

**TÍTULO: ARTÍCULO DE VIDRIO TRANSPARENTE PARA COMPARTIMENTO FRÍO Y
ACRISTALAMIENTO MÚLTIPLE QUE INCORPORA DICHO ARTÍCULO.**

[001] La invención se refiere a un artículo de vidrio que comprende un sustrato de vidrio sobre el cual se deposita un recubrimiento calefactor y que está destinado a formar parte de un acristalamiento múltiple utilizado en particular como acristalamiento anticondensación, en particular en una puerta transparente de refrigerador o congelador, así como a su producción.

[002] Los paneles de vidrio calefactados (o calefactables), ventanas y puertas con recubrimientos sustancialmente transparentes se conocen per se. A menudo, el recubrimiento calefactor contiene una capa eléctricamente conductora, como capas de plata o una capa pirolítica de óxido de estaño dopado con flúor, en la que se basa el calentamiento Joule (capa funcional), así como otras capas dieléctricas que actúan como capas antirreflejantes para mantener una buena transmisión de luz, o capas de barrera para proteger la capa funcional de agresiones externas, como la difusión de iones alcalinos del sustrato de vidrio, o la oxidación por el oxígeno del aire durante el tratamiento térmico. La desventaja de los recubrimientos que contienen plata es su alta susceptibilidad a la corrosión, lo que significa que solo se pueden utilizar en superficies de un acristalamiento múltiple (acristalamiento múltiple o laminado) que no tengan contacto con la atmósfera circundante, por ejemplo, la cara 2 o 3 de un acristalamiento múltiple, estando las caras numeradas convencionalmente desde el exterior hacia el interior del equipo equipado con dicho acristalamiento múltiple.

[003] Los recubrimientos calefactores basados en óxidos conductores transparentes (TCO) también se conocen como una alternativa menos sensible a la corrosión. Estos incluso se pueden utilizar en las superficies expuestas del vidrio atmosférico. Debido a la menor conductividad de los TCO en comparación con la plata, durante mucho tiempo se pensó que las capas de TCO, especialmente ITO (para óxido de indio y estaño), tenían que ser relativamente gruesas para lograr una eficiencia térmica adecuada. Como resultado, los costos de producción de los paneles de vidrio son considerablemente más altos. Los

recubrimientos calefactores basados en TCO se conocen, por ejemplo, de WO2012168628A1, WO2007018951A1, US 5,852,284A y US2004214010A1.

[004] Por ejemplo, WO2015091016 describe una ventana de vehículo que tiene un recubrimiento calefactable eléctricamente. El recubrimiento contiene preferentemente capas de plata, pero también se mencionan los óxidos conductores transparentes como alternativa. El panel de vidrio es preferentemente un parabrisas, es decir, un panel de vidrio compuesto, en el que el recubrimiento calefactor está dispuesto en una superficie interior, donde está protegido de la atmósfera circundante.

[005] La publicación WO2007018951A1 describe un panel de vidrio con un recubrimiento de TCO. Por encima de la capa de TCO hay una capa de barrera de nitruro de silicio, diseñada para proteger la capa de TCO de la oxidación durante un proceso de templado. No se describe el espesor apropiado o necesario de la capa de barrera.

[006] La solicitud de patente WO2018/192727 describe un recubrimiento calefactable con una capa funcional de TCO mucho más delgada de aproximadamente 1 a 40 nm. Con esta publicación, la empresa solicitante ha demostrado que una capa conductora muy delgada de TCO, en particular ITO (óxido de indio y estaño), proporciona un efecto de calentamiento suficiente a pesar de su muy bajo espesor, incluso cuando se utilizan las tensiones de alimentación habituales. Esto reduce considerablemente los costes de producción. Debido a tal efecto de calentamiento de su recubrimiento, el vidrio equipado con el recubrimiento descrito puede calentar suficientemente su entorno físico y puede liberarse de la condensación o las heladas, creando un efecto particularmente beneficioso en aplicaciones de refrigeración.

[007] Sin embargo, durante la fabricación de acristalamientos múltiples que incorporan dicho recubrimiento en la cara 2 de dicho acristalamiento, la empresa solicitante ha observado que, debido al muy bajo espesor de la capa funcional, los problemas de homogeneidad en el calentamiento de esta última han dado como resultado una mayor variabilidad en la resistencia

total del recubrimiento después del templado, con algunas muestras incluso cayendo fuera de la especificación requerida.

5 [008] El objeto del presente documento es, en primer lugar, resolver el problema del calentamiento no homogéneo de estos acristalamientos, que presentan una capa calefactora de TCO muy fina, es decir, del orden de 1 nanómetro a 40 nanómetros.

10 [009] El objeto de la presente invención se consigue mediante la implementación de un artículo de vidrio para un compartimento frío que comprende un sustrato de vidrio sobre el cual se deposita un recubrimiento calefactable, comprendiendo dicho recubrimiento calefactable al menos la siguiente sucesión de capas, desde la superficie de dicho sustrato:

- una primera capa de material dieléctrico que comprende nitruro de silicio, con un espesor de entre 1 y 20 nm, preferentemente entre 1 y 10 nm,
- una capa de óxido conductor transparente (TCO), con un espesor de entre 1 y 40 nm, preferentemente entre 5 y 35 nm,
- una segunda capa de material dieléctrico que comprende nitruro de silicio, con un espesor de entre 1 y 20 nm, preferentemente entre 1 y 15 nm, preferentemente entre 5 y 15 nm,
- una capa que comprende un óxido de titanio, un óxido de circonio o un óxido de titanio y circonio, con un espesor de entre 1 nm y 15 nm, preferentemente entre 1 y 10 nm, o incluso

20 más preferentemente entre 1 y 5 nm.

[0010] Según ciertas realizaciones preferenciales de la presente invención:

- La capa eléctricamente conductora comprende y preferentemente se basa en óxido de indio y estaño.
- 25 - La capa eléctricamente conductora tiene un espesor de 8 nm a 15 nm.
- La capa eléctricamente conductora tiene un espesor de 15 nm a 30 nm.
- Dicha primera capa dieléctrica consiste esencialmente en nitruro de silicio, opcionalmente dopado con un elemento seleccionado de Al, Zr, B, preferentemente Al, estando dicha capa opcionalmente parcialmente oxidada por un tratamiento térmico.

- Dicha segunda capa dieléctrica consiste esencialmente en nitruro de silicio, opcionalmente dopado con un elemento seleccionado de Al, Zr, B, preferentemente Al, estando dicha capa opcionalmente parcialmente oxidada por un tratamiento térmico.
 - El artículo de vidrio comprende además al menos dos barras colectoras dispuestas por encima y en contacto con dicho recubrimiento calefactable.
 - Dichas al menos dos barras colectoras están dispuestas a lo largo de dos extremos opuestos de dicho artículo, preferentemente en la dirección de su mayor longitud.
 - Dicho recubrimiento tiene una resistencia de hoja de entre 50 ohmios por cuadrado y 400 ohmios por cuadrado.
 - El sustrato es un panel de vidrio termoendurecido, ya sea antes o después de que se haya aplicado el recubrimiento.
 - Dicho recubrimiento calefactable no contiene una capa que comprenda o se base en plata, platino u oro.
 - Dicho recubrimiento calefactable no contiene una capa que comprenda o se base en níquel y/o cromo y/o cobre.
 - Dichas primera y segunda capas de material dieléctrico que comprenden nitruro de silicio están en contacto directo con la capa de un óxido transparente eléctricamente conductor (es decir, no hay una capa intermedia entre la capa de TCO y dichas capas de material dieléctrico que comprenden nitruro de silicio).
 - La capa que comprende óxido de titanio, óxido de circonio u óxido de titanio y circonio está en contacto directo con la segunda capa de material dieléctrico que comprende nitruro de silicio.
- [0011] La invención también se refiere a un acristalamiento múltiple, que comprende un artículo de vidrio según una de las reivindicaciones precedentes y al menos otro sustrato de vidrio separado de dicho artículo por una capa de gas o una lámina termoplástica, en particular de PVB, estando dicho recubrimiento en contacto con la capa de gas o la lámina termoplástica.
- [0012] Según posibles realizaciones preferidas de dicho acristalamiento múltiple:

- Dicho recubrimiento se deposita en la cara 2 o la cara 3 de dicho acristalamiento, preferentemente dicho recubrimiento se deposita en la cara 2 de dicho acristalamiento.
- El acristalamiento comprende además una pila de baja emisividad, preferentemente depositada en la cara 3 de dicho acristalamiento.
- 5 - El acristalamiento es un doble acristalamiento, preferentemente en el que dicho recubrimiento se deposita en la cara 2 de dicho acristalamiento y más preferentemente se deposita una pila de baja emisividad en la cara 3 de dicho acristalamiento.
- El acristalamiento es un triple acristalamiento, en el que dicho recubrimiento se deposita en la cara 2 o la cara 5 de dicho acristalamiento, preferentemente en la cara 2 de dicho
- 10 acristalamiento.
- Dicho recubrimiento se deposita en la cara 2 de dicho triple acristalamiento y dicho acristalamiento comprende un recubrimiento de baja emisividad, estando dicho recubrimiento de baja emisividad dispuesto en la cara 3 y/o en la cara 5, preferentemente en la cara 3 o la cara 5 de dicho acristalamiento.
- 15 - Dicho recubrimiento se deposita en la cara 5 de dicho triple acristalamiento y dicho acristalamiento comprende un recubrimiento de baja emisividad, estando dicho recubrimiento de baja emisividad dispuesto en la cara 2 y/o en la cara 4, preferentemente en la cara 2 de dicho acristalamiento.
- Dicha(s) pila(s) de baja emisividad comprende(n) al menos una capa de plata y capas de
- 20 materiales dieléctricos.
- Dicha(s) pila(s) de baja emisividad comprende(n) una capa de ITO y capas de materiales dieléctricos.

[0013] Un artículo de vidrio según la presente invención y como se ha descrito anteriormente

25 puede utilizarse ventajosamente en la fabricación de cualquier elemento refrigerante y, en particular, como elemento frontal de una puerta de refrigerador o de una puerta de congelador. Debido al efecto de calentamiento del recubrimiento, el artículo cuyo lado no recubierto está en contacto con el entorno exterior calienta su entorno físico y evita la condensación en el exterior, creando un efecto particularmente beneficioso en estas

30 aplicaciones. El recubrimiento según la invención se caracteriza en particular por su capa

conductora de TCO muy fina, cuyo espesor es mucho menor que los que se utilizan habitualmente en la técnica. Los inventores han descubierto que se puede conseguir un efecto de calentamiento homogéneo en toda la superficie del artículo de vidrio con el recubrimiento descrito anteriormente, incluso utilizando las tensiones de alimentación habituales utilizadas en varios países, por ejemplo, entre 40 y 250 voltios, en particular entre 100 y 240 voltios. Los costes de producción se reducen considerablemente al utilizar menos materiales, especialmente la capa de TCO, preferentemente ITO.

[0014] La invención se refiere, pues, al uso de dicho artículo de vidrio para la fabricación de dicho elemento refrigerante.

[0015] El artículo de vidrio según la invención tiene preferentemente una transmisión en el rango espectral visible de al menos el 40%. Por “rango espectral visible” se entiende el rango espectral de 380 nm a 780 nm. El factor de transmisión se determina preferentemente de acuerdo con la norma EN 410 (2011).

[0016] El recubrimiento según la invención tiene una resistencia de hoja de 50 ohmios/cuadrado a 400 ohmios/cuadrado, preferentemente de 50 ohmios/cuadrado a 300 ohmios/cuadrado. Dicha resistencia puede conseguirse con las películas finas de TCO según la invención, y permite obtener una eficiencia térmica adecuada con las tensiones de funcionamiento habituales descritas anteriormente.

[0017] El sustrato generalmente consiste en vidrio plano. En una realización preferida, el sustrato contiene vidrio sodocálcico, pero en principio también puede contener otros tipos de vidrio, por ejemplo, vidrio borosilicatado o vidrio de cuarzo. El sustrato tiene preferentemente un espesor de 1 mm a 20 mm, típicamente de 2 mm a 6 mm. El sustrato puede ser plano o incluso curvo. En una realización particularmente ventajosa, el sustrato es un panel de vidrio termoendurecido.

[0018] Según la invención, el recubrimiento está dispuesto ventajosamente en una superficie no expuesta del sustrato, es decir, está presente en la cara del sustrato que estará orientada

hacia el interior del acristalamiento final, que puede ser del tipo de acristalamiento múltiple (también conocido como acristalamiento aislante) o laminado. Así, el artículo de vidrio según la invención forma parte, en funcionamiento, de un conjunto que comprende varias láminas (o sustratos) de vidrio que comprende al menos otro sustrato de vidrio además del del artículo
5 según la invención.

[0019] Por “acristalamiento múltiple” se entiende un acristalamiento en el que una sucesión de láminas o sustratos de vidrio están separados entre sí por placas de gas. En dichos acristalamientos múltiples, el artículo según la invención está conectado a uno o más paneles
10 de vidrio por medio de un espaciador periférico, a menudo llamado espaciador en el campo, de modo que se crea un espacio intermedio lleno de gas, como aire o, más raramente, argón o criptón (o, incluso más raramente, vacío), entre los paneles de vidrio.

[0020] El acristalamiento laminado se refiere a un acristalamiento en el que una sucesión de láminas o sustratos de vidrio están unidos por una lámina intermedia termoplástica. En los
15 acristalamientos laminados, el artículo según la invención se lamina con una o más láminas de vidrio a través de una capa intermedia termoplástica, en particular PVB (butiral de polivinilo).

[0021] En particular, uno de los objetos de la invención es, por lo tanto, un elemento refrigerante y, en particular, un elemento frontal de una puerta de refrigerador o una puerta de congelador que incorpora el artículo de vidrio descrito anteriormente, en particular en
20 forma, por ejemplo, de un acristalamiento múltiple o laminado, en el sentido descrito anteriormente.

[0022] El recubrimiento según la invención, como se ha descrito anteriormente, se aplica típicamente a toda la superficie del sustrato, posiblemente con la excepción de una región de
25 borde circunferencial y/u otra región limitada localmente que puede utilizarse, por ejemplo, para la transmisión de datos. El recubrimiento también puede estructurarse mediante líneas no recubiertas a través de las cuales el flujo de corriente puede dirigirse adecuadamente. La
30 porción recubierta de la superficie del sustrato es preferentemente al menos el 90%.

[0023] Cuando una capa “comprende” un material, esto incluye, en el contexto de la invención, el caso en el que la capa está esencialmente hecha o incluso consiste en dicho material, lo que, en principio, también es preferible. Los compuestos descritos en el ámbito de la presente invención, en particular los óxidos, nitruros, pueden, en principio, ser estequiométricos, subestequiométricos o superestequiométricos, aunque a menudo se citan fórmulas moleculares estequiométricas para una mejor comprensión.

[0024] En particular, las capas que comprenden nitruro de silicio comprenden predominantemente silicio y nitrógeno como componentes principales. En particular, el silicio y el nitrógeno juntos representan más del 50%, más del 60%, incluso más del 70%, o incluso más del 80% de los átomos presentes en una capa, o incluso más del 90% de los átomos presentes en una capa. Preferentemente, dichas capas que comprenden nitruro de silicio consisten esencialmente en silicio y nitrógeno y opcionalmente en al menos un elemento seleccionado de aluminio, boro o circonio, preferentemente aluminio, con impurezas inevitables. Dichas capas que comprenden nitruro de silicio están en principio libres de oxígeno, con impurezas inevitables después de la deposición; por ejemplo, comprenden menos de 5% en moles de oxígeno elemental, en particular menos de 1% en moles de oxígeno elemental. Sin embargo, las capas que contienen nitruro de silicio pueden terminar conteniendo una cantidad mucho mayor de oxígeno, particularmente después del tratamiento térmico de los artículos de vidrio según la invención en aire, como el templado, que a menudo conducirá a la oxidación parcial de dichas capas. Preferentemente, dichas capas tienen una relación N/Si superior a 1,25 y son capas estequiométricas. “Estequiométrico” significa que la relación N/Si es igual a 1,33 para estas capas de nitruro a base de silicio, correspondiente al compuesto Si_3N_4 . “Sustancialmente estequiométrico” significa, por ejemplo, que el valor medido para este compuesto Si_3N_4 difiere de este valor teórico en menos del 5%. De hecho, debe tenerse en cuenta que las capas que comprenden nitruro de silicio según la invención se obtienen mediante un proceso de pulverización catódica asistida por magnetrón a partir de un objetivo de silicio metálico que puede comprender una cantidad menor de otro elemento como aluminio y/o circonio, por ejemplo, aproximadamente 8% en moles de

aluminio, en una atmósfera reactiva que contiene nitrógeno. En tal caso, la relación N/Si puede variar sustancialmente del valor teórico 1,33 (= 4/3) (correspondiente al compuesto definido Si₃N₄) teniendo en cuenta las estequiometrías de los compuestos definidos AlN y Si₃N₄. A modo de ejemplo, para una capa de nitruro de silicio que comprende una pequeña cantidad de aluminio y obtenida con el objetivo descrito anteriormente (8% de aluminio), la relación N/Si de la capa estequiométrica corresponde teóricamente a una formulación: 92% (SiN_{1,33}) / 8% (AlN), o una relación N/Si de 1,41 (basado en una fórmula teórica 0,92 SiN_{1,33} 0,08 AlN, o una relación N/Si = $[(0,92 \times 1,33 + 0,08 \times 1) / (0,92)] = 1,41$).

10 [0025] Los valores indicados para los índices de refracción se miden a una longitud de onda de 550 nm.

[0026] Según la invención, la capa eléctricamente conductora contiene al menos un óxido conductor transparente (TCO) y tiene un espesor de 1 nm a 40 nm, preferentemente de 5 nm a 35 nm. Incluso con estos bajos espesores, se puede lograr un efecto de calentamiento adecuado con un voltaje apropiado. La capa conductora contiene muy preferentemente óxido de indio y estaño (ITO), que ha demostrado ser particularmente útil, entre otras cosas por su baja resistencia específica. Además, al aplicar los principios de la invención, se puede asegurar un efecto de calentamiento muy uniforme con dicho material.

20 [0027] Convencionalmente, la composición de las capas de ITO es de aproximadamente 90% en peso de In₂O₃ y 10% en peso de SnO₂, entendiéndose que la presente invención, por supuesto, no se limita a dichas proporciones y que estos porcentajes pueden, por supuesto, fluctuar en torno a esta composición, por ejemplo, en un rango entre 70 y 95% en peso de In₂O₃ y entre 30 y 5% de SnO₂.

[0028] Sin embargo, la capa conductora también puede contener, por ejemplo, óxido de indio y zinc mixto (IZO), óxido de estaño dopado con galio (GZO), óxido de estaño dopado con flúor (SnO₂:F) u óxido de estaño dopado con antimonio (SnO₂:Sb). El índice de refracción del óxido conductor transparente está preferentemente entre 1,7 y 2,3.

[0029] Según la invención, el recubrimiento comprende, debajo de la capa de TCO eléctricamente conductora, una primera capa de un material dieléctrico que proporciona bloqueo contra la difusión de álcalis, particularmente durante el tratamiento térmico del artículo. La capa de bloqueo reduce o previene la difusión de iones alcalinos del sustrato de vidrio al sistema de capas. Los iones alcalinos pueden tener un impacto negativo en las propiedades del recubrimiento. En particular, la capa de bloqueo comprende un nitruro de silicio. Como se mencionó anteriormente, el nitruro de silicio puede doparse y, en un desarrollo preferido, se dopa con aluminio, circonio o boro. La cantidad de Al, Zr o B sustituido por silicio suele ser del orden del 8% en moles, pero puede variar en torno a este valor sin ir más allá del alcance de la presente invención. El espesor de esta primera capa de material dieléctrico bloqueador de álcalis está preferentemente entre 1 nm y 50 nm, particularmente preferentemente entre 2 nm y 20 nm, especialmente entre 3 y 10 nm.

[0030] Se sabe que el contenido de oxígeno de la capa eléctricamente conductora, en particular ITO, tiene una influencia sustancial en sus propiedades, en particular su transparencia y conductividad. La producción del artículo de vidrio según la invención generalmente comprende un tratamiento térmico durante el cual el oxígeno puede difundirse a la capa conductora y oxidarla. Según la presente solicitud, una capa de barrera de un material dieléctrico, que comprende nitruro de silicio, permite limitar la difusión de oxígeno y la degradación de las propiedades eléctricas de la capa conductora. Según la presente invención, y al igual que para la primera capa dieléctrica, el nitruro de silicio puede doparse con varios elementos y, en un desarrollo preferido, se dopa con aluminio, circonio o boro, generalmente en las proporciones descritas anteriormente.

[0031] En el sentido de la presente invención, como se indicó anteriormente, en particular como resultado del tratamiento térmico después de la aplicación del recubrimiento según la invención, el nitruro de silicio puede oxidarse parcialmente. Por lo tanto, una capa de barrera depositada en forma de nitruro de silicio puede contener una porción no despreciable de

oxígeno después del tratamiento térmico, siendo el contenido de oxígeno de hasta 35% en moles.

[0032] El espesor de la capa de barrera o segundo dieléctrico es preferentemente de 1 nm a 20 nm. Si la capa de barrera es más delgada, tiene poco o ningún efecto de barrera. Si la capa de barrera es demasiado gruesa, puede ser problemático hacer contacto eléctrico con la capa conductora subyacente, por ejemplo, mediante una barra colectora aplicada a la capa de barrera. El espesor de la capa de barrera es preferentemente de 2 nm a 15 nm. De esta forma, el contenido de oxígeno de la capa conductora se regula ventajosamente.

[0033] En una realización posible pero no preferida, el recubrimiento calefactable según la invención puede contener capas de materiales dieléctricos distintos de los dos descritos anteriormente, en particular para modular la óptica de la capa eléctricamente conductora.

[0034] Estas capas de adaptación óptica están diseñadas para mejorar las propiedades ópticas del acristalamiento. Por lo tanto, pueden introducirse para reducir el grado de reflexión y así aumentar la transparencia del acristalamiento. También pueden incorporarse al recubrimiento para asegurar una impresión de color neutra. La capa de adaptación óptica y/o la capa antirreflejante tienen un índice de refracción más bajo que la capa eléctricamente conductora, preferentemente un índice de refracción de 1,3 a 1,8. La capa de adaptación óptica y/o la capa antirreflejante contiene preferentemente un óxido, preferentemente óxido de silicio. El óxido de silicio puede doparse, preferentemente con aluminio, boro o circonio.

[0035] Estas capas de adaptación óptica pueden disponerse por encima o por debajo de la capa conductora en el recubrimiento, y preferentemente están dispuestas en contacto con capas que comprenden nitruro de silicio, estando dichas capas que comprenden nitruro de silicio mantenidas en contacto con la capa conductora de TCO. En otras palabras, las capas de adaptación óptica, a menudo hechas de óxidos, no están en contacto con la capa de TCO.

[0036] Sin embargo, según una realización preferida según la invención, el recubrimiento según la invención consiste en la sucesión de:

- una primera capa de material dieléctrico que comprende nitruro de silicio,
- un óxido transparente eléctricamente conductor (TCO),
- una segunda capa de material dieléctrico que comprende nitruro de silicio,
- una capa de un óxido de titanio, un óxido de circonio o un óxido de titanio y circonio, sin la presencia de capas intermedias, es decir, las capas sucesivas están en contacto directo entre sí y el recubrimiento no contiene otras capas.

[0037] El recubrimiento según la invención se completa así en la capa más externa, es decir, la capa más alejada de la superficie del sustrato, mediante una capa que comprende un óxido de titanio, un óxido de circonio o un óxido de titanio y circonio. Dicha capa de óxido de titanio y circonio puede contener entre 1 y 99% en peso de óxido de titanio y entre 99% y 1% en peso de óxido de circonio. Ventajosamente, dicha capa de óxido de titanio y circonio puede contener entre 70% y 80% en peso de óxido de titanio y entre 30% y 20% en peso de óxido de circonio. El espesor de esta capa está entre 1 y 15 nm y ventajosamente entre 2 y 10 nm. Sorprendentemente, se encontró que la presencia de esta capa adicional garantizaba un calentamiento homogéneo en la superficie del acristalamiento y, en particular, limitaba la variabilidad de la resistencia total de la pila después del templado en una muestra de una multitud de acristalamientos así constituidos.

[0038] Una capa que comprende óxido de titanio, óxido de circonio u óxido de titanio y circonio comprende dichos óxidos como componentes principales. Dichos átomos de Ti y/o Zr representan más del 50%, más del 60%, incluso más del 70%, o incluso más del 80% de los átomos presentes en una capa aparte del oxígeno, o incluso más del 90% o incluso más del 95% de los átomos presentes en una capa aparte del oxígeno. Preferentemente, dichas capas que comprenden óxido de titanio, óxido de circonio u óxido de titanio y circonio consisten esencialmente en dichos óxidos.

[0039] Para funcionar, el recubrimiento se pone en contacto con barras colectoras que pueden conectarse a los polos de una fuente de voltaje para introducir corriente en dicho

recubrimiento en todo el ancho del panel de vidrio o al menos en una gran parte del ancho del panel de vidrio, calentándolo así por efecto Joule.

5 [0040] Las barras son preferentemente conductores impresos y horneados que contienen al menos un metal, preferentemente plata. La conductividad eléctrica se logra preferentemente mediante partículas metálicas contenidas en dichas barras, y más particularmente mediante partículas de plata. Las partículas metálicas pueden ubicarse en una matriz orgánica y/o inorgánica como pastas o tintas, preferentemente en forma de pasta de serigrafía cocida con fritas de vidrio. El espesor de capa de las barras colectoras impresas está preferentemente
10 entre 5 μm y 40 μm , particularmente preferentemente entre 10 μm y 20 μm . Las barras colectoras impresas con estos espesores son técnicamente sencillas de producir y ofrecen una capacidad de transporte de corriente ventajosa. En otra realización posible, las barras colectoras se implementan como tiras de una lámina eléctricamente conductora, en particular una lámina metálica, por ejemplo, lámina de cobre o lámina de aluminio. Las tiras de lámina
15 pueden colocarse, pegarse o soldarse. El espesor de la lámina está preferentemente entre 30 μm y 200 μm .

[0041] En funcionamiento, el artículo de vidrio incluido en un acristalamiento según la invención se conecta a una fuente de voltaje que tiene preferentemente un voltaje de 40 V a
20 250 V, por ejemplo, 110 V en los EE. UU. y en muchos países de América del Sur. Cuando el acristalamiento funciona con estos voltajes, se obtienen buenas eficiencias térmicas, suficientes para permitir que el acristalamiento se libere rápidamente de la condensación o para evitar que la condensación se produzca en primer lugar.

25 [0042] En una primera realización preferida, el voltaje está entre 210 V y 250 V, por ejemplo, entre 220 V y 230 V. El acristalamiento según la invención puede entonces funcionar con el voltaje de red estándar, que es particularmente adecuado para una salida de calor que permite que el acristalamiento se libere rápidamente de la condensación en el exterior.

[0043] En una segunda realización preferida, el voltaje es del orden de 110 a 120 V, correspondiente al voltaje aplicado a las tomas de corriente en países como EE. UU., México u otros países de América Latina.

- 5 [0044] La invención también comprende un método para producir un artículo de vidrio que tiene un recubrimiento calefactable, que comprende los siguientes pasos:
- a) se deposita un recubrimiento que comprende sucesivamente al menos las siguientes capas sobre una superficie de un sustrato de vidrio mediante deposición por magnetrón al vacío:
- una primera capa de material dieléctrico que comprende nitruro de silicio,
 - 10 - un óxido conductor transparente (TCO), en particular ITO,
 - una segunda capa de material dieléctrico que comprende nitruro de silicio,
 - una capa de un óxido de titanio, un óxido de circonio o un óxido de titanio y circonio,
- b) se deposita una barra colectora sobre dicho recubrimiento,
- c) se realiza un tratamiento térmico, como el templado, para lograr el termoendurecimiento
- 15 del sustrato de vidrio.

[0045] Durante el paso c), el sustrato se calienta a una temperatura de alrededor de 650 a 750 °C y luego se somete a una corriente de aire que lo enfría rápidamente. Se generan tensiones de compresión en la superficie del vidrio y tensiones de tracción en el núcleo del

20 vidrio. La distribución característica de la tensión aumenta la resistencia a la rotura de las láminas de vidrio. El termoendurecimiento también puede ir precedido de un proceso de curvado.

[0046] Según una realización alternativa, las barras colectoras se instalan después del paso

25 de tratamiento térmico (inversión de los pasos anteriores b) y c).

[0047] Sin embargo, la deposición de las barras conductoras se lleva a cabo preferentemente antes del tratamiento térmico, de modo que el curado de la pasta de impresión pueda llevarse a cabo durante el tratamiento térmico y no necesite llevarse a cabo como un paso separado.

[0048] Las barras colectoras se imprimen preferentemente, particularmente preferentemente mediante serigrafía, en forma de una pasta que contiene plata con fritas de vidrio, o se colocan o pegan o sueldan como tiras de una lámina conductora.

- 5 [0049] A continuación, se puede obtener un acristalamiento múltiple según la invención sellando con otro sustrato y mediante un espaciador termoformable, como se describe anteriormente y en el resto de esta descripción.

- 10 [0050] Las diversas capas del recubrimiento calefactor se depositan mediante métodos conocidos per se, preferentemente mediante pulverización catódica asistida por magnetrón. Este método es particularmente ventajoso en términos de recubrimiento de sustrato simple, rápido, económico y uniforme. La pulverización catódica se lleva a cabo en una atmósfera de gas protector, por ejemplo, argón, o en una atmósfera de gas reactivo, por ejemplo, añadiendo oxígeno o nitrógeno. Sin embargo, las capas también pueden depositarse mediante otros
- 15 métodos conocidos por el experto en la técnica, por ejemplo, mediante deposición química de vapor (CVD), deposición de capas atómicas (ALD), deposición química de vapor mejorada por plasma (PECVD) o métodos químicos húmedos.

- 20 [0051] La invención también comprende el uso de un sustrato de vidrio según la invención que tiene una tensión de funcionamiento de 40 V a 250 V, preferentemente como componente de una puerta de refrigerador. La tensión de funcionamiento es preferentemente de 110 V a 120 V, o de 210 V a 250 V, por ejemplo, alrededor de 220 V o 230 V. El artículo según la invención puede utilizarse como parte de un acristalamiento múltiple con una función aislante, en el que está conectado a al menos otro sustrato de vidrio mediante un espaciador periférico,
- 25 preferentemente circunferencial, de modo que se forma un espacio intermedio que puede rellenarse con gas entre los paneles de vidrio.

- [0052] Preferentemente, este otro sustrato está provisto, en su cara orientada hacia el interior (cara 3 del acristalamiento múltiple), con una pila denominada de baja emisividad (o low-e),
- 30 como se describe a continuación. La ventaja de dicha pila es que la radiación infrarroja del

recubrimiento calefactor se dirige hacia el exterior y el espacio interior refrigerado no se calienta.

[0053] En el sentido de la presente descripción, un recubrimiento de baja emisividad significa un recubrimiento cuya emisividad normal, medida cuando se deposita sobre vidrio transparente y de acuerdo con la norma ISO10292 Anexo A (1994), es inferior a 0,2, preferentemente inferior a 0,1 o incluso inferior a 0,05.

[0054] Dichas pilas son bien conocidas y, en particular, la mayoría de las veces (pero no exclusivamente) comprenden una combinación de capas a base de metales preciosos, en particular capas a base de plata, y materiales dieléctricos a menudo denominados capas de interferencia. Como es bien sabido, estas pilas están formadas por una sucesión de capas de materiales dieléctricos como óxidos y/o nitruros y capas metálicas, incluidas capas a base de plata cuyas propiedades de "baja emisividad" les permiten reflejar la luz infrarroja selectivamente y dejar pasar la mayor parte de la luz visible en el espectro solar (longitudes de onda entre 380 y 780 nm), preferentemente más del 70%, o incluso más del 80% de la luz visible, en particular minimizando la reflexión de la luz mediante dichas capas de interferencia o combinación(es) de capas de interferencia.

[0055] En particular, las pilas de baja emisividad según la invención se seleccionan de modo que su resistencia de hoja sea inferior a 3,5 ohmios por cuadrado, preferentemente incluso inferior a 2,0 ohmios por cuadrado, o incluso inferior a 1,5 ohmios por cuadrado. La resistencia de hoja puede medirse, por ejemplo, utilizando un dispositivo como el SRM-14T de Nagy Mess-systems.

[0056] Dichas pilas pueden comprender hasta varias docenas de capas de espesores que van de 1 a 30 nm, y actualmente se depositan utilizando técnicas de pulverización catódica, a menudo asistidas por magnetrón. Las pilas de baja emisividad preferidas según la invención comprenden preferentemente una o dos capas a base de plata, aunque, por supuesto, es posible utilizar pilas que comprenden tres o incluso cuatro capas a base de plata.

[0057] En publicaciones como FR2940272A1, EP1993965B1, EP1656328B1, EP718250, EP847965 o WO03/01105 se describen ejemplos de pilas de baja emisividad que comprenden una o dos capas de plata.

- 5 [0058] En las publicaciones WO2005/051858A1, WO2013/104439 y WO2013/107983 citadas anteriormente se describen ejemplos de pilas de baja emisividad que comprenden tres o cuatro capas de plata.

- 10 [0059] Sin ir más allá del alcance de la invención, el acristalamiento múltiple puede ser un doble acristalamiento (2 sustratos de vidrio) o un triple acristalamiento (3 sustratos de vidrio).

[0060] A continuación, se explica la invención en detalle con referencia a los dibujos y a posibles realizaciones no limitativas de la presente invención. Los dibujos son esquemáticos y no están a escala. Los dibujos no limitan en modo alguno la invención.

- 15 [0061] La figura 1 es una vista en sección transversal de un sustrato de vidrio según la invención que comprende un recubrimiento calefactor.

- 20 [0062] La figura 2 es una sección transversal de un doble acristalamiento según la presente invención.

[0063] La figura 3 es una sección transversal de un triple acristalamiento según la presente invención.

- 25 [0064] La figura 4 es una vista superior de un artículo de vidrio según la invención equipado con un recubrimiento calefactor según la invención utilizado en los siguientes ejemplos.

- 30 [0065] Las figuras 5 a 8 son gráficos que muestran las mediciones de resistencia eléctrica de los ejemplos comparativos y según la invención, de doble acristalamiento y triple acristalamiento según las configuraciones descritas en las figuras 2 y 3, respectivamente.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS:

[0066] La figura 1 muestra una sección transversal de un artículo de vidrio según la invención, que comprende un sustrato de vidrio 1, un recubrimiento calefactor 2 y barras colectoras 3. El sustrato 1 es, por ejemplo, una lámina de vidrio sodocálcico y tiene un espesor de 3 a 4 mm. El recubrimiento calefactable 2 consta de 4 capas sucesivas a partir de la superficie del sustrato, que incluyen:

- una primera capa 4 a base de nitruro de silicio, con un espesor de entre 1 y 20 nm,
- una capa 5 de un óxido conductor transparente (TCO), en particular ITO, con un espesor de entre 1 nm y 40 nm,
- una segunda capa 6 a base de nitruro de silicio, con un espesor de entre 1 y 20 nm,
- una capa 7 que comprende un óxido de titanio, un óxido de circonio o un óxido de titanio y circonio, con un espesor de entre 1 nm y 15 nm, preferentemente entre 1 y 10 nm, o incluso entre 1 y 5 nm, que es la última capa del recubrimiento.

[0067] Por encima y en contacto con el recubrimiento, se disponen dos barras colectoras 3 a ambos lados del sustrato, como se muestra en la figura 4. Las barras 3 están dispuestas a lo largo de dos extremos opuestos de dicho artículo, preferentemente en la dirección de su mayor longitud.

[0068] La figura 4 muestra la posición de las barras 3, en una vista superior del artículo de vidrio según la invención.

[0069] La figura 2 muestra una vista esquemática de un doble acristalamiento 10 que comprende el artículo de vidrio de las figuras 1 y 4 ensamblado con un segundo sustrato de vidrio 11 mediante un espaciador 12 hecho de material termoformable para delimitar entre las dos láminas de vidrio una cavidad 13 que contiene un gas que convencionalmente puede ser aire, pero también un gas raro como argón o criptón para un mejor aislamiento. Este segundo sustrato de vidrio está provisto de una pila de baja emisividad 14 del tipo descrito anteriormente, que comprende preferentemente al menos una capa de plata rodeada de capas dieléctricas. El recubrimiento calefactable 2 está conectado a un dispositivo para energizar las

barras colectoras 3 (no mostrado en las figuras), que comprende conectores soldados a las barras 3 y a cables eléctricos (no mostrados) que a su vez están conectados en funcionamiento a un generador de voltaje, en particular una simple toma de corriente, para el paso de corriente eléctrica a través del recubrimiento calefactable 2.

5

[0070] En dicho acristalamiento múltiple según la invención, el recubrimiento calefactable 2 está dispuesto ventajosamente en la cara 2 del acristalamiento múltiple, estando las caras numeradas convencionalmente desde el exterior hacia el interior del acristalamiento (en el caso de una puerta de refrigeración, el interior es el cuerpo del elemento refrigerante).

10

[0071] Asimismo, la pila de baja emisividad está dispuesta en la cara 3 del acristalamiento múltiple.

15

[0072] Así, según la presente invención, el recubrimiento calefactable 2 y la pila de baja emisividad 3 están orientados hacia el interior del acristalamiento múltiple, es decir, en contacto con la cavidad 13 del mismo.

20

[0073] Cuando el recubrimiento 2 se calienta, eleva la temperatura de la superficie exterior del sustrato de vidrio 1, evitando así la condensación en la superficie exterior de la puerta del refrigerador. Del mismo modo, la combinación del recubrimiento calefactor en la cara 2 del acristalamiento y la pila de baja emisividad 14 en la cara 3 del acristalamiento ayuda a evitar la condensación. La presencia de una pila de baja emisividad significa que la superficie exterior se mantiene más fría, lo que resulta en un menor consumo de energía por parte del elemento refrigerante. Según la invención, es posible reducir significativamente la potencia de calentamiento en la capa de ITO por encima del punto de rocío de la superficie exterior y así evitar la condensación.

25

30

[0074] Finalmente, los recubrimientos según la invención tienen una alta transmitancia y una baja reflectividad, por lo que no reducen críticamente la visión a través del vidrio. Dicha configuración es particularmente adecuada para el uso de dicho acristalamiento como puerta

transparente para un refrigerador, es decir, un compartimento cuyo espacio interior se mantiene a temperaturas de hasta alrededor de -5 °C.

[0075] Sin embargo, no se apartaría del alcance de la presente invención si el recubrimiento calefactor 2 estuviera dispuesto en la cara 3 del doble acristalamiento, en particular para evitar la condensación esta vez en el vidrio interior del doble acristalamiento. En dicha configuración, el recubrimiento de baja emisividad 14 se deposita ventajosamente en la cara 2 para limitar el consumo de energía del elemento refrigerante.

[0076] En el caso de que el acristalamiento según la invención se utilice como puerta de un dispositivo de congelación, es decir, donde la temperatura interior es inferior a -15°, o incluso inferior a -20°C, la configuración de triple acristalamiento que se muestra en la figura 3 es apropiada, aunque también podría utilizarse una configuración de doble acristalamiento como la descrita anteriormente sin apartarse del alcance de la invención. Sin embargo, el triple acristalamiento parece consumir menos energía y, por lo tanto, es una solución más económica.

[0077] En dicho triple acristalamiento, se utiliza una tercera lámina de vidrio 15, que está conectada a las otras dos mediante un segundo espaciador 16 para delimitar, entre las dos láminas de vidrio, una segunda cavidad 17 que comprende un gas que convencionalmente puede ser aire, pero también puede ser un gas raro como argón o criptón para un mejor aislamiento. Este tercer sustrato de vidrio está provisto de otra pila de baja emisividad 18 del tipo descrito anteriormente, o incluso idéntica a ella, y que comprende preferentemente al menos una capa de plata rodeada de capas dieléctricas, estando esta pila dispuesta en la cara 5 del triple acristalamiento.

[0078] Sin embargo, no se apartaría del alcance de la presente invención si el recubrimiento calefactable estuviera dispuesto en la cara 5 del triple acristalamiento, en particular para evitar la condensación esta vez en el vidrio interior del triple acristalamiento.

[0079] En dicha configuración, el recubrimiento de baja emisividad 18 se deposita ventajosamente en la cara 2, o la cara 4, o la cara 2 y la cara 4, para limitar el consumo de energía del elemento refrigerante.

5 [0080] Según la invención, para las dos realizaciones descritas anteriormente (doble o triple acristalamiento), en función de la temperatura en el interior del compartimento frío y de las condiciones exteriores (en particular la temperatura exterior y el nivel de humedad exterior), es posible programar el funcionamiento del recubrimiento calefactable para que esté siempre por encima del punto de rocío en la superficie exterior de vidrio del acristalamiento (cara 1
10 del doble o triple acristalamiento) y así evitar la formación de condensación en la superficie exterior del mismo.

[0081] Los siguientes ejemplos, que son ejemplos puramente ilustrativos y no limitativos de la presente invención, permiten comprender mejor sus ventajas.

15

A- Configuración de doble acristalamiento

[0082] Inicialmente, se sintetizan dos series de artículos de vidrio utilizando técnicas convencionales y bien conocidas de deposición por magnetrón al vacío.

20

[0083] Según una primera serie de artículos de referencia, se deposita una pila mediante pulverización catódica asistida por magnetrón sobre un sustrato de vidrio transparente comercializado por la empresa solicitante con la referencia Planilux con un espesor de 3,15 mm y dimensiones L 684 mm x H 822 mm, comprendiendo la pila sucesivamente, desde la
25 superficie del vidrio:

- una capa a base de nitruro de silicio con un espesor de 5 nanómetros
- una capa conductora transparente de ITO con un espesor de 10 nanómetros
- una capa a base de nitruro de silicio con un espesor de 10 nanómetros.

[0084] En una segunda serie de artículos según la invención, se deposita una pila según la invención sobre el mismo sustrato de vidrio, comprendiendo la pila sucesivamente desde la superficie del vidrio:

- una capa a base de nitruro de silicio con un espesor de 5 nanómetros
- 5 - una capa conductora transparente de ITO con un espesor de 10 nanómetros
- una capa a base de nitruro de silicio con un espesor de 10 nm
- una capa de óxido de titanio y circonio con un espesor de 2 nanómetros.

[0085] Dicha capa de óxido de titanio y circonio se obtiene mediante pulverización catódica de un blanco cerámico que comprende entre 70% y 80% en peso de TiO_2 y entre 20% y 30% en peso de ZrO_2 , en una atmósfera de argón/oxígeno, utilizando técnicas convencionales de pulverización catódica asistida por magnetrón, que son perfectamente conocidas por el experto en la técnica.

15 [0086] En ambas configuraciones de recubrimiento, la resistencia de hoja medida es de aproximadamente 250 ohmios por cuadrado.

[0087] Para todos los artículos obtenidos de esta forma, los paneles de vidrio se recortan, se cantean y se lavan, y las barras colectoras se serigrafían manualmente depositando una pasta de Ag en una frita de vidrio (88% de plata en peso) comercializada por la empresa Ferro, según el diagrama que se muestra en la figura 4. Las dimensiones de las barras 3 son las siguientes:

- ancho de la barra: 654 mm
- espacio entre barras: 734 mm

25

[0088] A continuación, el artículo se calienta a 715 °C y se temple según las técnicas actuales. A continuación, se sueldan conectores a cada una de las tiras 3 y se conectan eléctricamente mediante cables eléctricos a un multímetro para medir su resistencia total.

[0089] Los artículos de vidrio así obtenidos se ensamblan a continuación en doble acristalamiento con otro sustrato de vidrio que comprende una pila de baja emisividad que incorpora 1 capa de plata como se describe en el ejemplo 1 de la publicación FR2940272A1, según los principios dados anteriormente y de acuerdo con la figura 2 adjunta al presente. El recubrimiento calefactable está dispuesto en el lado 2 y la pila de baja emisividad está situada en el lado 3 del doble acristalamiento.

[0090] Para cada una de las configuraciones obtenidas, se mide la resistencia total del recubrimiento 2 para ambas series de acristalamientos (según la invención y de referencia).

[0091] En vista de las dimensiones de las barras colectoras, la distancia entre ellas y las dimensiones del acristalamiento, se espera una resistencia de alrededor de 280 ohmios, con una tolerancia de más o menos 20 ohmios.

[0092] Las figuras 5 y 6 muestran las resistencias de recubrimiento obtenidas para todos los acristalamientos medidos (un punto corresponde a una muestra).

[0093] La figura 5 muestra los acristalamientos de la primera serie de artículos de referencia y la figura 6 muestra los acristalamientos de la segunda serie de artículos según la invención.

[0094] Se puede observar que los acristalamientos según la invención muestran menos variabilidad en la resistencia total de la pila después del templado.

[0095] Además, algunas muestras de la serie de referencia incluso quedan fuera de la especificación requerida, como puede verse en la figura 5, mientras que todas las muestras según la invención cumplen con dicha especificación (cf. figura 6).

[0096] Pruebas adicionales en la vida real han demostrado que el uso de dicho acristalamiento como puerta transparente de refrigerador evita eficazmente la formación de condensación en la superficie exterior del acristalamiento y garantiza una visibilidad perfecta

a través de él en condiciones de frío de alrededor de -4 °C, incluso cuando se aplica un voltaje relativamente bajo al recubrimiento calefactable, a saber, de aproximadamente 110 V.

B - Configuración de triple acristalamiento

5

[0097] Según una segunda serie de experimentos, se fabrican artículos de vidrio configurados para su uso en un triple acristalamiento adecuado para su uso como puerta transparente.

10 [0098] Según una primera serie de artículos de referencia, se deposita una pila mediante pulverización catódica asistida por magnetrón sobre un sustrato de vidrio transparente comercializado por la empresa solicitante con la referencia Planilux con un espesor de 3,15 mm y dimensiones L 678 mm x H 1543 mm, comprendiendo la pila sucesivamente:

- una capa a base de nitruro de silicio con un espesor de 5 nanómetros

15 - una capa conductora transparente de ITO con un espesor de 27 nanómetros

- una capa a base de nitruro de silicio con un espesor de 10 nanómetros.

[0099] En una segunda serie de artículos según la invención, se deposita una pila según la invención sobre el mismo sustrato de vidrio, comprendiendo la pila sucesivamente:

20 - una capa a base de nitruro de silicio con un espesor de 5 nanómetros

- una capa conductora transparente de ITO con un espesor de 27 nanómetros

- una capa a base de nitruro de silicio con un espesor de 10 nm

- una capa de óxido de titanio con un espesor de 2 nanómetros.

25 [00100] En ambas configuraciones de recubrimiento, la resistencia de hoja medida es de aproximadamente 70 ohmios por cuadrado.

[00101] Para todos los artículos obtenidos de esta forma, los paneles de vidrio se recortan, se cantean y se lavan, y las barras colectoras se serigrafían manualmente depositando una
30 pasta de Ag en una frita de vidrio (88% de plata en peso) comercializada por la empresa Ferro,

según el diagrama que se muestra en la figura 4. Las dimensiones de las barras 3 son las siguientes:

- ancho de la barra: 648 mm
- espacio entre barras: 1443 mm

5

[00102] A continuación, el artículo se calienta a 715 °C y se temple según las técnicas actuales. A continuación, se sueldan conectores a cada una de las tiras 3 y se conectan eléctricamente mediante cables eléctricos a un multímetro para medir su resistencia total.

- 10 [00103] Los artículos así obtenidos (de referencia y según la invención) se ensamblan a continuación en triple acristalamiento con otros dos sustratos de vidrio que comprenden una pila de baja emisividad que incorpora una capa de plata como se describe en el ejemplo 1 de la publicación FR2940272A1, según los principios dados anteriormente y de acuerdo con la figura 3 adjunta al presente. El recubrimiento calefactable está dispuesto en la cara 2 y las
- 15 pilas de baja emisividad están dispuestas en las caras 3 y 5, respectivamente, del triple acristalamiento.

- [00104] Al igual que en los ejemplos anteriores, para cada una de las configuraciones obtenidas, se mide la resistencia total del recubrimiento 2 para una pluralidad de
- 20 acristalamientos de ambas series de acristalamientos (según la invención y comparativo).

- [00105] En vista de las dimensiones de las barras colectoras, la distancia entre ellas y las dimensiones del acristalamiento, se espera una resistencia de alrededor de 155 ohmios, con una tolerancia de más o menos 10 ohmios.

25

[00106] Las figuras 7 y 8 muestran las resistencias de recubrimiento obtenidas para todos los acristalamientos medidos (un punto corresponde a una muestra).

- [00107] La figura 7 muestra los acristalamientos de la primera serie de artículos de referencia
- 30 y la figura 8 muestra los acristalamientos de la segunda serie de artículos según la invención.

[00108] Se puede observar que los acristalamientos según la invención muestran una variabilidad menor y muy baja en la resistencia total de la pila después del templado.

5 [00109] Además, algunas muestras de la serie de referencia incluso quedan fuera de la especificación requerida, como puede verse en la figura 7, mientras que todas las muestras según la invención cumplen con dicha especificación (cf. figura 8).

10 [00110] Pruebas adicionales en la vida real han demostrado que el uso de dicho acristalamiento como puerta transparente de congelador evita eficazmente la formación de condensación en la superficie exterior del acristalamiento y garantiza una visibilidad perfecta a través de él en condiciones de frío de alrededor de -24°C , incluso cuando se aplica un voltaje bajo al recubrimiento calefactable, a saber, de aproximadamente 110 V o incluso menos.

15 [00111] En particular, las pruebas han demostrado que no aparecen rastros de condensación en la superficie exterior de un triple acristalamiento según la invención, en condiciones de una temperatura exterior de 35 a 40°C y un nivel de humedad de aproximadamente 75 a 85%, cuando la temperatura del compartimento refrigerado se mantiene a -24°C .