo na tabela 7 para os exemplos 1 a 2 são aproximações e não são exatas. Os substratos de vidro eram claros e tinham cerca de 6 mm de espessura em cada exemplo.

Tabela 7: Revestimentos em Exemplos

- 5 Exemplo 1: Vidro/Si₃N₄ (850 Å)/NbZr (190 Å)/Si₃N₄ (210 Å)
 Exemplo 2: Vidro/Si₃N₄ (190 Å)/NbZr (200 Å)/Si₃N₄ (300 Å)

Ambos os exemplos foram, então, avaliados e testados com relação à durabilidade, mostrando excelente desempenho em testes químicos e mecânicos padrões conforme revestidos e após HT. Por exemplo, o teste de
 10 arranhadura Teledyne com uma carga de 500 g não produz arranhaduras perceptíveis sobre a amostra. Um teste de abrasão após 500 revoluções também foi aprovado. Um teste com NaOH em ebulição durante uma hora também foi aprovado, embora algumas alterações na cor fossem observadas. Quando uma sobrecamada de óxido de zircônio com háfnio foi proporcionada,
 15 o teste com NaOH em ebulição foi aprovado de um modo aperfeiçoado.

Após ser revestidos através de metalização, os exemplos 1 a 2 (conforme nas tabelas 4 a 7 acima sem sobrecamada de ZrO) foram termicamente tratados durante 10 minutos em cerca de 625 ou 650 graus C. A
 20 tabela 8 abaixo apresenta determinadas características de estabilidade da cor dos exemplos 1 a 2 quando de/após tal tratamento térmico (HT).

Tabela 8: Estabilidade da cor do lado com vidro reflexivo quando de HT

Parâmetro	Exemplo 1	Exemplo 2
ΔE^*_G :	1,7	2,5

Conforme pode ser observado a partir da tabela 8, os exemplos 1 a 2 foram caracterizados por valores de ΔE^* satisfatórios do lado com vidro reflexivo (quanto menor melhor). Esses baixos valores ilustram quão pouco
 25 as características ópticas do lado com vidro reflexivo do revestimento mudam quando de HT. Isso é indicativo de boa estabilidade da cor quando de tratamento térmico. Adicionalmente, descobriu-se, em outros exemplos de NbZr com Hf similares aos exemplos 1 a 2, mas tendo um maior teor de Zr de cerca de 10% na camada 3, que o ΔE^* do lado com vidro reflexivo é de
 30 cerca de 1,9 a 2,0.

Para fins de comparação, considere a seguinte pilha de camadas: vidro/Si₃N₄/NiCr/Si₃N₄, a qual tem um valor de ΔE^* do lado com vidro reflexivo acima de 5,0 após tratamento térmico (HT) a 625 ou 650 graus C durante dez minutos. Os exemplos 1 a 2 acima ilustram claramente a vantagem comparativa do uso de zircônio nióbio com háfnio, em oposição ao NiCr para a camada de reflexão de IR (um valor de ΔE^* muito menor do lado com vidro reflexivo é obtível).

EXEMPLOS 3 a 7

Os exemplos 3 a 7 ilustram a descoberta inesperada de que a oxidação da camada de reflexão de IR 3 de háfnio diminui ainda mais o(s) valor(es) de ΔE^* de acordo com determinadas modalidades da presente invenção. Embora os revestimentos dos exemplos 1 a 2 com camadas 3 de NbZr com háfnio tenham boa estabilidade da cor quando de HT, valor(es) de ΔE^* ainda menores representariam uma vantagem comercial significativa. O olho humano é capaz de perceber ligeiras diferenças na aparência entre duas amostras tendo um valor de ΔE^* de 2,0 (a primeira amostra sendo não-HT e a segunda amostra tendo sido submetida a HT). Contudo, o olho humano não é, tipicamente, capaz de perceber ligeiras diferenças na aparência entre duas amostras tendo um valor de ΔE^* de menos de cerca de 1,5. Por essa razão, o olho humano ser capaz de perceber ligeiras diferenças na aparência entre duas amostras tendo um valor de ΔE^* de 1,5 ou menos representaria uma vantagem significativa na técnica. Poderia ser possível obter tal(is) valor(es) de ΔE^* usando uma camada de reflexão de IR de NbN ou NbZrN; contudo, nitretos algumas vezes têm um desempenho óptico e/ou térmico visivelmente pior do que materiais metálicos.

Surpreendentemente, conforme será mostrado nos exemplos 3 a 7, descobriu-se que oxidação parcial de camadas de NbZr com háfnio (depositadas reativamente com baixos fluxos de gás oxigênio, o principal gás sendo argônio) permite que valores de ΔE^* significativamente baixos sejam obtidos sem qualquer impacto negativo significativo sobre a seletividade espectral (por exemplo, desempenho térmico). Também, descobriu-se que ela permite que maiores teores de Zr se tornem estáveis em menores fluxos de oxigênio e

permite que ligas com maior teor de oxigênio sejam geralmente mais estáveis quanto à transmissão - dependendo do design de filme. Descobriu-se que cerca de 10% de Zr funciona muito bem em determinadas modalidades e-exemplificativas da presente invenção. Além disso, descobriu-se que os melho-
 5 res resultados podem ser obtidos usando fluxos de gás oxigênio (O_2), quando de metalização de (um) espécime(s) de NbZr, de cerca de 0,5 a 6 sccm/kW, mais preferivelmente de cerca de 1 a 4 sccm/kW (onde kW é uma unidade de energia usada em metalização) - veja exemplos abaixo.

Os exemplos eram artigos monolíticos revestidos (cada um, por
 10 fim, recozido e termicamente tratado, embora nem todas as modalidades precisem ser HT), com as pilhas de camadas conforme mostrado na figura 1 novamente sem a sobrecamada de óxido de zircônio com háfnio. As camadas 2 e 4 de Si_3N_4 em todos os exemplos 3 a 7 abaixo foram depositadas através de metalização de um espécime de silício (dopado com cerca de
 15 10% de Al) em uma atmosfera incluindo gases nitrogênio e argônio. A camada de reflexão de IR 3 de NbZrO_x com háfnio nos Exemplos 3 a 6 foi depositada através de metalização de um espécime de cerca de 90% de Nb e cerca de 10% de Zr, enquanto que a camada de reflexão de IR de NbZrO_x com háfnio no Exemplo 7 foi depositada através de metalização de um espécime de cerca de 85% de Nb e cerca de 15% de Zr. Para o exemplo 3, os
 20 seguintes parâmetros do processo de metalização foram usados no depósito do revestimento. A velocidade de tubulação é em polegadas por minuto (IPM) e os fluxos de gás (Ar, O e N) eram em unidades de sccm:

Tabela 9: Parâmetros do processo de revestimento do Exemplo 3

Camada	Energia	Tensão	Velocidade de tubulação	Nº de Passes	Fluxo de ar	Fluxo de N	Fluxo de O
Camada 2 de SiN	1,0 kW	434 V	46,3	5	40	40	0
Camada 3 de NbZr/Hf	1,0 kW	374 V	58	2	30	0	3
Camada 4 de SiN	1,0 kW	437 V	46,2	7	40	55	0

Assim, pode ser notado que a camada de reflexão de IR 3 no exemplo 3 foi oxidada. Após ser metalizado, o exemplo 3 tinha as seguintes características (recozido e não-HT, monolítico) (I11. C, observador de grau 2):

Tabela 10: Características do Exemplo 3 (não-HT)

Parâmetro	Ex.3
T_{Vis} (TY) (transmissão):	19,5%
a^*_T	-1,1
b^*_T	-4,3
L^*_T	52,9
$R_{G\text{Y}}$ (ref. % do lado com vidro):	30,4%
a^*_G	-2,7
b^*_G	-0,9
L^*_G	62
$R_{F\text{Y}}$ (ref. % do lado com filme):	26,5%
a^*_F	-0,4
b^*_F	18,2
L^*_F	58,5
T_{SOI} (TS):	0,34
Coefficiente de tonalidade (SC):	48,1

5 O exemplo 3 tinha uma pilha de camadas como segue, apresentada na tabela 7, com as espessuras e estequiometrias listadas abaixo na tabela 11. O substrato de vidro era claro e tinha cerca de 6 mm de espessura.

Tabela 11: Revestimento no Exemplo 3

10 Exemplo 3: Vidro/ Si_3N_4 (230 Å)/ NbZrO (175 Å)/ Si_3N_4 (320 Å)

O exemplo 3 foi, então, avaliado e testado com relação à durabilidade, mostrando excelente desempenho em testes mecânicos e químicos padrões conforme revestido e após HT. Por exemplo, o teste de arranhadura Teledyne com uma carga de 500 gm não produz arranhaduras perceptíveis sobre a amostra. Um teste de abrasão após 500 revoluções também foi aprovado. Um teste com NaOH em ebulição durante uma hora também foi aprovado, embora algumas alterações na cor fossem observadas.

15

Após ser revestido através de metalização, o exemplo 3 foi termicamente tratado durante cerca de 10 minutos em torno de 625 ou 650 graus C. A tabela 12 abaixo apresenta determinadas características de estabilidade da cor dos exemplos 3 a 7. A tabela 12 inclui a quantidade de oxigênio usado em metalização da camada de reflexão de IR 3 em cada um dos exemplos 3 a 7 e também inclui os valores de ΔE^* do lado com vidro reflexivo em virtude de HT (as camadas de reflexão de IR 3 para cada um dos exemplos 3 a 7 foram depositadas usando um fluxo de gás argônio de 30 sccm e 1 kW de energia).

10 Tabela 12: Estabilidade da cor do lado com vidro reflexivo quando de HT

	Fluxo de Oxigênio (sccm)	ΔE^*_G
Ex.3	3	0,9
Ex.4	0	2,6
Ex.5	2	1,2
Ex.6	4	2,6
Ex.7	3	0,8

Conforme pode ser observado a partir da tabela 8, os exemplos 1 a 2 foram caracterizados por valores de ΔE^* satisfatórios do lado com vidro reflexivo (quanto menor melhor). Esses baixos valores ilustram quão pouco as características ópticas reflexivas do revestimento do lado com vidro mudam quando de HT. Isso é indicativo de boa estabilidade da cor quando de tratamento térmico. Adicionalmente, descobriu-se que, em outros exemplos de NbZr com háfnio similares aos exemplos 1 a 2, mas tendo um maior teor de Zr de cerca de 10% na camada 3, que o ΔE^* do lado com vidro reflexivo é de cerca de 1,9 a 2,0.

20 Além disso, a tabela 12 ilustra que valores de ΔE^* ainda menores (lado com vidro) podem ser obtidos através de oxidação da camada de reflexão de IR que inclui NbZr com háfnio 3 de modo a formar uma camada compreendendo NbZrO_x com háfnio. Isso é mostrado pelo fato de que os exemplos de NbZrO_x com háfnio (exemplos 3 e 5 a 7) eram caracterizados por valores de ΔE^* (lado com vidro) iguais a ou menores do que o exemplo 4
25 não-oxidado, conforme mostrado na tabela 12. Além disso, a tabela 12 ilus-

tra que fluxos de gás oxigênio nas faixas descritas acima permitem, inesperadamente, que melhores valores de ΔE^* (lado com vidro) (isto é, os menores) sejam obtidos.

EXEMPLOS 8 a 18

5 Os exemplos 8 a 18 também ilustram uma descoberta inesperada de que a oxidação da camada de reflexão de IR 3 de NbZr com háfnio diminui ainda mais o(s) valor(es) de ΔE^* de acordo com determinadas modalidades da presente invenção. As pilhas de camadas para cada um dos exemplos 8 a 18 eram vidro/Si₃N₄/NbZrO/Si₃N₄. Nos exemplos 8 a 10, 14 a 16
10 e 18, a sobrecamada de nitreto de silício tinha cerca de 280 a 330 angstroms de espessura; e, nos exemplos 11 a 13 e 17, a camada inferior de nitreto de silício (dopado com Al em todos os casos nesses exemplos) tinha cerca de 800 angstroms de espessura e a sobrecamada de nitreto de silício tinha cerca de 200 a 300 angstroms de espessura. As únicas outras alterações entre
15 esses exemplos eram variações no fluxo de oxigênio usado durante metalização (fluxo de gás O₂ em unidades de sccm) da camada 3 de NbZrO_x com háfnio e a variação no teor de Zr do espécime de liga de ZrNb e os resultados referentes aos mesmos, conforme apresentado na tabela abaixo. Substratos de vidro claro foram usados e os dados de ΔE^* abaixo foram modifica-
20 dos para artigos monolíticos termicamente tratados. Conforme mostrado na tabela abaixo, surpreendentemente, descobriu-se que uma proporção de átomos de oxigênio para metal (por exemplo, Zr e Nb) na camada 3 de NbZrO_x com háfnio (isto é, O/(Zr + Nb)) de 0,05 para 0,15 é particularmente benéfica. Os exemplos 8 a 13 usaram espécimes de metalização para a ca-
25 mada 3 tendo um teor de Zr de 5%, enquanto que os exemplos 14 a 17 usaram espécimes de metalização tendo um teor de Zr de 10% e o exemplo 18 usou um espécime com um teor de Zr de 15%. O tratamento térmico exemplificativo não-limitativo usado na determinação dos dados de ΔE^* para os
30 exemplos 8 a 18 foi durante cerca de dez minutos em torno de 625 ou 650 graus C (embora outros tipos de HT possam, naturalmente, ser usados - os valores de ΔE^* serão menores para períodos de HT mais curtos e/ou menores temperatura durante HT).

Tabela 13 - Exemplos 8 a 18

Ex.	ΔE^*_g	Proporção atômica: O/(Nb + Zr)
8	2,4	0,05 a 0,1
9	2,05	0,07 a 0,12
10	1,7	0,09 a 0,15
11	n/a	0,05 a 0,1
12	1,2	0,07 a 0,12
13	1,2	0,09 a 0,15
14	1,25	0,05 a 0,1
15	1,2	0,07 a 0,12
16	0,8	0,09 a 0,15
17	1,1	0,07 a 0,12
18	0,75	0,09 a 0,15

EXEMPLOS ADICIONAIS

Para fins de exemplo apenas, uma série de exemplos adicionais representando diferentes modalidades exemplificativas da presente invenção são apresentados abaixo. Diferente dos exemplos proporcionados abaixo, os exemplos adicionais a seguir incluem uma sobrecamada de óxido de zircônio com háfnio. Assim, os exemplos adicionais a seguir são similares à configuração exemplificativa mostrada na figura 1. A introdução de uma sobrecamada de óxido de zircônio com háfnio aumentou a durabilidade química e mecânica dos revestimentos além dos níveis discutidos acima com relação aos exemplos que careciam de uma sobrecamada de óxido de zircônio com háfnio. Também, diferente dos exemplos proporcionados acima, os exemplos adicionais a seguir incluem pequenas quantidades de háfnio na(s) camada(s) de NbZr e/ou NbZrO_x. Inclusão de uma pequena quantidade de háfnio na(s) camada(s) de NbZr e/ou NbZrO_x aumenta, vantajosamente, a durabilidade da camada na qual ele está localizado, com ou sem a inclusão de uma sobrecamada de óxido de zircônio e/ou óxido de zircônio com háfnio.

Várias espessuras podem ser consistentes com as modalidades de exemplo adicional descritas em detalhes abaixo da presente invenção.

De acordo com determinadas modalidades ilustrativas não-limitativas exemplificativas da presente invenção, espessuras e materiais exemplificativos para as respectivas camadas 2 a 4 e 6 sobre o substrato de vidro 1 são como segue:

5 Tabela 14 (Espessuras exemplificativas não-limitativas)

Camada	Faixa exemplificativa (Å)	Preferido (Å)	Mais preferido (Å)
nitreto de silício (camada 2)	90 a 367	70 a 440	80 a 405
NbZr ou NbZrO _x com háfnio (camada 3)	39 a 253	30 a 305	35 a 280
nitreto de silício (camada 4)	100 a 453	80 a 545	90 a 500
óxido de zircônio com háfnio (camada 6)	40 a 60	40 a 60	45 a 55

Antes do tratamento térmico (HT), tal como têmpera térmica, em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, os artigos revestidos têm características de cor como segue na Tabela 15 (unidade monolítica e/ou IG).

10 Tabela 15: Características de cor/ópticas e/ou outras (não-HT)

	Exemplo	Preferido	Mais preferido
Tvis (TY):	13,0 a 34,5	11,1 a 39,7	11,7 a 38,0
L*T	42,8 a 65,4	36,3 a 75,2	38,5 a 71,9
a*T	-3,7 a -1,4	-3,1 a -1,6	-3,3 a -1,5
b*T	-4,0 a -0,5	-3,4 a -0,6	-3,6 a -0,6
RGY (lado com vidro):	22,5 a 32,0	19,1 a 36,8	20,3 a 35,2
L*G	54,6 a 63,3	46,4 a 72,8	49,1 a 69,7
a*G	-3,8 a -2,0	-3,2 a -2,3	-3,4 a -2,2
b*G	-3,3 a +1,0	-2,8 a +1,2	-3,0 a +1,1
RFY (lado com filme):	6,2 a 35,0	5,3 a 40,3	5,6 a 38,5
L*F	30,0 a 65,7	25,5 a 75,6	27,0 a 72,3
a*F	-2,0 a +16,5	-1,7 a +19,0	-1,8 a +18,2
b*F	2,7 a 12,0	2,3 a 13,8	2,4 a 13,2
Tvis	14,0 a 34,5	11,9 a 39,7	12,6 a 38,0

REF IN	6,2 a 35,0	5,3 a 40,3	5,6 a 38,5
REF OUT	23,0 a 32,0	19,6 a 36,8	20,7 a 35,2
U-Valor (noite)	2,2 a 2,6	1,9 a 3,0	2,0 a 2,9
Coeficiente de tonalidade	0,2 a 0,5	0,2 a 0,5	0,2 a 0,5
Fator solar	17,0 a 33,0	14,5 a 38,0	15,3 a 36,3
Tuv	8,0 a 20,0	6,8 a 23,0	7,2 a 22,0

Similar ao explicado acima, a oxidação da camada de reflexão que inclui NbZr que tem háfnio para formar uma camada compreendendo NbZrO_x com háfnio é vantajosa pelo fato de que, inesperadamente, ela permite que um valor de ΔE^* ainda menor seja obtido, ao mesmo tempo em que também aumenta a durabilidade. Em determinadas modalidades de NbZrO_x com háfnio, o artigo revestido pode ter um valor de ΔE^* no lado com vidro reflexivo, em virtude de tratamento térmico, de não mais do que 4,0, mais preferivelmente não mais do que 3,0, mais preferivelmente não mais do que 2,5, ainda mais preferivelmente não mais do que 2,0. Algumas vezes, ele será de não mais do que 1,5 e, algumas vezes, mesmo não mais do que 1,0.

Em determinadas modalidades exemplificativas, uma camada de reflexão de IR de NbZrO_x que também inclui háfnio geralmente inclui cerca de 10% de Zr, 80 a 90% de Nb e 0 a 10% Ox. Em determinadas outras modalidades exemplificativas, a camada de NbZrO_x que também inclui háfnio geralmente inclui cerca de 10% de Zr, 85 a 90% de Nb e 0 a 5% de Ox. A quantidade de háfnio incluída na(s) camada(s) é pequena. Por exemplo, em determinadas modalidades exemplificativas, a camada de reflexão de IR de NbZrO_x que também inclui háfnio tem, de preferência, cerca de 0,001 a 1% em peso háfnio. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas. Uma camada de reflexão de IR de NbZrO_x que também inclui háfnio adequada pode ser depositada usando um espécime de metalização tendo uma proporção Nb/Zr de cerca de 90/10, mais preferivelmente 95/5, em determinadas modalidades exemplificativas. Esses espécimes de determinadas modalidades exemplificativas incluem cerca de 10 a 50 ppm de háfnio, mais preferivelmente 15 a 45 ppm de háfnio, mais preferivelmente cerca de 20 a 40 ppm de háfnio e, ainda mais pre-

ferivelmente, cerca de 30 ppm de háfnio. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas.

Assim como a(s) camada(s) de reflexão de IR de NbZrO_x que inclui(em) háfnio, a sobrecamada protetora que inclui óxido de zircônio também inclui, de preferência, háfnio. Contudo, a sobrecamada protetora pode incluir mais háfnio do que a(s) camada(s) de reflexão de IR. Por exemplo, em determinadas modalidades exemplificativas, a sobrecamada protetora inclui, de preferência, 0,01 a 5% de háfnio em peso, mais preferivelmente 1 a 4,5% de háfnio em peso, ainda mais preferivelmente 1 a 4% de háfnio em peso. Qualquer faixa intermediária também pode ser usada em determinadas modalidades exemplificativas. Uma sobrecamada protetora que inclui óxido de zircônio e háfnio adequada pode ser depositada através de metalização a partir de um espécime de metalização que inclui cerca de 100 a 1000 ppm de háfnio, mais preferivelmente 100 a 500 ppm de háfnio, mais preferivelmente 200 a 400 ppm de háfnio, mais preferivelmente cerca de 250 a 350 ppm de háfnio e, ainda mais preferivelmente, cerca de 300 ppm de háfnio.

Os exemplos adicionais a seguir são pilhas de camadas compreendendo: vidro/dielétrica/NbZrO_x + Hf/dielétrica/ZrO_x + Hf. As camadas dielétricas podem compreender materiais tais como, por exemplo, nitreto de silício não-absorvente (por exemplo, Si₃N_x ou outra estequiometria adequada). Cada uma é vantajosa pelo fato de que oferece durabilidade e transmissão superiores com relação à suas aplicações em particular. Cada uma também é vantajosa pelo fato de que oferece combinação de cor superior entre artigos recozidos e termicamente tratados (por exemplo, termicamente temperados). Espessuras e propriedades ópticas e outras exemplificativas são proporcionadas para cada exemplo adicional.

EXEMPLO ADICIONAL 1

A tabela 16 mostra espessuras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o exemplo adicional 1, enquanto que a tabela 17 mostra propriedades ópticas e outras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o exemplo adicional 1.

Tabela 16 (Espessuras exemplificativas não-limitativas)

Camada	Faixa exemplificativa (Å)	Preferido (Å)	Mais preferido (Å)
óxido de zircônio com háfnio (camada 6)	~50	40 a 60	45 a 55
nitreto de silício (camada 4)	~100	80 a 120	90 a 110
NbZrOx com háfnio (camada 3)	~253	200 a 305	225 a 280
nitreto de silício (camada 2)	~90	70 a 110	80 a 100

Tabela 17: Características de cor/ópticas e/ou outras (não-HT)

	Exemplo	Preferido	Mais preferido
Tvis (TY):	13,0	11,1 a 15,0	11,7 a 14,3
L*T	42,8	36,3 a 49,2	38,5 a 47,0
a*T	-1,4	-1,6 a -1,2	-1,5 a -1,3
b*T	-0,5	-0,6 a -0,4	-0,6 a -0,5
RGY (lado com vidro):	32,0	27,2 a 36,8	28,8 a 35,2
L*G	63,3	53,8 a 72,8	57,0 a 69,7
a*G	-2,0	-2,3 a -1,7	-2,2 a -1,8
b*G	-2,0	-2,3 a -1,7	-2,2 a -1,8
RFY (lado com filme):	35,0	29,8 a 40,3	31,5 a 38,5
L*F	65,7	55,9 a 75,6	59,2 a 72,3
a*F	-1,7	-2,0 a -1,4	-1,9 a -1,5
b*F	5,0	4,3 a 5,8	4,5 a 5,5
Tvis	14,0	11,9 a 16,1	12,6 a 15,4
REF IN	35,0	29,8 a 40,3	31,5 a 38,5
REF OUT	32,0	27,2 a 36,8	28,8 a 35,2
U-Valor (noite)	2,3	2,0 a 2,6	2,1 a 2,5
Coeficiente de tonalidade	0,20	0,10 a 0,30	0,15 a 0,25
Fator solar	17	14,5 a 19,6	15,3 a 18,7
Tuv	8	6,8 a 9,2	7,2 a 8,8

EXEMPLO ADICIONAL 2

A tabela 18 mostra espessuras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o exemplo adicional 2, enquanto que a tabela 19 mostra propriedades ópticas e outras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o exemplo adicional 2.

5 Tabela 18 (Espessuras exemplificativas não-limitativas)

Camada	Faixa exemplificativa (Å)	Preferido (Å)	Mais preferido (Å)
óxido de zircônio com háfnio (camada 6)	-50	40 a 60	45 a 55
nitreto de silício (camada 4)	-291	230 a 350	260 a 320
NbZrO _x com háfnio (camada 3)	-170	135 a 205	150 a 190
nitreto de silício (camada 2)	-231	180 a 280	205 a 255

Tabela 19: Características de cor/ópticas e/ou outras (não-HT)

	Exemplo	Preferido	Mais preferido
Tvis (TY):	18,5	15,7 a 21,3	16,7 a 20,4
L*T	50,1	42,6 a 57,6	45,1 a 55,1
a*T	-2,0	-2,3 a -1,7	-2,2 a -1,8
b*T	-3,0	-3,5 a -2,6	-3,3 a -2,7
RGY (lado com vidro):	31,5	26,8 a 36,2	28,4 a 34,7
L*G	62,9	53,5 a 72,4	56,6 a 69,2
a*G	-2,8	-3,2 a -2,4	-3,1 a -2,5
b*G	-1,2	-1,4 a -1,0	-1,3 a -1,1
RFY (lado com filme):	26,0	22,1 a 29,9	23,4 a 28,6
L*F	58,0	49,3 a 66,7	52,2 a 63,8
a*F	-1,6	-1,8 a -1,4	-1,7 a -1,5
b*F	12,0	10,2 a 13,8	10,8 a 13,2
Tvis	18,0	15,3 a 20,7	16,2 a 19,8
REF IN	28,5	24,2 a 32,8	25,7 a 31,4
REF OUT	32,0	27,2 a 36,8	28,8 a 35,2
U-Valor (noite)	2,2	1,9 a 2,5	2,0 a 2,4

Coeficiente de tonalidade	0,24	0,2 a 0,3	0,2 a 0,3
Fator solar	21	17,9 a 24,2	18,9 a 23,1
Tuv	11	9,4 a 12,7	9,9 a 12,1

EXEMPLO ADICIONAL 3

A tabela 20 mostra espessuras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o Exemplo Adicional 3, enquanto que a Tabela 21 mostra propriedades ópticas e outras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o Exemplo Adicional 3.

Tabela 20 (Espessuras exemplificativas não-limitativas)

Camada	Faixa exemplificativa (Å)	Preferido (Å)	Mais preferido (Å)
óxido de zircônio com háfnio (camada 6)	~50	40 a 60	45 a 55
nitreto de silício (camada 4)	~275	220 a 330	245 a 305
NbZrO _x com háfnio (camada 3)	~77	60 a 95	70 a 85
nitreto de silício (camada 2)	~225	180 a 270	200 a 250

Tabela 21: Características de cor/ópticas e/ou outras (não-HT)

	Exemplo	Preferido	Mais preferido
Tvis (TY):	30,0	25,5 a 34,5	27,0 a 33,0
L*T	61,7	52,4 a 70,9	55,5 a 67,8
a*T	-2,0	-2,3 a -1,7	-2,2 a -1,8
b*T	-4,0	-4,6 a -3,4	-4,4 a -3,6
RGY (lado com vidro):	22,5	19,1 a 25,9	20,3 a 24,8
L*G	54,6	46,4 a 62,7	49,1 a 60,0
a*G	-2,0	-2,3 a -1,7	-2,2 a -1,8
b*G	-3,3	-3,8 a -2,8	-3,6 a -3,0
RFY (lado com filme):	23,0	19,6 a 26,5	20,7 a 25,3
L*F	55,1	46,8 a 63,3	49,6 a 60,6
a*F	-2,0	-2,3 a -1,7	-2,2 a -1,8
b*F	9,0	7,7 a 10,4	8,1 a 9,9

Tvis	30,0	25,5 a 34,5	27,0 a 33,0
REF IN	25,5	21,7 a 29,3	23,0 a 28,1
REF OUT	23,0	19,6 a 26,5	20,7 a 25,3
U-Valor (noite)	2,6	2,2 a 3,0	2,3 a 2,9
Coeficiente de tonalidade	0,38	0,3 a 0,4	0,35 a 0,4
Fator solar	33	28,1 a 38,0	29,7 a 36,3
Tuv	20	17,0 a 23,0	18,0 a 22,0

EXEMPLO ADICIONAL 4

A tabela 22 mostra espessuras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o exemplo adicional 4, enquanto que a tabela 23 mostra propriedades ópticas e outras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o exemplo adicional 4.

5

Tabela 22 (Espessuras exemplificativas não-limitativas)

Camada	Faixa exemplificativa (Å)	Preferido (Å)	Mais preferido (Å)
óxido de zircônio com háfnio (camada 6)	~50	40 a 60	45 a 55
nitreto de silício (camada 4)	~453	360 a 545	405 a 500
NbZrO _x com háfnio (camada 3)	~132	105 a 160	120 a 145
nitreto de silício (camada 2)	~367	290 a 440	330 a 405

Tabela 23: Características de cor/ópticas e/ou outras (não-HT)

	Exemplo	Preferido	Mais preferido
Tvis (TY):	34,5	29,4 a 39,7	31,1 a 38,0
L*T	65,4	55,6 a 75,2	58,9 a 71,9
a*T	-3,7	-4,3 a -3,1	-4,1 a -3,3
b*T	-0,6	-0,7 a -0,5	-0,7 a -0,5
RGY (lado com vidro):	26,1	22,2 a 30,0	23,5 a 28,7
L*G	58,1	49,4 a 66,8	52,3 a 63,9
a*G	-3,8	-4,4 a -3,2	-4,2 a -3,0
b*G	1	0,9 a 1,2	0,9 a 1,1
RFY (lado com filme):	6,2	5,3 a 7,2	5,6 a 6,9

L*F	30	25,5 a 34,5	27,0 a 33,0
a*F	16,5	14,0 a 19,0	14,9 a 18,2
b*F	2,7	2,3 a 3,1	2,4 a 3,0
Tvis	34,5	29,3 a 39,7	31,1 a 38,0
REF IN	6,2	5,3 a 7,1	5,6 a 6,8
REF OUT	26,1	22,2 a 30,0	23,5 a 28,7
U-Valor (noite)			
Coeficiente de tonalidade	0,46	0,38 a 0,52	0,4 a 0,5
Fator solar			
Tuv			

EXEMPLO ADICIONAL 5

A tabela 24 mostra espessuras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o exemplo adicional 5, enquanto que a tabela 25 mostra propriedades ópticas e outras exemplificativas preferidas e mais preferidas para o exemplo adicional 5.

5

Tabela 24 (espessura exemplificativa não-limitativa)

Camada	Faixa exemplificativa (Å)	Preferido (Å)	Mais preferido (Å)
óxido de zircônio com háfnio (camada 6)	~50	40 a 60	45 a 55
nitreto de silício (camada 4)	~212	170 a 255	190 a 235
NbZrOx com háfnio (camada 3)	~39	30 a 47	35 a 45
nitreto de silício (camada 2)	~161	125 a 195	145 a 180

Tabela 25: Características de cor/ópticas e/ou outras (não-HT)

	Exemplo	Preferido	Mais preferido
Tvis (TY):	47	40,0 a 54,1	42,3 a 51,7
L*T	74,1	63,0 a 85,2	66,7 a 81,5
a*T	-2,5	-2,9 a -2,1	-2,8 a -2,3
b*T	-2	-2,3 a -1,7	-2,2 a -1,8
RGY (lado com vidro):	15	12,8 a 17,3	13,5 a 16,5

L*G	45,6	38,8 a 52,4	41,0 a 50,2
a*G	0	-0,2 a +0,2	-0,1 a +0,1
b*G	-9	-10,4 a -7,7	-9,9 a -8,1
RFY (lado com filme):	15,5	13,2 a 17,8	14,0 a 17,1
L*F	46,3	39,4 a 53,2	41,7 a 50,9
a*F	-0,3	-0,5 a 0,1	-0,4 a -0,2
b*F	2,5	2,1 a 2,9	2,3 a 2,8
Tvis	47,5	40,4 a 54,6	42,8 a 52,3
REF IN	16,5	14,0 a 19,0	14,9 a 18,2
REF OUT	15,5	13,2 a 17,8	14,0 a 17,1
U-Valor (noite)	2,7	2,3 a 3,1	2,4 a 3,0
Coeficiente de tonalidade	0,5	0,4 a 0,6	0,5 a 0,6
Fator Solar			
Tuv	28	23,8 a 32,2	25,2 a 30,8

Determinados termos são prevalentemente usados na técnica de revestimento de vidro, particularmente quando de definição das propriedades e características de gerenciamento solar do vidro revestido. Tais termos são usados aqui de acordo com seu significado bem conhecido. Por exemplo, conforme usado aqui:

5 Intensidade de luz de comprimento de onda visível refletida, isto é, "refletância", é definida por seu percentual e é reportada como R_XY (isto é, o valor Y citado abaixo na ASTM E-308-85), em que "X" é "G" para o lado com vidro ou "F" para o lado com filme. "Lado com vidro" (por exemplo, "G")
 10 significa quando visto do lado do substrato de vidro oposto àquele sobre o qual o revestimento reside, enquanto que "lado com filme" (isto é, "F") significa quando visto do lado do substrato de vidro sobre o qual o revestimento reside.

15 As características de cor são medidas e reportadas aqui usando as coordenadas a^* , b^* e a escala CIE LAB (isto é, o diagrama CIE a^*b^* , I11. CIE-C, observador de grau 2). Outras coordenadas similares podem ser equivalentemente usadas, tal como através do subscrito "h" para significar o

uso convencional da Escala Hunter Lab ou I11.CIE-C, observador de 10° ou as coordenadas u^*v^* no CIE LUV. Essas escalas são definidas aqui de acordo com ASTM D-2244-93 "Standard Test Method for Calculation of Color Differences From Instrumentally Measured Color Coordinates" 9/15/93, conforme aumentado pela ASTM E-308-85, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 06.01 "Standard Method for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System" e/ou conforme reportado em IES LIGHTING HANDBOOK 1981, Volume de Referência.

Os termos "emitância" e "transmitância" são bem entendidos na técnica e são usados aqui de acordo com seu significado bem conhecido. Assim, por exemplo, os termos transmitância de luz visível (TY), transmitância de radiação infravermelha e transmitância de radiação ultravioleta (T_{uv}) são conhecidos na técnica. A transmitância de energia solar total (TS) é, então, usualmente caracterizada como uma média ponderada desses valores, de 300 a 2500 nm (UV, visível e próximo do IR). Com relação a essas transmitâncias, a transmitância visível (TY), conforme reportado aqui, é caracterizada pela técnica do observador de grau C.2 CIE Illuminant padrão a 380 a 720 nm; próximo do infravermelho é 720 a 2500 nm; ultraviolet é 300 a 380 nm; e solar total é 300 a 2500 nm. Para fins de emitância, contudo, uma faixa de infravermelho em particular (isto é 2.500 a 40.000 nm) é empregada.

A transmitância visível pode ser medida usando técnicas convencionais conhecidas. Por exemplo, usando um espectrofotômetro, tal como um Perkin Elmer Lambda 900 ou Hitachi U4001, uma curva espectral de transmissão é obtida. A transmissão visível é, então, calculada usando a metodologia ASTM 308/2244-93 antes mencionada. Um número menor de pontos de comprimento de onda pode ser empregado do que o prescrito, se desejado. Outra técnica para medição da transmitância visível é empregar um espectrômetro, tal como um espectrofotômetro Spectrogard comercialmente disponível fabricado pela Pacific Scientific Corporation. Esse dispositivo mede e reporta a transmitância visível diretamente. Conforme reportado e medido aqui, a transmitância visível (isto é, o valor Y no sistema com estí-

mulo triplo CIE, ASTM E-308-85) usa o observador de grau C.2 III.

Outro termo empregado aqui é "resistência da folha". Resistência da folha (R_s) é um termo bem conhecido na técnica e é usado aqui de acordo com seu significado bem conhecido. Aqui, ela é reportada em ohms por unidades quadradas. De modo geral, esse termo se refere à resistência, em ohms, para qualquer quadrado de um sistema de camada sobre um substrato de vidro a uma corrente elétrica passada através do sistema de camada. A resistência da folha é uma indicação de como a camada ou sistema de camada esta refletindo a energia infravermelha e, assim, frequentemente é usada junto com a emitância como uma medida dessa característica. A "resistência da folha" pode ser, por exemplo, convenientemente medida usando um ohmmêtro com sonda de 4 pontos, tal como uma sonda de resistividade com 4 pontos descartável com uma cabeça da Magnetron Instruments Corp., Modelo M-800 produzida pela Signatone Corp. of Santa Clara, Califórnia.

O termos "tratamento térmico" e "tratar termicamente", conforme usado aqui, significam aquecimento do artigo para uma temperatura suficiente para permitir têmpera térmica, curvatura e/ou fortalecimento térmico do artigo que inclui vidro. Essa definição inclui, por exemplo, aquecimento de um artigo revestido para uma temperatura de pelo menos cerca de 580 ou 600 graus C durante um período suficiente para permitir têmpera e/ou fortalecimento térmico. Em alguns casos, o HT pode ser durante pelo menos cerca de 4 ou 5 minutos.

Embora a invenção tenha sido descrita com relação àquilo que é atualmente considerado como sendo a modalidade mais prática e preferida, deve ser entendido que a invenção não esta limitada à modalidade divulgada mas, pelo contrário, se destina a abranger varias modificações e equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Artigo revestido incluindo um sistema de camada suportado por um substrato, o sistema de camada compreendendo:
- uma primeira camada dielétrica;
 - 5 uma camada de reflexão de infravermelho (IR) compreendendo um óxido de zircônio nióbio (NbZr) proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a primeira camada dielétrica, a referida camada de reflexão de IR ainda compreendendo háfnio;
 - uma segunda camada dielétrica proporcionada sobre o substrato
 - 10 sobre pelo menos a camada de reflexão de IR; e
 - uma sobrecamada compreendendo óxido de zircônio sobre pelo menos a segunda camada dielétrica, a referida sobrecamada ainda compreendendo háfnio,
 - em que a camada de reflexão de IR compreende cerca de 0,001
 - 15 a 1% de háfnio em peso e a sobrecamada compreende cerca de 0,01 a 5% de háfnio em peso.
2. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que a sobrecamada compreende cerca de 1 a 4,5% de háfnio em peso.
3. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que a
- 20 sobrecamada tem mais háfnio do que a camada de reflexão de IR.
4. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 3, em que a sobrecamada tem pelo menos 10 vezes mais háfnio do que a camada de reflexão de IR, mais preferivelmente pelo menos 50 vezes mais háfnio do que a camada de reflexão de IR.
- 25 5. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o artigo revestido não tem camada de reflexão de infravermelho (IR) metálica compreendendo Ag ou Au.
6. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que a camada de reflexão de IR esta em sanduíche entre e contata cada uma das
- 30 primeira e segunda camadas dielétricas.
7. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que as primeira e segunda camadas dielétricas compreendem, cada uma, um nítro-

to e/ou um óxido de metal.

8. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que as primeira e segunda camadas dielétricas compreendem, cada uma, nitreto de silício.

5 9. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 8, em que as primeira e segunda camadas dielétricas compreendem, cada uma, nitreto de silício não-absorvente.

10 10. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que a camada de contato ou nucleação é proporcionada entre a camada de reflexão de IR e a primeira camada dielétrica.

11. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que a camada de reflexão de IR compreende de 0,05 a 10% de oxigênio.

15 12. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que a camada de reflexão de IR compreende $(\text{Nb}+\text{Zr})_x\text{O}_y$, onde a proporção y/x (isto é, a proporção de oxigênio para Nb+Zr) é de 0,03 a 0,20.

13. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que a proporção de zircônio para nióbio (Zr/Nb) é de cerca de 0,004 a 0,50.

20 14. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o artigo revestido é termicamente tratado e tem um valor de ΔE^* (lado com vidro reflexivo) de não mais do que 2,5 após e/ou em virtude de tratamento térmico.

15. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o artigo revestido compreende uma unidade de janela IG, uma janela monolítica ou uma janela laminada.

25 16. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que:
a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 70 a 110 Å,
a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 200 a 305 Å, a segunda
camada dielétrica tem uma espessura de 80 a 120 Å e a sobrecamada tem
uma espessura de 40 a 60 Å.

30 17. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que:
a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 180 a 280
Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 135 a 205 Å, a se-

gunda camada dielétrica tem uma espessura de 230 a 350 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.

18. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que:

5 a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 180 a 270 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 60 a 95 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 220 a 330 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.

19. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que:

10 a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 290 a 440 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 105 a 160 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 360 a 545 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.

20. Artigo revestido de acordo com a reivindicação 1, em que:

15 a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 125 a 195 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 30 a 47 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 170 a 255 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.

21. Método de fabricação de um artigo revestido incluindo um sistema de camada suportado por um substrato, o método compreendendo:

20 depósito, através de metalização, de uma primeira camada dielétrica sobre o substrato;

depósito, através de metalização, de uma camada de reflexão de infravermelho (IR) compreendendo um óxido de zircônio nióbio (NbZr), a camada de reflexão de IR ainda compreendendo háfnio;

25 depósito, através de metalização, de uma segunda camada dielétrica sobre pelo menos a camada de reflexão de IR; e

depósito, através de metalização, de uma sobrecamada compreendendo de óxido de zircônio sobre pelo menos a segunda camada dielétrica, a sobrecamada ainda compreendendo háfnio,

30 em que a camada de reflexão de IR compreende cerca de 0,001 a 1% de háfnio em peso e a sobrecamada compreende cerca de 0,01 a 5% de háfnio em peso.

22. Método de acordo com a reivindicação 21, em que a sobrecamada compreende cerca de 1 a 4,5% de háfnio em peso.

23. Método de acordo com a reivindicação 21, em que as primeira e segunda camadas dielétricas compreendem, cada uma, nitreto de silício.

24. Método de acordo com a reivindicação 21, em que a camada de reflexão de IR compreende de 0,05 a 10% de oxigênio.

25. Método de acordo com a reivindicação 21, em que a camada de reflexão de IR é depositada através de metalização usando um espécime de metalização incluindo cerca de 10 a 50 ppm de háfnio.

26. Método de acordo com a reivindicação 21, em que a sobrecamada é depositada através de metalização usando um espécime de metalização incluindo cerca de 100 a 1000 ppm de háfnio.

27. Método de acordo com a reivindicação 21, em que:
a primeira camada dielétrica tem uma espessura de 70 a 440 Å, a camada de reflexão de IR tem uma espessura de 30 a 305 Å, a segunda camada dielétrica tem uma espessura de 80 a 545 Å e a sobrecamada tem uma espessura de 40 a 60 Å.

28. Método de acordo com a reivindicação 21, em que o artigo revestido é termicamente tratado e tem um valor de ΔE^* (lado com vidro reflexivo) de não mais do que 2,5 após e/ou em virtude de tratamento térmico.

29. Artigo revestido incluindo um sistema de camada suportado por um substrato, o sistema de camada compreendendo:

uma primeira camada dielétrica;

uma camada de reflexão de infravermelho (IR) compreendendo um óxido de zircônio nióbio (NbZr) proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a primeira camada dielétrica, a referida camada de reflexão de IR ainda compreendendo háfnio; e

uma segunda camada dielétrica proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a camada de reflexão de IR,

em que a camada de reflexão de IR compreende cerca de 0,001 a 1% de háfnio em peso.

30. Artigo revestido incluindo um sistema de camada suportado por um substrato, o sistema de camada compreendendo:

uma primeira camada dielétrica;

uma camada de reflexão de infravermelho (IR);

5 uma segunda camada dielétrica proporcionada sobre o substrato sobre pelo menos a camada de reflexão de IR; e

uma sobrecamada compreendendo óxido de zircônio sobre pelo menos a segunda camada dielétrica, a referida sobrecamada ainda compreendendo háfnio,

10 em que a sobrecamada compreende cerca de 0,01 a 5% de háfnio em peso.

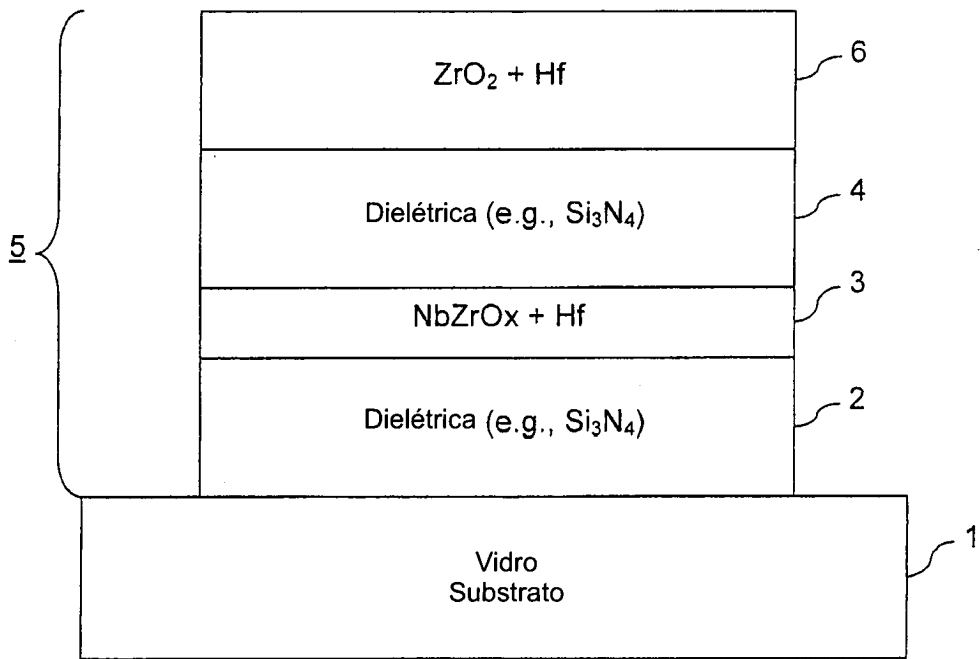


Fig.1

RESUMO

Patente de Invenção: **"ARTIGO REVESTIDO TERMICAMENTE TRATÁVEL COM ZIRCÔNIO NIÓBIO E HÁFNIO, INCLUSIVE CAMADA DE REFLEXÃO DE IR E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DO MESMO"**.

- 5 A presente invenção refere-se a um artigo revestido é proporcionado de modo a incluir um revestimento de controle solar tendo uma camada de reflexão de infravermelho (IR) em sanduíche entre pelo menos um par de camadas dielétricas. A camada de reflexão de IR inclui NbZr e/ou NbZrO_x junto com háfnio em determinadas modalidades da presente invenção. Uma
- 10 sobrecamada protetora de óxido de zircônio (por exemplo, ZrO₂ ou outra estequiometria adequada) e háfnio também pode ser proporcionada em determinadas modalidades exemplificativas. O uso de tais materiais como (uma) camada(s) de reflexão de IR permite que o artigo revestido tenha boa resistência à corrosão à soluções alcalinas, bom desempenho mecânico, tal como
- 15 resistência à arranhadura e/ou boa estabilidade da cor (isto é, (um) baixo(s) valor(es) de ΔE^*) quando de tratamento térmico (HT). O artigo revestido pode ou não ser termicamente tratado em diferentes modalidades da invenção.