



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0912796-8 B1



(22) Data do Depósito: 13/05/2009

(45) Data de Concessão: 09/07/2019

(54) Título: SUBSTRATO TRANSPARENTE COM FUNÇÃO DE VIDRO, VIDRAÇA E PAINEL DE REVESTIMENTO DE FACHADA DE TIPO PARAPEITO

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

(30) Prioridade Unionista: 19/05/2008 FR 0853222.

(73) Titular(es): SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE.

(72) Inventor(es): BRUNO MAUVERNAY; VÉRONIQUE RONDEAU; SYLVAIN BELLLOT.

(86) Pedido PCT: PCT FR2009050881 de 13/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/150343 de 17/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 17/11/2010

(57) Resumo: SUBSTRATO TRANSPARENTE COM FUNÇÃO DE VIDRO, VIDRAÇA E PAINEL DE REVESTIMENTO DE FACHADA DE TIPO PARAPEITO. A invenção refere-se a um substrato transparente com função de vidro munido de um empilhamento de camadas finas atuando sobre a radiação solar. De acordo com a invenção, o empilhamento comporta pelo menos duas camadas funcionais absorventes enquadradas, cada uma, por duas camadas transparentes compreendendo um material dielétrico. As camadas funcionais são preferivelmente à base de um metal pertencendo ao grupo do nióbio, tântalo, molibdênio, zircônio e o metal de pelo menos uma das camadas funcionais pode ser parcialmente ou completamente nitretado. A invenção particularmente se aplica aos domínios da construção e automotivo.

“SUBSTRATO TRANSPARENTE COM FUNÇÃO DE VIDRO, VIDRAÇA E PAINEL DE REVESTIMENTO DE FACHADA DE TIPO PARAPEITO”

A presente invenção refere-se a vidraças munidas de empilhamentos de camadas finas atuando sobre a radiação solar, notadamente vidraças destinadas ao isolamento térmico e/ou à proteção solar.

A invenção refere-se igualmente a este tipo de vidraças uma vez tornadas opacas de modo a fazer parte de um painel de revestimento de fachada, chamado “parapeito”, e que permite, em associação com uma vidraça para permitir visão, oferecer superfícies externas de construções completamente envidraçadas.

Este tipo de conjunto de vidraças é utilizado há muito tempo no domínio da construção, por um lado a fim de melhorar o isolamento térmico das construções e, por outro lado para limitar a quantidade de radiação solar penetrando na construção (limitar o efeito de estufa). Interessa-se, então, sobre a radiação solar compreendendo o espectro luminoso se estendendo dos raios UV (comprimento de onda igual à cerca de 290 nm) ao infravermelho próximo (comprimento de onda igual à cerca de 2500 nm) e à radiação infravermelha térmica (de comprimento de onda compreendido entre cerca de 2500 nm e 50 microns).

Uma primeira solução consiste em agir sobre a composição do vidro para obter as características desejadas. No entanto, esta solução revelou-se nem prática nem econômica dado que para modificar a composição do vidro é necessário esvaziar previamente o forno de fabricação do vidro, o que é dispendioso e toma muito tempo. Então se privilegiou a solução que consiste em depositar uma ou várias camadas finas sobre pelo menos uma das faces do vidro. Em um empilhamento de camadas, distinguem-se pelo menos dois tipos de camadas diferentes: camadas ditas funcionais que conferem ao empilhamento o essencial das suas propriedades térmicas e camadas de

proteção, geralmente de materiais dielétricos transparentes, cujo papel principal é o de uma proteção química e/ou mecânica das camadas funcionais.

Contudo, certas utilizações do vidro necessitam qualidades particulares deste material. Assim no domínio da construção e automotivo, é
5 desejável ou mesmo necessário utilizar vidro temperado (vidro “de segurança”), a têmpera ou o processo de têmpera conferindo uma boa resistência mecânica ao vidro. Infelizmente, o vidro temperado não pode ser recortado e é, portanto, necessário que o vidro tenha a sua forma e as suas dimensões finais antes da têmpera ou do processo de têmpera. A têmpera do
10 vidro sendo realizada levando o vidro a uma temperatura elevada (próxima de 700°C) depois abaixando rapidamente a temperatura (o que cria tensões mecânicas dentro do vidro), camadas finas depositadas sobre o vidro antes da têmpera ou do processo de têmpera não suportam geralmente tal tratamento e perdem as suas qualidades ópticas e/ou térmicas. Por outro lado, a solução
15 que consistiria em depositar as camadas finas sobre o vidro já temperado coloca problemas de logística e não é industrialmente viável.

Outra propriedade frequentemente necessária ao vidro é poder suportar um tratamento térmico a fim de ser trabalhado para conferir ao mesmo uma forma dobrada ou recurvada: diz-se então que o vidro é
20 “recurvável”.

Um problema técnico a resolver é, portanto, desenvolver um empilhamento de camadas finas cujas qualidades não são degradadas quando o vidro sobre a qual ela é depositado é temperado e/ou recurvado. Em outros termos, o empilhamento de camadas finas deve ser “temperável” e
25 “recurvável”. As qualidades das camadas finas que não devem ser degradadas são notadamente os desempenhos de filtração da radiação solar e as características ópticas como as cores e a intensidade da transmissão luminosa.

Soluções já foram propostas sob a forma de empilhamentos relativamente simples. Assim, um exemplo de vidraças anti-solar para a

construção civil é dado pelas patentes EP 0.511.901 e EP 0.678.483: trata-se de camadas funcionais no plano da filtração das radiações solares, camadas de mistura níquel- cromo, eventualmente nitretada, em aço inoxidável ou tântalo e que são dispostas entre duas camadas dielétricas de óxido metálico como SnO₂, TiO₂ ou Ta₂O₅. Contudo estas vidraças não são verdadeiramente “recurváveis” ou “temperáveis” porque as camadas de óxido envolvendo a camada funcional não podem impedir a sua oxidação quando do recurvamento ou da têmpera, a oxidação sendo acompanhada de uma modificação da transmissão luminosa e do aspecto das vidraças em seu conjunto.

Mais recentemente, foi proposto no pedido de patente WO 01/21540 A-1 um substrato transparente munido de um empilhamento de camadas finas constituído de uma camada funcional de metal (Nb, Ta, Zr) ou de nitreto deste metal e uma sobrecamada de nitreto ou oxinitreto de alumínio e/ou nitreto ou oxinitreto de silício. Esta solução é relativamente satisfatória dado que o empilhamento é “recurvável”, “temperável”, resistindo mecanicamente e apresentando boas características ópticas. No entanto, se se desejar diminuir a transmissão luminosa T_L , é necessário aumentar a espessura da camada funcional, o que apresenta o inconveniente de aumentar as reflexões luminosas em particular no interior da construção. Quando faz sombra (ou durante a noite) no exterior, tem-se a tendência, no interior da construção, a se ver apenas o empilhamento de camadas finas, as vidraças adquirindo então uma cor relativamente intensa, pouco estética, com dominância amarela/laranja. No modelo CIE Lab de representação de cores desenvolvido pela Comissão Internacional da Iluminação (CIE), estas cores correspondem a a^* superior e b^* muito ao superior a 0. Idealmente, tende-se neste modelo a obter valores próximos de zero para os componente a^* e b^* , o que conduz a cores menos vivas tendendo para matizes de cinza (mais neutros), portanto mais agradáveis.

O objetivo da presente invenção é, portanto, o desenvolvimento de novos empilhamentos de camadas finas atuando sobre a radiação solar tendo em vista fabricar um conjunto de vidraças de proteção solar melhorado. A melhoria visada é notadamente reduzir as reflexões e/ou
5 neutralizar as cores para um valor de transmissão luminoso dado, conservando ao mesmo tempo a aptidão a suportar os tratamentos térmicos (têmpera e recurvamento) sem prejuízo quando o substrato portador do empilhamento é de tipo de vidro.

O objeto da invenção é um substrato transparente com função
10 de vidro munido de um empilhamento de camadas finas atuando sobre a radiação solar. De acordo com a invenção, o empilhamento comporta pelo menos duas camadas funcionais absorventes enquadradas, cada uma, por duas camadas transparentes compreendendo um material dielétrico.

De modo vantajoso:

15 - as camadas funcionais são à base de um metal pertencendo ao grupo do nióbio, do tântalo e do zircônio, o molibdênio, preferivelmente o nióbio;

- o metal de pelo menos uma das camadas funcionais é parcialmente ou completamente nitretado,

20 - o substrato pode comportar pelo menos uma alternância de uma camada funcional à base de um metal nitretado e uma camada funcional à base de um metal não nitretado ou pelo menos uma alternância de uma camada funcional à base de um metal não nitretado e uma camada funcional à base de um metal nitretado,

25 - o material dielétrico pode ser à base de nitreto de silício, dopado ou não com alumínio,

- uma camada de sacrifício pode ser interposta entre pelo menos uma das camadas funcionais e pelo menos uma das camadas dielétricas que enquadram a mesma, a camada de sacrifício podendo ser à

base de titânio ou de níquel cromo e a sua espessura podendo ser da ordem de alguns nanômetros, compreendida entre 1 nm e 3 nm, ou mesmo inferior a 1 nm,

5 - pelo menos uma das camadas dielétricas pode ser composta de uma alternância de camadas com índice elevado e baixo, como $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ou $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$,

- a soma das espessuras das camadas funcionais pode ser no máximo de 50 nm e as espessuras das camadas funcionais podem ser sensivelmente iguais.

10 - o substrato pode ser temperável, recurvável e/ou esmaltável,
- o substrato pode ser de vidro, claro ou matizado na massa, ou de material polímero transparente flexível ou rígido, o substrato pode pelo menos parcialmente tornado opaco por um revestimento sob a forma de uma laca ou um esmalte.

15 A invenção refere-se igualmente a uma vidraça monolítica (ou seja, constituído de um substrato único) ou vidraças múltiplas isolantes do tipo duplo, incorporando o substrato tal como foi definido previamente. O empilhamento de camadas finas encontra-se preferivelmente em face 2, as faces dos substratos sendo numeradas do exterior em direção ao interior da
20 cabine do motorista ou do local com o substrato, conferindo ao mesmo um efeito de proteção com relação à radiação solar. (Convencionalmente, a face 1 do substrato é dirigida para o exterior, e para uma dupla vidraça, a face 3 constitui a face interna do segundo substrato perante a face 2 do primeiro substrato, e a face 4 constitui então a face externa do segundo substrato).

25 As vidraças podem ser com vantagem de dominância azul/verde, com notadamente valores de a^* e de b^* negativos.

A invenção refere-se também a um painel de revestimento de fachada de tipo parapeito que incorpora o substrato tornado opaco tal como foi definido previamente.

Outras vantagens e características da invenção aparecerão durante a descrição seguinte dos vários modos de realização da invenção, dados a título de exemplos não limitativos.

Assim, a solução provida pela presente invenção consiste em
 5 um empilhamento de camadas finas compreendendo pelo menos duas camadas funcionais absorventes enquadradas, cada uma, por duas camadas de um material dielétrico transparente. Preferivelmente:

- as camadas funcionais absorventes são realizadas a partir de um metal escolhido entre o nióbio (Nb), o tântalo (Ta), o molibdênio (Mo), e
 10 o zircônio (Zr) ou à base de um nitreto de um destes metais (MoN, NbN, TaN, ZrN), utilizados sozinhos ou em mistura,

- o material dielétrico transparente das camadas enquadrando as camadas funcionais é preferivelmente o nitreto de silício (Si_3N_4).

De acordo com a invenção, uma forma de realização do
 15 empilhamento pode então ser a seguinte:

Substrato de vidro $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{NbN}/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{NbN}/\text{Si}_3\text{N}_4$

Substrato de vidro $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{NbN}/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Nb}/\text{Si}_3\text{N}_4$

Substrato de vidro $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Nb}/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{NbN}/\text{Si}_3\text{N}_4$

Observa-se que cada camada funcional Nb ou NbN é bem
 20 enquadrada por duas camadas de um material dielétrico (Si_3N_4 no exemplo dado).

As camadas funcionais de tipo Mo, Nb, Ta, Zr são particularmente estáveis e podem sofrer tratamentos térmicos diversos sem danificar as suas propriedades ópticas. Com efeito, pôde-se mostrar que, por
 25 exemplo, o nióbio vai ser nitretado parcialmente durante um recozimento, o que vai modificar a óptica. O molibdênio tem tendência a se oxidar muito facilmente e a se tornar transparente. As camadas funcionais de tipo nitreto, mais particularmente o nitreto de nióbio, apresentam igualmente uma forte estabilidade química.

As camadas funcionais devem ser absorventes, o que significa que elas são absorventes no domínio do visível. De modo geral, uma camada fina é dita absorvente quando absorve uma parte dos raios luminosos no domínio do visível.

5 As espessuras das camadas funcionais de NbN podem ser cada uma de aproximadamente 10 nm (a soma das espessuras das duas camadas não ultrapassando 40 a 50 nm), enquanto que com a solução da arte anterior descrita na patente WO 01/21540 A-1, onde uma única camada é utilizada (pilha correspondendo a $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{NbN}/\text{Si}_3\text{N}_4$) a sua espessura é mais da ordem
10 de várias dezenas de nm. As espessuras de camadas funcionais podem ser ajustadas em função da transmissão luminosa T_L desejada para o empilhamento.

De modo vantajoso, as camadas finas funcionais podem ser enquadradas por camadas finas de sacrifício, por exemplo, à base de titânio.
15 As camadas de sacrifício são então intercaladas entre uma camada funcional e uma camada dielétrica. O objetivo de uma camada de sacrifício é proteger o caráter metálico (no estado não temperado) da camada de Nb, de Ta ou Zr. Por exemplo, pode-se ter o empilhamento seguinte com camadas de sacrifício de titânio Ti: Vidro/ Si_3N_4 /Ti /Nb/ Ti/ Si_3N_4 /Ti/Nb/Ti/ Si_3N_4 .

20 A espessura desta camada de sacrifício é da ordem de alguns nanômetros, compreendida entre 1 nm e 3 nm, ou mesmo inferior a 1 nm.

Em variante, o titânio pode substituir por níquel cromo:

A escolha da espessura das camadas dielétricas transparentes permite ajustar as cores do empilhamento, vistas do interior e do exterior da
25 construção. Para um valor T_L dado, a utilização de um empilhamento de camadas finas de acordo com a invenção permite:

- reduzir de modo significativo os níveis de reflexões,

- tornar mais neutras as cores em reflexão (a^* e b^* no sistema Lab tendendo para 0) ou mesmo obter cores com dominância do azul/verde (a^* e b^* de valores negativos).

5 Uma ou várias camadas dielétricas transparentes pode ou podem ser substituídas (s) por uma alternância de camadas de índice elevado e baixo, como por exemplo, $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ou $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$.

10 Com vantagem, as camadas de empilhamento que são à base de nitreto de silício podem igualmente conter um metal minoritário em relação ao silício, por exemplo, alumínio, notadamente de 5% a 10% em peso do composto constituindo a camada de material dielétrico transparente. Isto é útil para acelerar o depósito da camada por pulverização tipo Magnetron assistida por campo magnético, onde o alvo de silício sem uma dopagem não é bastante condutor.

15 Além disso, o metal pode conferir uma melhor durabilidade ao nitreto.

Os exemplos dados a seguir ilustram diferentes modos de realização da invenção e permitem comparar as características dos empilhamentos obtidos de acordo com a arte anterior e de acordo com a invenção.

20 Nos exemplos seguintes, os depósitos das camadas foram realizados por pulverização Magnetron assistida por campo magnético, em temperatura ambiente, sobre um substrato de vidro de 4 mm de espessura.

Nos exemplos:

25 - a transmissão óptica TL é a transmissão luminosa em % de acordo com o iluminante D_{65} .

- a reflexão externa R_{out} é a reflexão em % medida do lado vidro do local ou da construção, quando o vidro revestido com o empilhamento de camadas finas é montado em vidraça monolítica em um local com o empilhamento de camadas em face 2 (de acordo com o sistema

convencional de numeração das faces de um substrato, previamente explicitado).

- a reflexão interior R_{in} é a reflexão em % medida do lado camada do local ou da construção, quando o vidro revestido com o empilhamento de camadas finas é montado em vidraça monolítica em um local com o empilhamento de camadas em face 2.

- a^* e b^* (exterior) (ou a^* e b^* interior) são as coordenadas colorimétricas em reflexão exterior (ou interior) de acordo com o modelo de colorimetria (L , a^* , b^*).

10 Exemplo comparativo 1

Empilhamento	Nº 1: 1 camada de NbN	Nº 2: 2 camadas de NbN
T_L	20%	20%
R_{in}	26%	8%
a^* ; b^* (interior)	2 ; 16	-2 ; -3
R_{out}	32%	6%
a^* ; b^* (exterior)	-1 ; -2	-1 ; -3

Neste exemplo comparativo, o empilhamento Nº1 é do tipo Vidro/ Si_3N_4 /NbN/ Si_3N_4 , o que corresponde à arte anterior descrita no pedido de patente WO 01/21540 A-1, a camada única de NbN (camada funcional) que tem uma espessura de 25 nm, o empilhamento Nº2 é do tipo Vidro/ Si_3N_4 /NbN/ Si_3N_4 /NbN/ Si_3N_4 de acordo com a presente invenção, a espessura da primeira camada funcional de NbN sendo de 10 nm e a espessura da segunda camada de NbN de 13 nm. A espessura total das duas camadas de NbN do empilhamento Nº2 é, portanto, sensivelmente idêntica à espessura da camada única do empilhamento Nº1 (13+10 nm comparado com 25 nm). Para o empilhamento Nº2, a espessura da primeira camada de Si_3N_4 (camada adjacente ao vidro V) está compreendida entre 30 e 50 nm, a espessura da segunda camada de Si_3N_4 está compreendida entre 60 e 80 nm e a espessura da terceira camada compreendida entre 30 e 50 nm.

Observa-se que na transmissão luminosa T_L igual (20%) e para espessuras de NbN semelhantes, os coeficientes de reflexão tanto interna como externa do empilhamento Nº2 são muito inferiores aos do

empilhamento N°1. Além disso, os valores de a^* e b^* do lado interior ao local são levemente negativos, o que produz uma cor relativamente neutra (menos amarela que com o empilhamento N°1).

Exemplo comparativo 2

5 Este exemplo refere-se a empilhamento do tipo:

Vidro/Si₃N₄/NbN/Si₃N₄/NbN/Si₃N₄

As espessuras (em nm) das diferentes camadas são indicadas na tabela seguinte.

Camada	Si ₃ N ₄	NbN	Si ₃ N ₄	NbN	Si ₃ N ₄
Espessura (em nm)	40	8	80	13	35

10 Para uma transmissão luminosa TL da ordem de 20%, os resultados seguintes foram obtidos:

TL= 21%

Rout=9,0 $a^* = -2,5$ $b^* = -18,1$ (lado vidro)

Rin=16,9 $a^* = -4,8$ $b^* = 0,7$ (lado camada)

15 Rout é o coeficiente de reflexão do empilhamento visto do lado do vidro e os valores de a^* e b^* correspondem às cores vistas do lado vidro, enquanto que Rin e os a^* e b^* correspondentes são valores olhando o empilhamento do lado das camadas. A utilização de um empilhamento de duas camadas NbN permite obter valores baixos de reflexão lado camada e lado vidro bem como uma cor azul muito marcada no lado vidro, e levemente
20 verde lado camada.

O contra exemplo abaixo se refere a dois empilhamentos monocamada do tipo da arte anterior: vidro/Si₃N₄/NbN/Si₃N₄. Duas séries de espessuras diferentes (em nm) são indicadas na tabela abaixo.

Camada	Si ₃ N ₄	NbN	Si ₃ N ₄	
Espessura 1	85	27	30	TL=21% Rout= 22,6 $a^* = -4,6$ $b^* = -14,4$ Rin=20,5 $a^* = 7,0$ $b^* = 25,8$
Espessura 2	110	22	15	TL=21% Rout= 21,2 $a^* = -6,5$ $b^* = -7,6$ Rin=31,2 $a^* = 3,4$ $b^* = 2,2$

Observa-se que para um mesmo valor de transmissão luminosa TL a utilização de um empilhamento monocamada funcional NbN não permite obter valores de reflexão luminosa tão baixos e/ou cores neutras ou azul/verde do lado camada.

5 Exemplo comparativo 3

Para certas aplicações pode ser interessante acrescentar uma camada de sacrifício intercalada entre uma camada funcional e uma camada dielétrica. Uma camada de sacrifício é destinada a proteger o caráter metálico (no estado não temperado) da camada funcional. Ela pode ser com vantagem
10 à base de titânio e a sua espessura ser relativamente fraca (geralmente ≤ 1 nm).

Este exemplo refere-se a dois empilhamentos munidos de camadas de sacrifício de titânio enquadrando a ou as camadas funcionais de nióbio, uma (Nº1) de acordo com a arte anterior:

15 Vidro/Si₃N₄/Ti/Nb/Ti/Si₃N₄

e a outra (Nº2) de acordo com a presente invenção:

Vidro/Si₃N₄/Ti/Nb/Ti/Si₃N₄/ Ti/Nb/Ti/Si₃N₄

Empilhamento	Nº1	Nº2
TL	20%	20%
R in	41%	14%
a* (interior)	1	0
b* (interior)	17	-9
Rout	28%	13%
a* (exterior)	0	2
b* (exterior)	8	-2
ε (emissividade)	5-10%	15-20%

A espessura da camada de Nb

- para o empilhamento Nº1 é 30 nm, levemente superior à
20 soma (20 nm) das espessuras das duas camadas de Nb do empilhamento Nº2.

Observa-se que para um mesmo coeficiente de transmissão luminosa TL, o empilhamento Nº2 com duas camadas funcionais é muito menos reflexivo que o empilhamento Nº1 com uma única camada funcional, igualmente para o interior (Rin) onde se ganha cerca de 30%, como para o

exterior (R_{out}). Além disso, com valores de b^* para o interior passando de 17 - 9 passa-se de uma cor amarela a uma cor azul muito mais agradável. Os valores obtidos para a emissividade ε mostram que o empilhamento permanece de caráter emissivo relativamente baixo (a emissividade é a capacidade de refletir uma parte muito grande de raios infravermelhos térmicos, de comprimentos de onda compreendidos entre 3 e 50 microns).

Observa-se que com o empilhamento N°2 integrado ao núcleo da vidraça dupla do tipo 6 mm/4 mm, as vidraças separadas por uma lâmina de argônio de 15 mm, obtém um fator $U=1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, estes valores sendo para comparar com o mesmo tipo de vidraça (sem empilhamento N°2), obtém-se um valor de $U=2,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Apresenta-se a seguir outra estrutura de empilhamento de acordo com a invenção (estruturas mistas NbN/Nb)

Exemplo 3:

Vidro/ Si_3N_4 (40)/NbN (8)/ Si_3N_4 (65)/Ti/(1)/Nb (8)/Ti (1)/ Si_3N_4 (35)

Que se compara com o exemplo 4 (estado da arte) pelo qual os valores TL e dados a^*_{out} , b^*_{out} , R_{out} são globalmente similares:

Vidro/ Si_3N_4 (80)/Nb(23)/ Si_3N_4 (28)

Pilha	N°3	N°4
TL	20%	21%
R in	12,4%	28%
a^* (interior)	-0,3	-11,3
b^* (interior)	-0,7	-11,2
R_{out}	6,6%	22,3%
a^* (exterior)	-1,3	-3,6
b^* (exterior)	-17,9	-15,3

Com se pode notar, o empilhamento de acordo com o exemplo 3 em relação ao exemplo 4, denota seu R_{in} singularmente melhorado bem como os seus parâmetros ópticos (a^* , b^*) dentro (neutro em reflexão).

Em variante, uma estrutura mista de empilhamento Nb/NbN é também possível.

Um empilhamento de camadas de acordo com a presente invenção é recurvável e/ou temperável e esmaltável. Compreende-se no sentido da invenção por “recurvável” ou “temperável”, um empilhamento que, depositado sobre um substrato, sofre uma evolução óptica limitada que
5 pode notadamente ser quantificada se colocando no modelo de representação das cores CIE Lab (L, a*, b*) por um valor ΔE inferior a 3, notadamente inferior a 2.

Define-se ΔE do modo seguinte:

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)$$

10 Com ΔL , Δa e Δb a diferença das medidas de L, a* e b* antes e após o tratamento térmico.

Um empilhamento de acordo com a presente invenção pode eventualmente sofrer um tratamento de esmaltagem particularmente interessante para os parapeitos. A esmaltagem permite tornar opacas as
15 vidraças nos parapeitos. O empilhamento de camadas de acordo com a invenção é esmaltável, no sentido de que se pode depositar sobre o mesmo um esmalte e recozer o mesmo sem modificar sensivelmente o aspecto óptico em relação a uma vidraça de visão munida das mesmas camadas, em reflexão exterior. Considera-se como “esmaltável”, os empilhamentos sobre os quais
20 se pode depositar de modo conhecido uma composição de esmalte, sem o aparecimento de defeitos ópticos no empilhamento e com uma evolução óptica limitada, que se pode quantificar como precedentemente. Isso significa igualmente que ela apresenta uma durabilidade satisfatória, sem deterioração prejudicial das camadas do empilhamento em contato com o esmalte nem
25 durante a sua cozedura, nem durante o tempo uma vez que a vidraça foi montada.

Um empilhamento de acordo com a invenção é interessante quando se utilizam substratos de vidro claro ou matizado na massa. Contudo, pode-se também muito bem não procurar explorar o seu carácter recurvável ou

temperável mas simplesmente a sua durabilidade satisfatória, utilizando substratos de vidro mas também não de vidro, notadamente de material polímero rígido e transparente como o policarbonato, o polimetacrilato de metila (P.M.M.A) substituindo o vidro, ou ainda um material polímero flexível, como certos poliuretanos ou como o tereftalato de polietileno (PET), material flexível que se pode depois solidarizar a um substrato rígido para funcionalizar o mesmo fazendo-o aderir por diferentes meios, ou por uma operação de formação de folhas.

A presente invenção permite obter vidraças para controle solar, possuindo valores de reflexões baixos e igualmente cores puxando para o verde ou o azul dificilmente atingíveis com empilhamentos de apenas uma camada funcional.

Outros modos de realização que os descritos e representadas podem ser projetados pelo versado na técnica sem sair do quadro da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Substrato transparente com função de vidro munido de um empilhamento de camadas finas atuando sobre a radiação solar, caracterizado pelo fato de que o empilhamento comporta pelo menos duas camadas funcionais absorventes enquadradas, cada uma por duas camadas transparentes compreendendo um material dielétrico, as camadas funcionais sendo à base de um metal pertencendo ao grupo do nióbio, do tântalo, do molibdênio e do zircônio.

2. Substrato de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as camadas funcionais são à base de nióbio.

3. Substrato de acordo com uma das reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que o metal de pelo menos uma das camadas funcionais é parcial ou completamente nitretado.

4. Substrato de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o metal de todas as camadas funcionais é nitretado.

5. Substrato de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que ele comporta pelo menos uma alternância de uma camada funcional à base de um metal nitretado e uma camada funcional à base de um metal não nitretado ou pelo menos uma alternância de uma camada funcional à base de um metal não nitretado e uma camada funcional à base de um metal nitretado.

6. Substrato de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o referido material dielétrico é à base de nitreto de silício.

7. Substrato de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o referido material dielétrico é dopado com alumínio.

8. Substrato de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o alumínio está em uma proporção em peso de 5 a 10%.

9. Substrato de acordo com uma das reivindicações

precedentes, caracterizado pelo fato de que uma camada de sacrifício é interposta entre pelo menos uma das camadas funcionais e pelo menos uma das camadas dielétricas que enquadram a mesma.

5 10. Substrato de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a camada de sacrifício é à base de titânio ou de níquel de cromo.

 11. Substrato de acordo com uma das reivindicações 9 e 10, caracterizado pelo fato de que a espessura da camada de sacrifício é da ordem de alguns nanômetros, compreendida entre 1 nm e 3 nm.

10 12. Substrato de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das camadas dielétricas é composta de uma alternância de camadas de índice elevado e baixo, como $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ou $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$.

15 13. Substrato de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a soma das espessuras das camadas funcionais é no máximo de 50 nm.

 14. Substrato de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as espessuras das camadas funcionais são sensivelmente iguais.

20 15. Substrato de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que ele é temperável, recurvável e/ou esmaltável.

 16. Substrato de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que ele é de vidro, claro ou matizado na massa, ou de material polímero transparente flexível ou rígido.

25 17. Substrato de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que ele é pelo menos parcialmente tornado opaco por um revestimento sob a forma de uma laca ou de um esmalte.

18. Vidraça monolítica ou vidraça dupla, caracterizada pelo fato de incorporar o substrato de acordo com uma das reivindicações precedentes, o empilhamento de camadas finas encontrando-se preferivelmente em face 2, as faces dos substratos sendo numeradas do exterior para o interior da cabine do motorista ou do local que eles equipam, conferindo aos mesmos um efeito de proteção com relação à radiação solar.

19. Vidraça de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelo fato de que ela tem uma dominância azul/verde, com notadamente valores de a^* e de b^* negativos.

20. Painel de revestimento de fachada de tipo parapeito, caracterizado pelo fato de incorporar o substrato tornado opaco de acordo com a reivindicação 17.