



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

**(11) BR 112017012182-4 B1**



**(22) Data do Depósito:** 14/12/2015

**(45) Data de Concessão:** 07/06/2022

---

**(54) Título:** DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO E USO DE UMA VIDRAÇA COMO ELEMENTO CONSTITUTIVO DE UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO

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

**(30) Prioridade Unionista:** 19/12/2014 FR 1462875.

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

**(72) Inventor(es):** MATHIEU URIEN; BENOÎT ILLY; ALEXANDRE MAILLET; MATTHIAS ALSCHINGER.

**(86) Pedido PCT:** PCT FR2015053476 de 14/12/2015

**(87) Publicação PCT:** WO 2016/097560 de 23/06/2016

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 08/06/2017

**(57) Resumo:** VIDRO USADO COMO UM COMPONENTE DE UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO. A invenção refere-se ao uso de uma vidraça como elemento constitutivo de um dispositivo de aquecimento ou de uma porta à prova de fogo. A vidraça compreende um substrato transparente revestido com uma pilha de camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata e uma camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio.

"DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO E USO DE UMA VIDRAÇA COMO ELEMENTO CONSTITUTIVO DE UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO"

**[0001]** A invenção refere-se a uma vidraça usada como um elemento constitutivo de um dispositivo de aquecimento que compreende um substrato transparente revestido com uma pilha de camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata.

**[0002]** O dispositivo de aquecimento compreende uma câmara delimitada por uma ou mais paredes e um meio de aquecimento, de modo a tornar possível o aquecimento da câmara para uma temperatura elevada. Os dispositivos de aquecimento podem ser selecionados a partir de fornos, lareiras, fornalhas e assim por diante. De acordo com a invenção, os meios de aquecimento são distintos da pilha de camadas finas. As vidraças para veículos a motor aquecidas, cuja pilha atua como elemento de aquecimento, não correspondem a um dispositivo de aquecimento de acordo com a invenção.

**[0003]** As vidraças usadas como elementos constitutivos de um dispositivo de aquecimento são, em geral, vidraças múltiplas, em particular vidraças triplas. Vidraças múltiplas contribuem para manter o calor dentro do dispositivo de aquecimento, ao mesmo tempo em que mantêm a superfície externa da vidraça fria ao toque para a proteção dos usuários.

**[0004]** A vidraça múltipla compreende pelo menos dois substratos mantidos em uma distância de modo a delimitar um espaço. As faces da vidraça são denotadas começando a partir de dentro do dispositivo de aquecimento e numerando as faces dos substratos a partir de dentro para fora do dispositivo de aquecimento.

**[0005]** As vidraças usadas como elementos constituintes de um dispositivo de aquecimento compreendem também substratos revestidos com revestimentos funcionais os quais refletem a radiação infravermelha (IR). Estes revestimentos tornam possível reduzir a quantidade de energia dissipada para fora do dispositivo de aquecimento ao refletir o calor em direção à câmara. O uso destes revestimentos contribui para redução do consumo do dispositivo de aquecimento e o aquecimento da vidraça.

**[0006]** Os revestimentos que compreendem camadas metálicas funcionais com base em prata (ou camadas de prata) são os mais eficazes na redução da emissividade de vidraças, ao mesmo tempo em que retêm as qualidades ópticas e estéticas. Estes revestimentos conferem uma melhor proteção aos usuários, menor consumo de energia e maior conforto de uso.

**[0007]** No entanto, a resistência química, resistência térmica e força mecânica dos revestimentos que compreendem estas camadas metálicas funcionais com base em prata são, muitas vezes, insuficientes. Essa fraca resistência/força é refletida durante uso sob condições normais, isto é, em temperaturas de menos do que a 100 °C, através do aparecimento de defeitos a curto prazo, tais como locais de corrosão, arranhões, até mesmo rasgo total ou parcial da pilha.

**[0008]** Este fenômeno é acentuado quando estas vidraças são usadas em dispositivos de aquecimento, por exemplo, como portas de forno, submetidos a ciclos de tratamento térmico longos e repetidos em temperaturas elevadas em um ambiente úmido. Estes ciclos de tratamento térmico aceleram ainda mais a degradação das camadas de prata, em particular através de desidratação ou corrosão da prata.

**[0009]** Todos os defeitos ou arranhões, quer em virtude de corrosão ou tensões mecânicas, são suscetíveis de afetar prejudicialmente não apenas os desempenhos de energia e ópticos, mas também a atratividade do substrato revestido.

**[0010]** A baixa resistência das pilhas com base em prata aos ataques químicos e aos esforços mecânicos durante limpeza pelo usuário limita seu uso como vidraças em dispositivos de aquecimento. Isto porque alimentos, produtos de limpeza e meios mecânicos de limpeza, tal como esfregar com um pano, uma esponja ou uma escova, podem danificar a pilha e mesmo provocar uma ruptura total ou parcial da pilha.

**[0011]** O pedido US 2012/0084963 descreve um vidraça múltipla usada como um elemento constituinte de uma porta de forno que compreende um substrato transparente revestido com uma pilha de camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata e uma camada protetora superior com base em óxido de zircônio.

**[0012]** As camadas com base em óxido de zircônio protegem a pilha durante um

tratamento térmico em alta temperatura. No entanto, os substratos revestidos com tais camadas protetoras estão sujeitos à corrosão em um ambiente úmido sob condições quentes. O uso de camadas de óxido de zircônio não permite melhorar suficientemente a resistência térmica, resistência química e força mecânica.

**[0013]** Há uma necessidade de desenvolver novas pilhas as quais são resistentes simultaneamente a tratamentos térmicos em alta temperatura repetidos, mas também à corrosão sob condições quentes em um ambiente úmido e à limpeza.

**[0014]** O requerente descobriu, surpreendentemente, que o uso de uma camada de óxido de titânio e zircônio como camada protetora superior torna possível atingir estes objetivos ao aprimorar consideravelmente a resistência à corrosão sob condições quentes, ao mesmo tempo em que retém uma boa resistência a ataques químicos ou esforços mecânicos.

**[0015]** A invenção refere-se a um dispositivo de aquecimento dotado de uma câmara delimitada por uma ou mais paredes, pelo menos uma parede das quais compreende pelo menos um vidraça que compreende um substrato transparente revestido com uma pilha de camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata, caracterizado pelo fato de que a pilha compreende uma camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio.

**[0016]** A vidraça da invenção é adequada em todas as aplicações que requerem o uso de uma pilha que compreende camadas de prata para as quais a resistência a tratamentos térmicos repetidos e à corrosão em um ambiente úmido sob condições quentes são parâmetros chave. Em particular, podem ser citados:

- vidraça para portas de forno, as quais podem ou não ser pirolíticas,
- vidraça para portas de inserção de lareira,
- vidraça para portas à prova de fogo,
- vidraça para elementos de aquecimento, tais como radiadores e toalheiros elétricos.

**[0017]** A invenção refere-se também ao uso de uma vidraça como elemento constitutivo de um dispositivo de aquecimento ou de uma porta à prova de fogo, a vidraça compreendendo um substrato transparente revestido com uma pilha de

camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata, caracterizado pelo fato de que a pilha compreende uma camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio.

**[0018]** A vidraça é, de preferência, escolhida a partir de vidraças múltiplas que compreendem pelo menos dois substratos transparentes.

**[0019]** A camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio exhibe, por ordem de preferência crescente, uma proporção em peso de titânio para zircônio Ti/Zr entre 60/40 e 90/10, entre 60/40 e 80/20, entre 60/40 e 70/30, entre 60/40 e 65/35 ou entre 60/40 e 64/36.

**[0020]** A camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio exhibe, por ordem de preferência crescente, uma proporção atômica de titânio para zircônio Ti/Zr entre 2,0 e 4,0, de preferência 2,5 e 3,5.

**[0021]** As camadas de óxido de titânio e zircônio podem ser depositadas a partir de um alvo cerâmico de  $TiZrO_x$ . A proporção de titânio para zircônio Ti/Zr na camada é praticamente equivalente àquela do alvo.

**[0022]** Os alvos cerâmicos podem compreender opcionalmente outros elementos, os quais são encontrados nas camadas depositadas a partir destes alvos.

**[0023]** A camada protetora superior é de preferência a camada final da pilha, isto é, a camada a qual está mais afastada do substrato revestido com a pilha.

**[0024]** A camada protetora superior tem uma espessura:

- menor do que ou igual a 15 nm, menor do que ou igual a 12 nm ou menor do que ou igual a 10 nm e/ou
- maior do que ou igual a 1 nm, maior do que ou igual a 2 nm ou maior do que ou igual a 5 nm.

**[0025]** A vidraça de acordo com a invenção pode compreender pelo menos um substrato transparente revestido com várias pilhas de camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata e/ou revestimentos funcionais, em particular uma pilha ou revestimento em cada uma de suas faces.

**[0026]** As camadas de prata são depositadas entre revestimentos dielétricos os

quais compreendem, em geral, várias camadas dielétricas, tornando possível ajustar as propriedades ópticas da pilha. Além disso, estas camadas dielétricas tornam possível proteger a camada de prata contra ataques químicos ou mecânicos. A pilha de camadas finas compreende, assim, vantajosamente, pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata e pelo menos dois revestimentos dielétricos, cada revestimento dielétrico compreendendo pelo menos uma camada dielétrica, de modo que cada camada metálica funcional seja depositada entre dois revestimentos dielétricos.

**[0027]** De preferência, a pilha de camadas finas compreende apenas uma camada funcional.

**[0028]** A pilha de camadas finas compreende uma ou mais camadas de óxidos. No entanto, de acordo com uma modalidade vantajosa, a espessura total de todas as camadas de óxidos presentes na pilha é menor do que 10 nm, de preferência menor do que 5 nm. Uma pilha de acordo com a invenção que exibe esta característica exibe os melhores resultados em termos de resistência a tratamentos térmicos repetidos em altas temperaturas.

**[0029]** A pilha é depositada por meio de pulverização catódica, em particular assistida por um campo magnético (processo magnetron). De acordo com esta modalidade vantajosa, todas as camadas da pilha são depositadas por meio de pulverização catódica assistida por campo magnético.

**[0030]** Salvo indicação em contrário, as espessuras aludidas no presente documento são espessuras físicas. Por camada fina entenda-se uma camada com uma espessura compreendida entre 0,1 nm e 100 micrometros.

**[0031]** Ao longo da descrição, o substrato de acordo com a invenção é considerado como sendo posicionado horizontalmente. A pilha de camadas finas é depositada acima do substrato. O significado das expressões "acima" e "abaixo" e "inferior" e "superior" deve ser considerado em relação a esta orientação. A menos que especificamente estipulado, as expressões "acima" e "abaixo" não significam necessariamente que duas camadas e/ou revestimentos estão posicionados em contato um com o outro. Quando é especificado que uma camada é depositada "em

contato" com outra camada ou com um revestimento, isto significa que pode não haver uma ou mais camadas inseridas entre estas duas camadas.

**[0032]** A camada metálica funcional com base em prata compreende pelo menos 95,0%, de preferência pelo menos 96,5% e, mais preferivelmente, pelo menos 98,0% em peso de prata em relação ao peso da camada funcional. De preferência, a camada metálica funcional com base em prata compreende menos de 1,0% em peso de outros metais que não prata em relação ao peso da camada metálica funcional com base em prata.

**[0033]** A espessura das camadas funcionais com base em prata é, por ordem de preferência crescente, a partir de 5 a 20 nm, a partir de 8 a 15 nm.

**[0034]** A pilha pode compreender pelo menos uma camada de bloqueio cuja função é proteger as camadas de prata ao evitar a possível degradação relacionada à deposição de um revestimento dielétrico ou relacionada com um tratamento térmico. Estas camadas de bloqueio estão, de preferência, localizadas em contato com as camadas metálicas funcionais com base em prata.

**[0035]** A pilha pode compreender pelo menos uma camada de bloqueio localizada abaixo e em contato com uma camada metálica funcional com base em prata e/ou pelo menos uma camada de bloqueio localizada acima e em contato com uma camada metálica funcional com base em prata.

**[0036]** Menção pode ser feita, dentre as camadas de bloqueio convencionalmente usadas, a camadas de bloqueio com base em um metal escolhido a partir de nióbio Nb, tântalo Ta, titânio Ti, cromo Cr ou níquel Ni ou com base em uma liga obtida a partir de pelo menos dois destes metais, em particular uma liga de níquel e cromo (NiCr).

**[0037]** A espessura de cada camada superior ou subcamada de bloqueio é, de preferência:

- pelo menos 0,2 nm ou pelo menos 0,5 nm e/ou
- no máximo 5,0 nm ou no máximo 2,0 nm.

**[0038]** Os revestimentos dielétricos exibem uma espessura maior do que 15 nm, de preferência entre 15 e 50 nm e, mais preferivelmente, entre 30 e 40 nm.

**[0039]** As camadas dielétricas dos revestimentos dielétricos exibem as características a seguir, isoladamente ou em combinação:

- elas são depositadas por meio de pulverização catódica assistida por campo magnético,
- elas são escolhidas a partir de camadas dielétricas que têm uma função de barreira,
- elas são escolhidas a partir de camadas dielétricas que têm uma função estabilizadora,
- elas são escolhidas a partir óxidos ou nitritos ou um ou mais elementos escolhidos a partir de titânio, silício, alumínio, estanho e zinco,
- elas têm uma espessura maior do que 5 nm, de preferência entre 8 e 50 nm e, mais preferivelmente, entre 10 e 35 nm.

**[0040]** Por camadas dielétricas que têm uma função de barreira entenda-se uma camada feita de um material capaz de formar uma barreira à difusão de oxigênio e água em alta temperatura, proveniente da atmosfera ambiente ou do substrato transparente, em direção à camada funcional. As camadas dielétricas com uma função de barreira podem ser com base em compostos de silício e/ou alumínio escolhidos a partir de óxidos, tal como  $\text{SiO}_2$ , nitritos, tais como nitritos de silício  $\text{Si}_3\text{N}_4$  e nitratos de alumínio  $\text{AlN}$  e oxinitritos  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ , opcionalmente dopados usando pelo menos um outro elemento. As camadas dielétricas que têm uma função de barreira também podem ser com base em óxido de zinco e estanho.

**[0041]** Por camadas dielétricas que têm uma função estabilizadora entenda-se uma camada feita de um material capaz de estabilizar a interface entre a camada funcional e essa camada. As camadas dielétricas que têm uma função estabilizadora são, de preferência, com base em óxido cristalino, em particular com base em óxido de zinco, opcionalmente dopado usando pelo menos um outro elemento, tal como alumínio. A camada ou camadas dielétricas que têm uma função estabilizadora são, de preferência, camadas de óxido de zinco.

**[0042]** A camada ou camadas dielétricas que têm uma função estabilizadora podem ser encontradas acima e/ou abaixo de pelo menos uma camada metálica

funcional com base em prata ou cada camada metálica funcional com base em prata, quer diretamente em contato com a mesma, quer separada por uma camada de bloqueio.

**[0043]** De acordo com uma modalidade vantajosa, a camada dielétrica com base em nitrito de silício e/ou alumínio está, de preferência, em contato com a camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio. A camada dielétrica com base em nitrito de silício e/ou alumínio tem uma espessura:

- menor do que ou igual a 100 nm, menor do que ou igual a 50 nm ou menor do que ou igual a 40 nm e/ou
- maior do que ou igual a 15 nm, maior do que ou igual a 20 nm ou maior do que ou igual a 25 nm.

**[0044]** De acordo com uma modalidade, a pilha compreende:

- um revestimento dielétrico localizado abaixo da camada metálica funcional com base em prata,
- opcionalmente uma camada de bloqueio,
- uma camada metálica funcional com base em prata,
- opcionalmente uma camada de bloqueio,
- um revestimento dielétrico localizado acima da camada metálica funcional com base em prata,
- uma camada protetora superior.

**[0045]** De acordo com uma modalidade, a pilha compreende:

- um revestimento dielétrico localizado abaixo da camada metálica funcional com base em prata que compreende pelo menos uma camada dielétrica com base em nitrito de silício e/ou alumínio e opcionalmente uma camada dielétrica que tem uma função estabilizadora com base em óxido de zinco,
- opcionalmente uma camada de bloqueio,
- uma camada metálica funcional com base em prata,
- opcionalmente uma camada de bloqueio,
- um revestimento dielétrico localizado acima da camada metálica funcional

com base em prata que compreende pelo menos uma camada dielétrica com base em nitrito de silício e/ou alumínio,

- uma camada protetora superior.

**[0046]** Os substratos transparentes de acordo com a invenção são, de preferência, feitos de um material inorgânico rígido, tal como feitos de vidro, em particular soda-cal-sílica, borossilicato ou aluminossilicato de vidro ou vidro-cerâmica. De acordo com uma modalidade vantajosa, os substratos são vidros de borossilicato os quais resistem bem a temperaturas muito elevadas.

**[0047]** A espessura do substrato geralmente varia entre 0,5 mm e 19 mm. A espessura do substrato é, de preferência, menor do que ou igual a 6 mm, ainda mesmo 4 mm.

**[0048]** Pode ser necessário submeter o substrato transparente revestido com a pilha a um tratamento térmico em alta temperatura escolhido a partir de um recozimento, por exemplo, um recozimento rápido, tal como um recozimento a laser ou chama, têmpera e/ou flexão. A temperatura do tratamento térmico é maior do que 400 °C, de preferência maior do que 450 °C e, mais preferivelmente, maior do que 500 °C. O substrato revestido com a pilha pode, assim, ser dobrado e/ou temperado.

**[0049]** O substrato revestido com a pilha é, de preferência, um vidro temperado, em particular quando faz parte de um vidraça usada como elemento constitutivo de um dispositivo de aquecimento ou de uma porta à prova de fogo.

**[0050]** A vidraça é, de preferência, uma vidraça múltipla que compreende dois, três ou quatro substratos.

**[0051]** Uma vidraça dupla compreende dois substratos, um substrato externo e um substrato interno, e 4 faces. A face 1 está dentro do dispositivo de aquecimento e, assim, constitui a parede interna da vidraça. As faces 2 e 3 estão dentro da vidraça dupla. A face 4 está fora do dispositivo de aquecimento e, assim, constitui a parede externa da vidraça.

**[0052]** Uma vidraça tripla compreende três substratos, um substrato externo, um substrato central e um substrato interno, e 6 faces. A face 1 está dentro do dispositivo de aquecimento e, assim, constitui a parede interna da vidraça. As faces 2 a 5 estão

dentro da vidraça tripla. A face 6 está fora do dispositivo de aquecimento e, assim, constitui a parede externa da vidraça.

**[0053]** A vidraça de acordo com a invenção pode compreender pelo menos um, pelo menos dois ou pelo menos três substratos transparentes revestidos com uma pilha de camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata.

**[0054]** A vidraça pode compreender pelo menos um substrato transparente revestido com um revestimento funcional diferente de uma pilha de camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata, tal como um revestimento que compreende um óxido condutor transparente (TCO) tal como, por exemplo, um material com base em óxido de índio-estanho (Indium Tin Oxide - ITO) ou com base em óxido de zinco dopado com alumínio (ZnO:Al) ou dopado com boro (ZnO:B) ou também com base em óxido de estanho dopado com flúor (SnO<sub>2</sub>:F). Estes materiais são depositados através de uma via química tal como, por exemplo, deposição química a vapor (Chemical Vapor Deposition - CVD), opcionalmente aumentada por plasma (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition - PECVD), ou através de uma via física tal como, por exemplo, deposição sob vácuo por meio de pulverização catódica, opcionalmente assistida por campo magnético (Magnetron).

**[0055]** A Figura 1 ilustra três exemplos de dispositivos de aquecimento que compreendem vidraças múltiplas de acordo com a invenção, uma vidraça dupla (I), uma vidraça tripla (II) e uma vidraça que compreende 4 substratos (III). As partes em cinza representam as diferentes posições onde a pilha de camadas finas pode ser usada.

**[0056]** O dispositivo de aquecimento torna possível o aquecimento da câmara para uma temperatura elevada, em particular maior do que 50, 100, 200, 300, 400, 500 ou 600 °C. Além disso, o dispositivo de aquecimento compreende meios de aquecimento. Estes meios de aquecimento tornam possível o aquecimento da câmara para uma temperatura elevada, em particular maior do que 50, 100, 200, 300, 400, 500 ou 600 °C.

**[0057]** Em uma modalidade específica, a pilha que compreende uma camada funcional com base em prata é posicionada sobre a face do substrato em contato com a câmara do dispositivo de aquecimento.

Exemplos

**[0058]** As pilhas de camadas finas definidas abaixo são depositadas sobre substratos feitos de vidro de soda-cal transparente com uma espessura de 4 mm.

**[0059]** Para estes exemplos, as condições para deposição das camadas depositadas por meio de pulverização (pulverização catódica "Magnetron") estão resumidas na Tabela 1 abaixo.

**[0060]** As camadas de óxido de titânio e zircônio são depositadas a partir de um alvo cerâmico de  $TiZrO_x$ . A proporção Ti/Zr de titânio para zircônio no alvo é 64:36 em peso, correspondendo a uma proporção atômica de 77:23. A proporção Ti/Zr de titânio para zircônio na camada é uma proporção equivalente àquela do alvo.

Tabela 1	Alvos empregados	Pressão de deposição	Gases	Índice*
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> sob Ag	Si:Al (92:8% p)	2-15*10 <sup>-3</sup> mbar	Ar:30-60% - N <sub>2</sub> :40-70%	2,00
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> sob Ag	Si:Al (92:8% p)	2-15*10 <sup>-3</sup> mbar	Ar:30-60% - N <sub>2</sub> :40-70%	2,06
NiCr	Ni:Cr (80:20% at.)	1-5*10 <sup>-3</sup> mbar	Ar a 100%	-
Ag	Ag	2-3*10 <sup>-3</sup> mbar	Ar a 100%	-
TiO <sub>2</sub>	TiO <sub>x</sub>	1.5*10 <sup>-3</sup> mbar	Ar 88% - O <sub>2</sub> 12%	2,32
TiZrO	TiZrO <sub>x</sub>	2-4*10 <sup>-3</sup> mbar	Ar 90% - O <sub>2</sub> 10%	2,32

at .: por átomos; p: peso; \*: a 550 nm.

**[0061]** Os materiais e as espessuras físicas em nanômetros (a menos que indicado de outra forma) de cada camada ou revestimento o qual constitui as pilhas estão listados na tabela abaixo em função de suas posições em relação ao substrato que traz a pilha.

Vidraça		Comp-1	Comp-2	Invenção
Camada protetora superior	TiZrO <sub>x</sub>	-	-	2
	ZrO <sub>x</sub>	2	-	-
	SiO <sub>x</sub>	-	2	-
Revestimento antirreflexo	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	30	30	30
Camada de bloqueio BO	NiCr	1	1	1
Camada funcional	Ag	7	7	7
Camada de bloqueio BU	NiCr	1	1	1
Revestimento antirreflexo	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	30	30	30
Substrato (mm)	vidro	4	4	4

**[0062]** Um tratamento térmico de tipo têmpera é realizado nos substratos revestidos a 630 °C durante 7 minutos.

**[0063]** A camada protetora superior da vidraça de acordo com a invenção protege a pilha contra ataques externos e torna possível uma durabilidade térmica, mecânica e química muito boa em comparação com outras camadas protetoras, tais como camadas de óxido de zircônio (ZrO<sub>2</sub>) ou óxido de silício (SiO<sub>2</sub>). O uso desta camada protetora superior torna possível, em particular, o uso da pilha sobre a face 1, isto é, a face do substrato em contato com a câmara do dispositivo de aquecimento, tal como um forno.

#### I. Avaliação da Resistência Térmica

**[0064]** O aspecto mais importante para conferir proteção às pessoas e também economia de energia é uma boa resistência da camada a altas temperaturas. Isto geralmente não é possível com camadas que compreendem prata, a qual corrói rapidamente em altas temperaturas. De modo a simular o ciclo de vida de pilhas de camadas finas que compreendem uma camada de prata em um forno auto-limpante pirolítico, o substrato revestido com a dita pilha é aquecido a 400 °C durante 500 horas. Isto representa cerca de 15 anos de uso em modo pirolítico em uma taxa de um ciclo de pirólise de 3 h por mês. As micrografias tomadas ao final do teste com vidraças que compreendem as diferentes camadas protetoras são apresentadas na Figura 2.

**[0065]** A vidraça de acordo com a invenção representada na imagem (a) com uma camada protetora superior de  $\text{TiZrO}_x$  exibe apenas casos de danos muito leves visíveis com um microscópio.

**[0066]** A vidraça comparativa 2 representada na imagem (b) com uma camada protetora superior de  $\text{SiO}_x$  exibe casos de danos os quais são mais visíveis.

**[0067]** A vidraça comparativa 1 representada na imagem (c) com uma camada protetora superior de  $\text{ZrO}_x$  exibe casos de danos óbvios.

**[0068]** Além disso, a emissividade da vidraça comparativa 1 é aumentada em 25%, o que reduz sua eficácia, enquanto que a emissividade da vidraça da invenção não se altera.

## II. Avaliação da Resistência Química e da Resistência à Limpeza

**[0069]** Os resultados de um ciclo de sujidade em altas temperaturas são apresentados na tabela abaixo. Estes ciclos simulam as condições as quais uma vidraça pode encontrar, em particular quando é usada na face do substrato em contato com a câmara do dispositivo de aquecimento. A vidraça é suja sobre o lado da pilha com diferentes alimentos e produtos de limpeza e depois aquecida a 200 °C durante 2 h. A vidraça é posteriormente limpa com um limpador de forno.

**[0070]** A vidraça da invenção que compreende uma pilha com uma camada protetora superior com base em  $\text{TiZrO}_x$  suporta todas as substâncias testadas, enquanto que as vidraças comparativas 1 e 2 com camadas de proteção de  $\text{ZrO}_2$  ou  $\text{SiO}_2$  não podem ser limpas em alguns casos e são irreversivelmente danificadas.

**[0071]** Os indicadores de avaliação a seguir foram usados para registrar as possíveis alterações prejudiciais:

**[0072]** "+": Sem marcas visíveis,

**[0073]** "-": Marcas visíveis.

	Invenção $\text{TiZrO}_x$	Comp-2 $\text{SiO}_2$	Comp-1 $\text{ZrO}_2$
Vinagra	+	+	-
Compota de frutas	+	+	-
Solução salina	+	-	-

Suco de limão	+	+	+
Ajax	+	+	+
Desengordurante Cillit Bang®	+	+	+
Gordura	+	-	+
DécapFour®	+	+	-
Marcas de dedos	+	+	+

**[0074]** Estes resultados mostram que a pilha que compreende uma camada funcional com base em prata é suficientemente resistente aos produtos de limpeza e aos gêneros alimentícios para poder ser posicionada sobre a face do substrato em contato com a câmara do dispositivo de aquecimento.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de aquecimento que compreende meios de aquecimento e uma câmara delimitada por uma ou mais paredes, pelo menos uma parede compreendendo pelo menos uma vidraça que compreende um substrato transparente revestido com uma pilha de camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata, caracterizado pelo fato de que a pilha compreende uma camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio.

2. Dispositivo de aquecimento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada protetora superior ter uma espessura:

- menor do que ou igual a 15 nm e/ou
- maior do que ou igual a 1 nm.

3. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a proporção atômica de titânio para zircônio Ti/Zr está compreendida entre 2,0 e 4,0, de preferência 2,5 e 3,5.

4. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a pilha compreende uma camada dielétrica com base em nitrito de silício e/ou alumínio situada por baixo da camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio.

5. Dispositivo de aquecimento, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a camada dielétrica com base em nitrito de silício e/ou alumínio tem uma espessura:

- menor do que ou igual a 50 nm e/ou
- maior do que ou igual a 20 nm.

6. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 e 5, caracterizado pelo fato de que a camada dielétrica com base em nitrito de silício e/ou alumínio está em contato com a camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio.

7. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a pilha de camadas finas compreende pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata e pelo

menos dois revestimentos dielétricos, cada revestimento dielétrico compreendendo pelo menos uma camada dielétrica, de modo que cada camada metálica funcional esteja posicionada entre dois revestimentos dielétricos.

8. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que a pilha compreende pelo menos uma camada de bloqueio situada por baixo e em contato com uma camada metálica funcional com base em prata e/ou pelo menos uma camada de bloqueio situada acima e em contato com uma camada metálica funcional com base em prata.

9. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a pilha compreende:

- um revestimento dielétrico localizado abaixo da camada metálica funcional com base em prata,
- opcionalmente uma camada de bloqueio,
- uma camada metálica funcional com base em prata,
- opcionalmente uma camada de bloqueio,
- um revestimento dielétrico localizado acima da camada metálica funcional com base em prata,
- uma camada protetora superior.

10. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a pilha compreende:

- um revestimento dielétrico localizado abaixo da camada metálica funcional com base em prata que compreende pelo menos uma camada dielétrica com base em nitrito de silício e/ou alumínio e opcionalmente uma camada dielétrica com base em óxido de zinco que tem uma função estabilizadora,
- opcionalmente uma camada de bloqueio,
- uma camada metálica funcional com base em prata,
- opcionalmente uma camada de bloqueio,
- um revestimento dielétrico localizado acima da camada metálica funcional com base em prata que compreende pelo menos uma camada dielétrica com base em nitrito de silício e/ou alumínio,

- uma camada protetora superior.

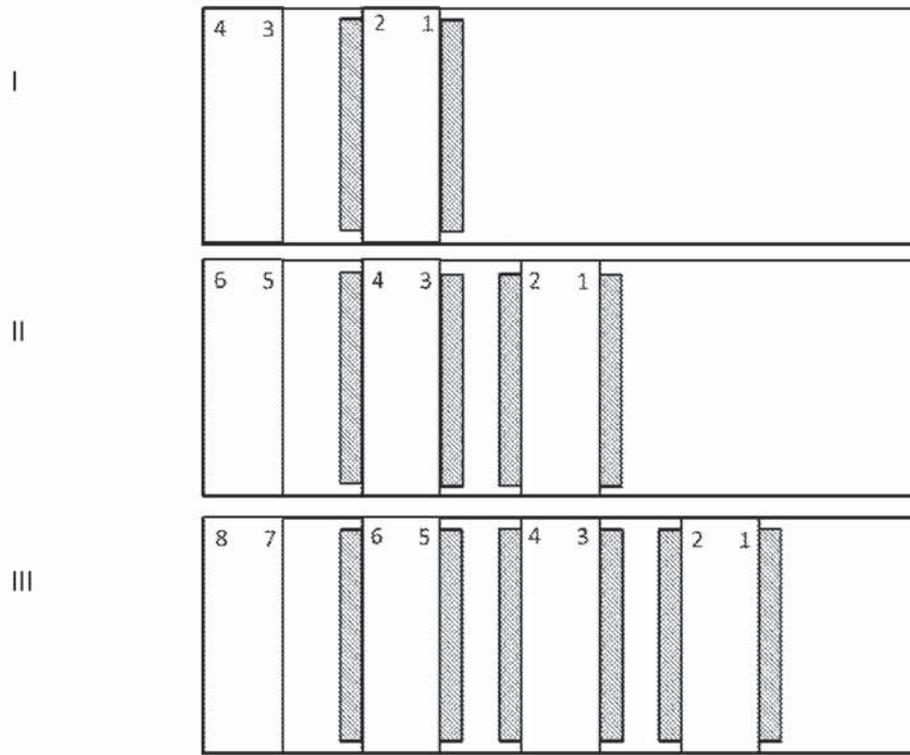
11. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a pilha que compreende uma camada funcional com base em prata está posicionada sobre a face do substrato em contato com a câmara do dispositivo de aquecimento.

12. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que a vidraça é uma vidraça múltipla que compreende dois (I), três (II) ou quatro (III) substratos.

13. Dispositivo de aquecimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que pelo menos o substrato revestido com a pilha é dobrado e/ou temperado.

14. Uso de uma vidraça como elemento constitutivo de um dispositivo de aquecimento definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12, a vidraça compreendendo um substrato transparente revestido com uma pilha de camadas finas que compreendem pelo menos uma camada metálica funcional com base em prata, caracterizado pelo fato de que a pilha compreende uma camada protetora superior com base em óxido de titânio e zircônio.

15. Uso de uma vidraça, de acordo com a reivindicação 14 caracterizado pelo fato de que a vidraça é escolhida a partir de vidraças múltiplas que compreendem pelo menos dois substratos transparentes.

**FIG. 1****FIG. 2**