

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 499**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

B32B 17/10 (2006.01)

H05B 3/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.12.2013** **PCT/EP2013/075641**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014** **WO14095388**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2013** **E 13799580 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020** **EP 2931673**

54 Título: **Cristal transparente con revestimiento eléctricamente conductor**

30 Prioridad:

17.12.2012 EP 12197445

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.03.2021

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
Tour Saint-Gobain, 12 place de l'Iris
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

FISCHER, KLAUS;
JANZYK, SEBASTIAN y
WEISSLER, ARIANE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 813 499 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cristal transparente con revestimiento eléctricamente conductor

La presente invención se refiere a un cristal transparente con revestimiento eléctricamente conductor, a un procedimiento para su producción y a su uso.

5 El campo de visión de un cristal para vehículos, en particular de un parabrisas, debe mantenerse libre de hielo y de empañamiento. En los vehículos a motor con motor de combustión interna, por ejemplo, una corriente de aire calentada mediante el calor del motor puede desviarse hacia los cristales.

De manera alternativa, el cristal puede presentar una función de calentamiento eléctrica. Por la solicitud DE 103 52 464 A1 se conoce por ejemplo un cristal de vidrio compuesto, en el cual, entre dos cristales de vidrio, están insertados dos
10 alambres que pueden calentarse de forma eléctrica. La capacidad de calentamiento P específica, por ejemplo aproximadamente 600 W/m^2 , puede regularse de este modo a través de la resistencia óhmica de los alambres. Debido a cuestiones de diseño y de seguridad, el número, así como el diámetro de los alambres, deben mantenerse lo más reducidos posible. Los alambres no deben ser perceptibles o apenas deben ser perceptibles durante la luz del día o, en la noche, a la luz de los faros.

15 También son conocidos revestimientos transparentes, eléctricamente conductores, en particular con base de plata. En la solicitud WO 03/024155 A2 se describe por ejemplo un revestimiento eléctricamente conductor con dos estratos de plata. Los revestimientos de esa clase en general presentan resistencias de la superficie en el rango de 3 ohmio/cuadrado a 5 ohmio/cuadrado.

La potencia de calentamiento específica P de un revestimiento que puede calentarse eléctricamente, con una
20 resistencia de lámina R_{cuadrado} , una tensión de servicio U y una distancia h entre dos conductores colectores, puede calcularse con la fórmula $P = U^2/(R_{\text{cuadrado}} \cdot h^2)$. La distancia h entre dos conductores colectores, en los parabrisas típicos de automóviles, es de unos 0,8 m, lo cual corresponde aproximadamente a la altura del cristal. En el caso de una resistencia de lámina de 4 ohmio/cuadrado, para lograr una potencia de calentamiento específica P deseada de 600 W/m^2 , se necesita una tensión de servicio U de aproximadamente 40 V. Puesto que la tensión de a bordo de los
25 vehículos a motor usualmente es de 14 V, para generar una tensión de servicio de 40 V se necesita una unidad de suministro o un convertidor de tensión. Un aumento de la tensión de 14 V a 40 V siempre está asociado a pérdidas de potencia eléctricas y a costes adicionales para componentes adicionales.

En la solicitud US 2007/0082219 A1 y en la solicitud US 2007/0020465 A1 se describen revestimientos transparentes, eléctricamente conductores, con al menos tres estratos de plata. Para revestimientos con base de tres estratos de
30 plata, en la solicitud US 2007/0082219 A1 se indican resistencias de la superficie de alrededor de 1 ohmio/cuadrado. Para una tensión de servicio $U = 14 \text{ V}$, una resistencia de lámina $R_{\text{cuadrado}} = 1 \text{ ohmio/cuadrado}$ y una distancia $h = 0,8 \text{ m}$, resulta una potencia de calentamiento específica P de aproximadamente 300 W/m^2 .

Para poner a disposición una potencia de calentamiento específica P suficiente, por ejemplo de aproximadamente 500 W/m^2 , para calentar cristales más grandes se necesita otra reducción de la resistencia de lámina, del revestimiento que
35 puede calentarse de forma eléctrica. En el caso de un revestimiento que puede calentarse de forma eléctrica, usualmente con tres estratos de plata, esto puede alcanzarse mediante un aumento del grosor de las capas de plata individuales. Un grosor de la capa demasiado grande, de las capas de plata, conduce sin embargo a propiedades ópticas insuficientes del cristal, en particular en cuanto a transmitancia y efecto de color, de manera que no puede cumplirse con especificaciones legales, tal como están establecidas por ejemplo en ECE R 43 ("Especificaciones
40 estandarizadas para la aprobación del vidrio de seguridad y de los materiales de vidrio compuesto"). Las capas de plata, por consiguiente, deben dimensionarse de manera que la conductividad sea suficientemente elevada para un calentamiento suficiente, al mismo tiempo con una transmitancia suficiente. La conductividad de las capas depende ante todo de la cristalinidad de la plata depositada.

En general, la deposición del sistema de capas sobre un cristal de vidrio tiene lugar antes del curvado y de la laminación del parabrisas. De este modo, el revestimiento debe presentar una capacidad de carga térmica suficiente. El
45 calentamiento del cristal revestido, en el proceso de curvado, sin embargo, produce una oxidación de la capa de plata. En la solicitud EP 2444381 A1, este problema se soluciona mediante la aplicación de una capa bloqueadora, de forma adyacente a la capa que contiene plata. Esa capa bloqueadora sirve en particular para estabilizar la capa que contiene plata durante el tratamiento térmico y mejora la calidad óptica del revestimiento que puede calentarse de forma
50 eléctrica. En la solicitud EP 2444381 A1 se describe una capa bloqueadora que contiene niobio, titanio, níquel, cromo o aleaciones de los mismos, de modo especialmente preferente aleaciones de níquel-cromo. Una desventaja de esa solución, sin embargo, reside en el hecho de que la capa bloqueadora tiene un efecto negativo no deseado en la cristalinidad de la capa que contiene plata.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un cristal transparente con revestimiento eléctricamente
55 conductor que presente una cristalinidad mejorada y una resistencia de la lámina R_{cuadrado} más reducida, en comparación con el estado de la técnica, así como un procedimiento rentable para su producción. El cristal, de este modo, debe presentar una transmitancia elevada y una neutralidad del color elevada, y debe poder producirse de forma conveniente en cuanto a los costes.

El objeto de la presente invención, según la invención, se soluciona a través de un cristal transparente con revestimiento conductor, de un procedimiento para su producción y de su uso, según las reivindicaciones independientes. De las reivindicaciones dependientes resultan formas de realización preferentes.

El cristal transparente según la invención comprende al menos un sustrato transparente y al menos un revestimiento eléctricamente conductor, sobre al menos una superficie del sustrato transparente, donde

- el revestimiento eléctricamente conductor presenta al menos dos capas funcionales dispuestas una sobre otra, y cada capa funcional comprende al menos
- una capa de material altamente refractivo de forma óptica, con un índice de refracción mayor o igual a 2,1,
- por encima de la capa de material altamente refractivo de forma óptica, una capa de alisado, que contiene al menos un óxido no cristalino,
- por encima de la capa de alisado una capa de adaptación inferior,
- por encima de la capa de adaptación inferior una capa eléctricamente conductora, y
- por encima de la capa eléctricamente conductora una capa de adaptación superior,
- la capa de adaptación inferior, y de manera opcional la capa de adaptación superior, contiene un material getter distribuido de forma homogénea en toda la sección transversal de la capa, del grupo compuesto por niobio, titanio, bario, magnesio, tantalio, circonio, torio, paladio, platino y aleaciones de los mismos, y

la capa de adaptación inferior que contiene el material getter se encuentra en contacto directo con la capa eléctricamente conductora.

El material getter de las capas de adaptación protege de la oxidación a las capas adyacentes, eléctricamente conductoras. A través de la estructura de capas según la invención, de este modo, todas las capas eléctricamente conductoras del cristal transparente están protegidas contra la oxidación. Puesto que las capas de adaptación según la invención son directamente adyacentes a las capas eléctricamente conductoras, la cristalinidad de las capas de adaptación se transmite de forma óptima a las capas conductoras.

Si una primera capa está dispuesta por encima de una segunda capa, en el sentido de la invención esto significa que la primera capa está dispuesta más alejada del sustrato transparente, de modo que esto, en el sentido de la invención, significa que la segunda capa está dispuesta más alejada del sustrato transparente que la primera capa. La capa funcional más superior es aquella capa funcional que presenta la mayor distancia con respecto al sustrato transparente. La capa funcional más inferior es aquella capa funcional que presenta la menor distancia con respecto al sustrato transparente.

Una capa, en el sentido de la invención, puede componerse de un material. Una capa, sin embargo, puede comprender también dos o varias capas individuales de un material diferente. Una capa funcional según la invención comprende por ejemplo al menos una capa de material altamente refractivo de forma óptica, una capa de alisado, una capa de adaptación inferior y una de adaptación superior, y una capa eléctricamente conductora.

Si una primera capa está dispuesta por encima o por debajo de una segunda capa, entonces esto, en el sentido de la invención, no significa necesariamente que la primera y la segunda capa estén en contacto directo una con otra. Entre la primera y la segunda capa pueden estar dispuestas una o varias otras capas, en tanto esto no se excluya de forma explícita.

El revestimiento eléctricamente conductor, según la invención, está aplicado al menos sobre una superficie del sustrato transparente. También ambas superficies del sustrato transparente pueden estar provistas de un revestimiento eléctricamente conductor según la invención.

El revestimiento eléctricamente conductor puede extenderse sobre toda la superficie del sustrato transparente. De manera alternativa, sin embargo, el revestimiento eléctricamente conductor también puede extenderse sólo sobre una parte de la superficie del sustrato transparente. El revestimiento eléctricamente conductor, preferentemente, se extiende sobre al menos el 50%, de modo especialmente preferente sobre al menos el 70% y de forma muy especialmente preferente sobre al menos el 90% de la superficie del sustrato transparente.

El revestimiento eléctricamente conductor puede estar aplicado directamente sobre la superficie del sustrato transparente. De manera alternativa, el revestimiento eléctricamente conductor puede estar aplicado sobre una película soporte, que está pegada con el sustrato transparente.

Por un material altamente refractivo de forma óptica, en el sentido de la invención, se entiende un material cuyo índice de refracción es mayor o igual a 2,1. Según el estado de la técnica se conocen sucesiones de capas en las cuales las capas eléctricamente conductoras están dispuestas entre respectivamente dos capas dieléctricas. Esas capas dieléctricas usualmente contienen nitrato de silicio. Las capas de material altamente refractivo de forma óptica según

la invención conducen a una reducción de la resistencia de la lámina, de las capas eléctricamente conductoras, simultáneamente con buenas propiedades ópticas del cristal transparente, en particular una transmitancia elevada y un efecto de color neutral. Junto con las capas de alisado según la invención, a través de las capas de material altamente refractivo de forma óptica, de manera ventajosa, pueden alcanzarse valores más reducidos para la resistencia de la lámina y, con ello, potencias de calentamiento específicas elevadas.

Los valores indicados para los índices de refracción están medidos a una longitud de onda de 550 nm.

El cristal transparente según la invención, con revestimiento eléctricamente conductor, de manera preferente presenta una transmitancia total igual a 70 %. El término transmitancia total se refiere al procedimiento establecido por ECE-R 43, Anexo 3, § 9.1, para el control del coeficiente de transmisión de cristales para vehículos.

El revestimiento eléctricamente conductor, de manera preferente, presenta una resistencia de lámina de menos de 1 ohmio/cuadrado. La resistencia de lámina del revestimiento eléctricamente conductor, de modo especialmente preferente, se ubica entre 0,4 ohmio/cuadrado hasta 0,9 ohmio/cuadrado. En ese rango para la resistencia de lámina, de manera ventajosa, se alcanzan potencias de calentamiento específicas P elevadas.

La capa de adaptación inferior y opcionalmente la capa de adaptación superior comprenden un material getter distribuido de forma homogénea en toda la sección transversal de la capa. El material getter proviene del grupo compuesto por niobio, titanio, bario, magnesio, tantalio, circonio, torio, paladio, platino. El material getter fija oxígeno, de manera que las capas conductoras adyacentes están protegidas frente a una oxidación. De este modo, no es necesaria la aplicación de una capa bloqueadora adicional que contiene un material getter de esa clase. Las capas bloqueadoras conocidas según el estado de la técnica impiden la prolongación de la cristalinidad de la capa de adaptación que se sitúa debajo, hacia la capa conductora. Una omisión de la capa bloqueadora, de este modo, mejora la cristalinidad de la capa conductora, condicionando debido a ello su conductividad. De este modo, la potencia de calentamiento específica puede aumentarse a través de la combinación según la invención, particularmente ventajosa, de la capa de adaptación y el material getter.

El material getter de la capa de adaptación según la invención está distribuido de forma homogénea en la misma y, a diferencia de las capas bloqueadoras conocidas según el estado de la técnica, no sólo está aplicado en la superficie de la capa de adaptación, sino que está contenido en la misma. En la sección transversal de la capa de adaptación, el material getter puede mostrar también acumulaciones locales, pero en promedio resulta una distribución homogénea del material getter sobre toda la superficie de la sección transversal. En la superficie de la capa de adaptación que está orientada hacia la capa de alisado, de este modo, se encuentra disponible tanto material getter como en la superficie orientada hacia la capa conductora. A través de esa distribución uniforme del material getter en la capa de adaptación se encuentra presente material getter suficiente para la absorción de oxígeno. Adicionalmente, la cristalinidad de la capa de adaptación se transmite de forma óptima a la capa conductora, ya que la superficie de la capa de adaptación no está cubierta por una capa bloqueadora. El revestimiento eléctricamente conductor según la invención, de este modo, en comparación con el estado de la técnica, posee una conductividad aumentada, con una misma estabilidad en cuanto a la oxidación.

El material getter puede contener además níquel, cromo, aluminio, y/o aleaciones de los mismos.

Para aumentar la transmitancia total y/o para reducir la resistencia de lámina el cristal transparente con revestimiento eléctricamente conductor puede someterse a un tratamiento de temperatura, por ejemplo a una temperatura de 500 °C a 700 °C.

Se ha observado que el revestimiento eléctricamente conductor según la invención puede someterse a un tratamiento de temperatura de esa clase, sin que el revestimiento resulte dañado por oxidación. Además, el cristal transparente según la invención puede curvarse de forma convexa o cóncava, sin que el revestimiento resulte dañado por oxidación. Esas son grandes ventajas del revestimiento eléctricamente conductor según la invención.

Según la invención, la capa de adaptación inferior y/o la capa de adaptación superior contienen el material getter en una concentración de 3 % en peso a 10 % en peso, de modo especialmente preferente de 3 % en peso a 7 % en peso, en particular de 4 % en peso a 6 % en peso. En el rango de concentración por encima de 3 % en peso puede observarse de este modo una protección frente a la oxidación particularmente buena de las capas eléctricamente conductoras.

Preferentemente, el material getter contiene titanio.

El revestimiento eléctricamente conductor presenta de dos a cinco capas funcionales.

En una realización preferente de la invención, el revestimiento eléctricamente conductor presenta tres capas funcionales. La producción de un revestimiento eléctricamente conductor con cuatro o más capas funcionales es compleja en cuanto a la técnica y costosa. Debido a la conductividad mejorada de la estructura de capas funcional según la invención, sin embargo, también con tres capas funcionales se alcanza una potencia de calentamiento suficientemente elevada.

En otra forma de realización preferente, el revestimiento eléctricamente conductor presenta cuatro capas funcionales.

Puesto que, en el procedimiento según la invención, la capa de adaptación y el material getter se depositan desde un objetivo en común, que contiene ambos componentes, en la instalación de revestimiento resulta un lugar catódico libre. Ese lugar catódico, en una instalación según el estado de la técnica, aloja el objetivo para la deposición de la capa bloqueadora. Al liberarse ese espacio catódico puede colocarse allí otro objetivo para la deposición de una cuarta capa eléctricamente conductora. Debido a esto, la producción de un revestimiento eléctricamente conductor con cuatro capas funcionales, con el mismo tamaño de la instalación, se simplifica de forma esencial y resulta esencialmente más rentable.

La capa de material altamente refractivo de forma óptica, de manera preferente, presenta un índice de refracción n de 2,1 a 2,5, de modo especialmente preferente de 2,1 a 2,3.

La capa de material altamente refractivo de forma óptica, de manera preferente, contiene al menos un nitruro mixto de silicio-metal, de modo especialmente preferente un nitruro mixto de silicio-circonio. Eso es particularmente ventajoso en cuanto a la resistencia de lámina, del revestimiento eléctricamente conductor. El nitruro mixto de silicio-circonio, de manera preferente, presenta dopados. La capa de material altamente refractivo de forma óptica puede contener por ejemplo un nitruro mixto de silicio-circonio dopado con aluminio ($\text{SiZrN}_x\text{:Al}$).

El nitruro mixto de silicio-circonio, preferentemente, se deposita mediante pulverización catódica asistida por campo magnético, con un objetivo que contiene de 40 % en peso a 70 % en peso de silicio, de 30 % en peso a 60 % en peso de circonio y de 0 % en peso a 10 % en peso de aluminio, así como adiciones que dependen de la producción. El objetivo, de modo especialmente preferente, contiene de 45 % en peso a 60 % en peso de silicio, de 35 % en peso a 55 % en peso de circonio y de 3 % en peso a 8 % en peso de aluminio, así como adiciones que dependen de la producción. La deposición del nitruro mixto de silicio-circonio preferentemente tiene lugar mediante la adición de nitrógeno como gas de reacción, durante la pulverización catódica.

La capa de material altamente refractivo, sin embargo, por ejemplo puede contener también al menos un nitruro mixto de silicio-aluminio, un nitruro mixto de silicio-hafnio o un nitruro mixto de silicio-titanio. La capa de material altamente refractivo de forma óptica, de manera alternativa, puede contener por ejemplo MnO , WO_3 , Nb_2O_5 , Bi_2O_3 , TiO_2 , Zr_3N_4 y/o AlN .

El grosor de la capa, de cada capa de material altamente refractivo, que está dispuesta entre dos capas eléctricamente conductoras, preferentemente se ubica entre 35 nm y 70 nm, de modo especialmente preferente entre 45 nm y 60 nm. En ese rango para el grosor de la capa se alcanzan resistencias de la superficie particularmente ventajosas del revestimiento eléctricamente conductor y propiedades ópticas particularmente buenas del cristal transparente. Una capa de material altamente refractivo de forma óptica, en el sentido de la invención, está dispuesta entre dos capas eléctricamente conductoras cuando al menos una capa eléctricamente conductora está dispuesta por encima de la capa de material altamente refractivo de forma óptica y cuando al menos una capa eléctricamente conductora está dispuesta por debajo de la capa de material altamente refractivo de forma óptica. La capa de material altamente refractivo de forma óptica, sin embargo, según la invención, no se encuentra en contacto directo con las capas eléctricamente conductoras adyacentes.

El grosor de la capa, de la capa de material altamente refractivo de forma óptica, preferentemente se ubica entre 20 nm y 40 nm. Con ello se alcanzan resultados particularmente buenos.

En una configuración ventajosa de la invención, por encima de la capa funcional más superior está dispuesta una capa de recubrimiento. La capa de recubrimiento protege de la corrosión a las capas dispuestas debajo. La capa de recubrimiento preferentemente es dieléctrica. La capa de recubrimiento, por ejemplo, puede contener nitruro de silicio y/u óxido de estaño.

La capa de recubrimiento, de manera preferente, contiene al menos un material altamente refractivo de forma óptica con un índice de refracción mayor o igual a 2,1. La capa de recubrimiento, de modo especialmente preferente, contiene al menos un nitruro mixto de silicio-metal, en particular un nitruro mixto de silicio-circonio, como nitruro mixto de silicio-circonio dopado con aluminio. Esto se considera particularmente ventajoso en cuanto a las propiedades ópticas del cristal transparente según la invención. La capa de recubrimiento, sin embargo, también puede contener otros nitruros mixtos de silicio-metal, por ejemplo nitruro mixto de silicio-aluminio, nitruro mixto de silicio-hafnio o nitruro mixto de silicio-titanio. La capa de recubrimiento, de manera alternativa, puede contener por ejemplo también MnO , WO_3 , Nb_2O_5 , Bi_2O_3 , TiO_2 , Zr_3N_4 y/o AlN .

El grosor de la capa, de la capa de recubrimiento, de manera preferente, se ubica entre 20 nm y 40 nm. Con ello se alcanzan resultados particularmente buenos.

Cada capa funcional del revestimiento eléctricamente conductor, según la invención, comprende al menos una capa de alisado. La capa de alisado está dispuesta por debajo de la primera capa de adaptación, preferentemente entre la capa de material altamente refractivo de forma óptica y la primera capa de adaptación. La capa de alisado, preferentemente, se encuentra en contacto directo con la primera capa de adaptación. La capa de alisado consigue una optimización, en particular un alisado de la superficie para una capa eléctricamente conductora aplicada por encima a continuación. Una capa eléctricamente conductora, depositada sobre una superficie más lisa, presenta un grado de transmitancia más elevado en el caso de una resistencia de lámina simultáneamente más reducida.

La capa de alisado contiene al menos un óxido no cristalino. El óxido puede ser amorfo o parcialmente amorfo (y con ello, parcialmente cristalino), pero no completamente cristalino. La capa de alisado no cristalina presenta una rugosidad más reducida y, con ello, ventajosamente, forma una superficie lisa para las capas que deben aplicarse por encima de la capa de alisado. La capa de alisado no cristalina consigue además una estructura de la superficie mejorada de la capa depositada directamente por encima de la capa de alisado, que preferentemente es la primera capa de adaptación. La capa de alisado puede contener por ejemplo al menos un óxido de uno o varios de los elementos estaño, silicio, titanio, circonio, hafnio, cinc, galio e indio.

La capa de alisado preferentemente contiene un óxido mixto no cristalino. La capa de alisado, de modo especialmente preferente, contiene un óxido mixto de estaño-cinc. El óxido mixto puede presentar dopados. La capa de óxido mixto, por ejemplo, puede contener un óxido mixto de estaño-cinc ($\text{SnZnO}_x\text{:Sb}$) dopado con antimonio. El óxido mixto, preferentemente, presenta un contenido de oxígeno subestequiométrico. Un procedimiento para la producción de capas de óxido mixto de estaño-cinc a través de pulverización catódica se conoce por ejemplo por la solicitud DE 198 48 751 C1. El óxido mixto de estaño-cinc preferentemente se deposita con un objetivo que contiene de 25 % en peso a 80 % en peso de cinc, de 20 % en peso a 75 % en peso de estaño y de 0 % en peso a 10 % en peso de antimonio, así como adiciones que dependen de la producción. El objetivo, de modo especialmente preferente, contiene de 45 % en peso a 75 % en peso de cinc, de 25 % en peso a 55 % en peso de estaño y de 1 % en peso a 5 % en peso de antimonio, así como adiciones de otros metales, que dependen de la producción. La deposición del óxido mixto de estaño-cinc tiene lugar mediante la adición de oxígeno como gas de reacción, durante la pulverización catódica.

El grosor de la capa, de una capa de alisado, preferentemente se ubica entre 3 nm y 20 nm, de modo especialmente preferente entre 4 nm y 12 nm. La capa de alisado, preferentemente, presenta un índice de refracción inferior a 2,2.

La capa eléctricamente conductora, de manera preferente, contiene al menos un metal, por ejemplo oro o cobre, o una aleación, de modo especialmente preferente plata o una aleación que contenga plata. La capa eléctricamente conductora, sin embargo, también puede contener otros materiales eléctricamente conductores, conocidos por el experto en la materia.

En una configuración ventajosa de la invención, la capa eléctricamente conductora contiene al menos 90 % en peso de plata, preferentemente al menos 99,9 % en peso de plata. La capa eléctricamente conductora, de manera preferente, puede aplicarse con procedimientos corrientes para la deposición de capas de metales, por ejemplo a través de procedimientos de vacío, como la pulverización catódica asistida por campo magnético.

La capa eléctricamente conductora, preferentemente, presenta un grosor de la capa de 8 nm a 25 nm, de modo especialmente preferente de 10 a 20 nm. Esto es particularmente ventajoso en cuanto a la transparencia y a la resistencia de lámina, de la capa eléctricamente conductora.

El grosor total de la capa, de todas las capas eléctricamente conductoras, según la invención, se ubica entre 32 nm y 75 nm. En ese rango para el grosor total de todas las capas eléctricamente conductoras, en el caso de distancias h entre dos conductores colectores, típicas para cristales para vehículos, en particular parabrisas, y de una tensión de servicio U en el rango de 12 V a 15 V, se alcanza una potencia de calentamiento específica P suficientemente elevada y, al mismo tiempo, una transmitancia suficientemente elevada. Los grosores totales de la capa demasiado reducidos, de todas las capas eléctricamente conductoras, dan como resultado una resistencia de lámina R_{cuadrado} demasiado elevada, y con ello una potencia de calentamiento específica P demasiado reducida. Los grosores totales de la capa, de todas las capas eléctricamente conductoras, reducen excesivamente la transmitancia a través del cristal, de manera que no se cumple con los requerimientos en cuanto a la transmitancia de cristales de vehículos, conforme a ECE R 43. Se ha observado que se alcanzan resultados particularmente buenos con un grosor total de la capa, de todas las capas eléctricamente conductoras, de 50 nm a 60 nm, en particular de 51 nm a 58 nm. Esto es particularmente ventajoso en cuanto a la resistencia de lámina del revestimiento eléctricamente conductor y a la transmitancia del cristal transparente.

La capa de adaptación inferior y/o la capa de adaptación superior, preferentemente contiene óxido de cinc $\text{ZnO}_{1-\delta}$, donde $0 < \delta < 0,01$. El óxido de cinc, de manera preferente, se deposita de forma subestequiométrica con respecto al oxígeno, para evitar una reacción de oxígeno excedente con la capa conductora que contiene plata, así como con el material getter. Junto con óxido de cinc, en las capas de adaptación también pueden estar contenidos otros componentes cerámicos. De manera preferente se añaden otros óxidos, por ejemplo óxido de aluminio. La capa de óxido de cinc, de manera preferente se deposita a través de pulverización catódica asistida por campo magnético. La capa de adaptación inferior y opcionalmente la capa de adaptación superior contienen el material getter. Al menos una capa de adaptación dentro de cada capa funcional comprende el material getter. La segunda capa de adaptación de la capa funcional, de manera opcional, puede contener un material getter.

El objetivo para la deposición de una capa de adaptación con material getter contiene de 90 % en peso a 99 % en peso de cerámica con base de óxido de cinc y de 1 % en peso a 10 % en peso del material getter, preferentemente de 90 % en peso a 98 % en peso de cerámica con base de óxido de cinc y de 2 % en peso a 10 % en peso del material getter, de modo especialmente preferente de 90 % en peso a 97 % en peso de cerámica con base de óxido de cinc y de 3 % en peso a 10 % en peso del material getter, de modo especialmente preferente de 93 % en peso a 97 % en peso de cerámica con base de óxido de cinc y de 3 % en peso a 7 % en peso del material getter, en particular de 94 %

en peso a 96 % en peso de cerámica con base de óxido de cinc y de 4 % en peso a 6 % en peso del material getter. Esa cerámica con base de óxido de cinc, a su vez, puede contener nuevamente otros componentes oxidicos, por ejemplo óxido de aluminio. En una forma de realización preferente, la cerámica con base de óxido de cinc contiene de 85 % en peso a 100 % en peso de óxido de cinc, de modo especialmente preferente de 95 % en peso a 99 % en peso de óxido de cinc, así como de 1 a 5 % en peso de óxido de aluminio. Además, pueden estar contenidas adiciones que dependen de la producción. Preferentemente se utiliza titanio como material getter. En el caso de una deposición de una capa de adaptación sin material getter, de manera preferente, se utiliza un objetivo que contiene de 85 % en peso a 100 % en peso de óxido de cinc, así como adiciones que dependen de la producción. De modo especialmente preferente, el objetivo contiene de 85 % en peso a 99 % en peso de óxido de cinc y de 1 % en peso a 15 % en peso de óxido de aluminio, en particular de 95 % en peso a 99 % en peso de óxido de cinc y de 1 % en peso a 5 % en peso de óxido de aluminio, así como adiciones que respectivamente dependen de la producción. La deposición de la capa de adaptación superior y de la capa de adaptación inferior, de manera preferente, tiene lugar a través de pulverización catódica asistida por campo magnético, mediante el uso de un gas inerte, por ejemplo argón o criptón. Las capas de adaptación que no contienen material getter, de manera alternativa, también por medio de objetivos metálicos, pueden depositarse mediante la adición de oxígeno como gas de reacción, tal como es conocido desde hace mucho tiempo según el estado de la técnica y como se describe por ejemplo en la solicitud EP 2444381 A1.

Los grosores de la capa, de la capa de adaptación inferior y de la capa de adaptación superior, de manera preferente, se ubican entre 3 nm y 20 nm, de modo especialmente preferente entre 4 nm y 12 nm.

Tanto la capa de adaptación superior, como también la capa de adaptación inferior, pueden contener un material getter, donde preferentemente al menos la capa de adaptación inferior comprende un material getter. La capa de adaptación inferior con material getter se encuentra directamente debajo de la capa eléctricamente conductora, y sirve en particular para la estabilización de la capa eléctricamente conductora, contra la oxidación. De este modo se mejora la calidad óptica del revestimiento eléctricamente conductor. La capa de adaptación superior está aplicada directamente por encima de la capa eléctricamente conductora.

El sustrato transparente, de manera preferente, contiene vidrio, de modo especialmente preferente vidrio plano, vidrio flotado, vidrio de cuarzo, vidrio de silicato de boro, vidrio de cal y sosa, o plásticos claros, preferentemente plásticos claros rígidos, en particular polietileno, polipropileno, policarbonato, polimetilmetacrilato, poliestireno, poliamida, poliéster, policloruro de vinilo y/o mezclas de los mismos. Ejemplos de vidrios adecuados se conocen por ejemplo por la solicitud DE 697 31 268 T2, página 8, apartado [0053].

El grosor del sustrato transparente puede variar ampliamente y así adaptarse de forma excelente a los requerimientos del caso particular. Preferentemente se utilizan cristales con grosores estándar de 1,0 mm a 25 mm, y de modo preferente de 1,4 mm a 2,6 mm. El tamaño del sustrato transparente puede variar ampliamente y se rige por el uso según la invención. El sustrato transparente, por ejemplo en la construcción de vehículos y en el ámbito de la arquitectura, presenta por ejemplo superficies habituales de 200 cm² hasta de 4 m².

El sustrato transparente puede presentar cualquier forma tridimensional. Preferentemente la forma tridimensional no tiene zonas de sombras, de modo que se puede revestir, por ejemplo, por pulverización catódica. Preferentemente, el sustrato transparente es plano o está curvado, ligeramente o intensamente, en una dirección o en varias direcciones del espacio. El sustrato transparente puede ser incoloro o puede estar coloreado.

En una configuración ventajosa de la invención, el sustrato transparente, mediante al menos una película laminada, está unido a un segundo cristal, formando un cristal compuesto. El revestimiento eléctricamente conductor según la invención, de manera preferente, está aplicado sobre la superficie del sustrato transparente, que está orientada hacia la película laminada. Debido a esto, el revestimiento eléctricamente conductor es protegido ventajosamente con respecto a daños y a la corrosión.

El cristal compuesto, de manera preferente, presenta una transmitancia total superior al 70 %.

La película laminada, de manera preferente, contiene materiales plásticos termoplásticos, por ejemplo butiral de polivinilo (PVB), etilvinilacetato (EVA), poliuretano (PU), tereftalato de polietileno (PET) o varias capas de los mismos, preferentemente con grosores de 0,3 mm a 0,9 mm.

El segundo cristal, de manera preferente, contiene vidrio, de modo especialmente preferente vidrio plano, vidrio flotado, vidrio de cuarzo, vidrio de silicato de boro, vidrio de cal y sosa, o plásticos claros, preferentemente plásticos claros rígidos, en particular polietileno, polipropileno, policarbonato, polimetilmetacrilato, poliestireno, poliamida, poliéster, policloruro de vinilo y/o mezclas de los mismos. El segundo cristal, de manera preferente, presenta un grosor de 1,0 mm a 25 mm, y de modo especialmente preferente de 1,4 mm a 2,6 mm.

De manera preferente, el revestimiento eléctricamente conductor se extiende sobre toda la superficie del sustrato transparente, menos de un área libre de revestimiento, circular, en forma de un marco, con una anchura de 2 mm a 20 mm, preferentemente de 5 mm a 10 mm. El área libre de revestimiento, de manera preferente, se sella herméticamente a través de la película laminada o de un adhesivo de acrilato, como barrera de difusión de vapor. A través de la barrera de difusión de vapor, el revestimiento eléctricamente conductor, sensible a la corrosión, es protegido de la humedad y del oxígeno del aire. Si el cristal compuesto está proporcionado como cristal de un vehículo,

por ejemplo como parabrisas, entonces el área circunferencial, libre de revestimiento, consigue además un aislamiento eléctrico entre el revestimiento sin conducción de tensión y la carrocería del vehículo.

El sustrato transparente, al menos en un área amplia, puede estar libre de revestimiento, la cual sirve como ventana de transmisión de datos o como ventana de comunicaciones. El cristal transparente, en otra área libre de revestimiento, es transparente para radiación electromagnética y en particular para radiación infrarroja.

El revestimiento eléctricamente conductor puede estar aplicado directamente sobre la superficie del sustrato transparente. De manera alternativa, el revestimiento eléctricamente conductor puede estar aplicado sobre una película soporte, que está incorporada entre dos películas laminadas. La película soporte, de manera preferente, contiene un polímero termoplástico, en particular butiral de polivinilo (PVB), etilvinilacetato (EVA), poliuretano (PU), tereftalato de polietileno (PET) o combinaciones de los mismos.

El sustrato transparente, por ejemplo, también puede estar unido a un segundo cristal, mediante espaciadores, formando un acristalamiento aislante. El sustrato transparente también puede estar unido a más de un cristal, mediante películas laminadas y/o espaciadores. Si el sustrato transparente está unido a más de uno, o a varios otros cristales, entonces uno o varios de esos otros cristales pueden presentar igualmente un revestimiento eléctricamente conductor.

En una forma de realización especialmente preferente, el revestimiento eléctricamente conductor está equipado con medios adecuados para la aplicación de una tensión, y para calentarse de ese modo. De manera alternativa, el revestimiento eléctricamente conductor también puede utilizarse sin calentamiento, por ejemplo para el blindaje de radiación IR, debido a lo cual se reduce el calentamiento del espacio interno del vehículo a través de la radiación solar directa.

De manera preferente, el revestimiento eléctricamente conductor está conectado a una fuente de tensión, mediante conductores colectores, y una tensión aplicada en el revestimiento eléctricamente conductor presenta un valor de 12 V a 15 V. Los conductores colectores, los así llamados barras de bus, sirven para la transmisión de potencia eléctrica. Ejemplos de conductores colectores adecuados se conocen por la solicitud DE 103 33 618 B3 y por la solicitud EP 0 025 755 B1.

De manera ventajosa, los conductores colectores se producen mediante la inserción a fondo de una pasta conductora. Si el sustrato transparente se curva después de la aplicación del revestimiento eléctricamente conductor, entonces la pasta conductora preferentemente se seca antes del curvado y/o durante el curvado del sustrato transparente. La pasta conductora, de manera preferente, contiene partículas de plata y fritas de vidrio. El grosor de la capa, de la pasta conductora secada, preferentemente se ubica entre 5 mm y 20 mm.

En una configuración alternativa se utilizan tiras de metal delgadas y estrechas, o alambres de metal, como conductores colectores, que preferentemente contienen cobre y/o aluminio; en particular se utilizan cintas de cobre con un grosor de preferentemente 10 mm a 200 mm, por ejemplo de aproximadamente 50 mm. La anchura de las cintas de cobre, de manera preferente, se ubica entre 1 mm y 10 mm. El contacto eléctrico entre el revestimiento eléctricamente conductor y los conductores colectores, a modo de ejemplo, puede establecerse mediante soldadura blanda o pegado con un adhesivo eléctricamente conductor. Si el sustrato transparente forma parte de un vidrio compuesto, entonces las cintas de metal o los alambres de metal pueden colocarse sobre el revestimiento eléctricamente conductor al juntarse las capas del material compuesto. En el proceso posterior de autoclave, mediante la acción del calor y la presión, se alcanza un contacto eléctrico seguro entre los conductores colectores y el revestimiento.

Como línea de alimentación para la puesta en contacto de conductores colectores en el interior de cristales compuestos, en el área de los vehículos se utilizan usualmente conductores de láminas. Ejemplos de conductores de láminas se describen en las solicitudes DE 42 35 063 A1, DE 20 2004 019 286 U1 y DE 93 13 394 U1.

Los conductores de láminas flexibles, ocasionalmente llamados también conductores planos o conductores de cinta plana, preferentemente se componen de una cinta de cobre estañada con un grosor de 0,03 mm a 0,1 mm y una anchura de 2 mm a 16 mm. El cobre ha dado buenos resultados para pistas conductoras de esa clase, ya que posee una buena conductividad eléctrica, así como una buena capacidad de procesamiento para producir láminas. Al mismo tiempo, los costes del material son reducidos. También pueden utilizarse otros materiales eléctricamente conductores, que pueden procesarse para producir láminas. Ejemplos de éstos son aluminio, oro, plata o estaño, y aleaciones de los mismos.

La cinta de cobre estañada, para el aislamiento eléctrico y para la estabilización, está aplicada sobre un material soporte de plástico o está laminada de ambos lados con la misma. El material de aislamiento contiene en general una película con un grosor de 0,025 mm a 0,05 mm, con base de poliimida. Del mismo modo pueden utilizarse otros plásticos o materiales con las propiedades aislantes requeridas. En una cinta del conductor de láminas se pueden situar varias capas conductoras, eléctricamente aisladas entre sí.

Los conductores de láminas, que son apropiados para la puesta en contacto de revestimientos eléctricamente conductores en cristales compuestos, presentan solo un grosor total de 0,3 mm. Los conductores de láminas delgados de este tipo se pueden incorporar sin dificultades entre los cristales individuales en la película laminada.

De manera alternativa también se pueden usar alambres metálicos delgados como línea de alimentación. Los alambres metálicos contienen, en particular, cobre, wolframio, oro, plata o aluminio, o aleaciones de al menos dos de esos metales. Las aleaciones también pueden contener molibdeno, renio, osmio, iridio, paladio o platino.

5 La invención comprende además un procedimiento para producir un cristal transparente según la invención con revestimiento eléctricamente conductor, donde al menos dos capas funcionales se aplican de forma consecutiva sobre un sustrato transparente, y para la aplicación de cada capa funcional de forma consecutiva se aplican al menos

a) una capa de material altamente refractivo de forma óptica, con un índice de refracción mayor o igual a 2,1,

b) una capa de alisado que contiene al menos un óxido no cristalino,

c) una capa de adaptación inferior,

10 d) una capa eléctricamente conductora, y

e) una capa de adaptación superior,

y donde la capa de adaptación inferior y/o la capa de adaptación superior se aplican al mismo tiempo con un material getter contenido dentro.

15 Las capas individuales se depositan por procedimientos conocidos, por ejemplo a través de pulverización catódica asistida por campo magnético. La pulverización catódica tiene lugar en una atmósfera de gas de protección, por ejemplo de argón o criptón, así como en una atmósfera de gas reactivo, por ejemplo mediante la adición de oxígeno o nitrógeno.

20 La capa de adaptación inferior y/o la capa de adaptación superior, en tanto contengan un material getter, se depositan a través de pulverización catódica asistida por campo magnético, mediante el uso de un gas inerte. Como objetivos se utilizan en este caso objetivos cerámicos. En una forma de realización preferente se utiliza un objetivo cerámico con base de óxido de cinc, que está dopado con un material getter, preferentemente con titanio. Los objetivos metálicos, en el procedimiento según la invención, no pueden utilizarse para la deposición de capas de adaptación con material getter, puesto que los mismos deben depositarse en presencia de oxígeno para generar una capa cerámica, como por ejemplo óxido de cinc, y de ese modo se oxidaría un material getter contenido en el objetivo. Al utilizar un objetivo cerámico, el cinc ya se encuentra presente en la forma oxidada, como óxido de cinc, de manera que el mismo puede depositarse con argón o criptón como gas inerte. El material getter contenido en el objetivo, por ejemplo titanio, no se oxida en este caso.

30 La capa de adaptación superior y/o la capa de adaptación superior, según la invención, se depositan a través de pulverización por rayos catódicos de un objetivo cerámico que contiene de 3 % en peso a 10 % en peso, preferentemente de 2 % en peso a 8 % en peso, de modo especialmente preferente de 3 % en peso a 7 % en peso, en particular de 4 % en peso a 6 % en peso, del material getter. El objetivo cerámico, preferiblemente, es con base de óxido de cinc. En una forma de realización especialmente preferente, la cerámica con base de óxido de cinc contiene de 95 % en peso a 99 % en peso de ZnO , y de 1 % en peso a 5 % en peso de Al_2O_3 . Esa cerámica con base de óxido de cinc, con una parte de 90 % en peso a 100 % en peso, constituye el componente principal del objetivo para la deposición de las capas de adaptación. Si la capa de adaptación resultante tiene que contener un material getter, entonces el objetivo utilizado para la deposición contiene de 90 % en peso a 99 % en peso de la cerámica con base de óxido de cinc, así como de 1 % en peso a 10 % en peso del material getter, preferentemente de 92 % en peso a 98 % en peso de la cerámica con base de óxido de cinc y de 2 % en peso a 8 % en peso del material getter, de modo especialmente preferente de 93 % en peso a 97 % en peso de la cerámica con base de óxido de cinc y de 3 % en peso a 7 % en peso del material getter.

45 De manera preferente, las capas de adaptación según la invención con material getter se depositan a una presión de 0,5 mbar a 5 mbar, mediante el uso de una fuente de tensión continua pulsada, con argón como gas inerte. De modo especialmente preferente, la deposición tiene lugar a través de pulverización catódica de multifrecuencia a 25 kHz hasta 50 kHz, mediante el uso de dos objetivos que, durante el proceso de pulverización iónica, disponen de una carga opuesta que cambia de forma periódica.

Los grosores de las capas, de las capas individuales, con las propiedades deseadas en cuanto a transmitancia, resistencia de lámina y valores de color, se presentan para el especialista en la materia de forma sencilla, a través de simulaciones en el rango de los grosores de las capas antes indicados.

50 En una realización ventajosa de la invención, el revestimiento eléctricamente conductor se une con al menos dos conductores colectores, el sustrato transparente y un segundo cristal se calientan a una temperatura de 500°C a 700°C, y el sustrato transparente y el segundo cristal se unen cubriendo la superficie, con una película laminada. El calentamiento del cristal puede tener lugar en el marco de un proceso de curvado. El revestimiento eléctricamente conductor en particular debe ser adecuado para soportar sin daños el proceso de curvado y/o el proceso de unión. Las propiedades, en particular la resistencia de lámina del revestimiento eléctricamente conductor antes descrito, se mejoran regularmente a través del calentamiento.

Además, la invención comprende el uso del cristal transparente según la invención como cristal o como componente de un cristal, en particular como componente de un acristalamiento aislante o un cristal compuesto, en edificios o en medios de locomoción para el tráfico terrestre, aéreo o por agua, en particular en vehículos a motor, por ejemplo como parabrisas, luneta trasera, cristal lateral y/o cristal para techo, o como componente de un parabrisas, de una luneta trasera, de un cristal lateral y/o de un cristal para techo.

A continuación, se explica la invención más en detalle mediante un dibujo y ejemplos de realización. El dibujo es una representación esquemática y no a escala. El dibujo no limita la invención de ningún modo.

Muestran:

Figura 1 un corte transversal a través de una configuración del cristal transparente según la invención, con revestimiento eléctricamente conductor.

Figura 2 una vista superior de un cristal transparente según la invención, como parte de un cristal compuesto.

Figura 3 un corte A-A' a través del cristal compuesto según la figura 2.

Figura 4 un diagrama de flujo del procedimiento según la invención.

La figura 1 muestra un corte transversal a través de una configuración del cristal transparente según la invención, con revestimiento eléctricamente conductor, con el sustrato transparente (1) y el revestimiento eléctricamente conductor (2). El sustrato (1) contiene vidrio flotado y presenta un grosor de 2,1 mm. El revestimiento eléctricamente conductor (2) contiene tres capas funcionales (3), que comprende una primera capa funcional (3.1), una segunda capa funcional (3.2) y una tercera capa funcional (3.3) que están dispuestas unas sobre otras cubriendo la superficie. Cada capa funcional (3) comprende

- una capa de material altamente refractivo de forma óptica (4), denominadas respectivamente como primera capa de material altamente refractivo de forma óptica (4.1), segunda capa de material altamente refractivo de forma óptica (4.2) y tercera capa de material altamente refractivo de forma óptica (4.3),
- una capa de alisado (5), respectivamente denominada como primera capa de alisado (5.1), segunda capa de alisado (5.2) y tercera capa de alisado (5.3),
- una capa de adaptación inferior (6), respectivamente denominada como primera capa de adaptación inferior (6.1), segunda capa de adaptación inferior (6.2) y tercera capa de adaptación inferior (6.3),
- un material getter (10) contenido en la primera capa de adaptación inferior (6.1), en la segunda capa de adaptación inferior (6.2) y en la tercera capa de adaptación inferior (6.3),
- una capa eléctricamente conductora (7), respectivamente denominada como primera capa eléctricamente conductora (7.1), segunda capa eléctricamente conductora (7.2) y tercera capa eléctricamente conductora (7.3),
- una capa de adaptación superior (8), respectivamente denominada como primera capa de adaptación superior (8.1), segunda capa de adaptación superior (8.2) y tercera capa de adaptación superior (8.3).

Las capas están dispuestas en el orden indicado, con una distancia que aumenta hacia el sustrato transparente (1). Por encima de la tercera capa funcional (3.3) está dispuesta una capa de recubrimiento (9). La sucesión de capas exacta de las capas funcionales (3.1, 3.2, 3.3) con materiales adecuados y grosores de las capas a modo de ejemplo, corresponde desde abajo hacia arriba a vidrio con un grosor de 2,1 mm como sustrato transparente (1):

- nitrato mixto de silicio-circonio dopado con aluminio ($\text{SiZrN}_x\text{:Al}$), como capa de material altamente refractivo de forma óptica (4) con un grosor de 28 nm (4.1), 59 nm (4.2) o 60 nm (4.3),
- óxido mixto de estaño-cinc dopado con antimonio ($\text{SnZnO}_x\text{:Sb}$) con un grosor de 6 nm, como capas de alisado (5),
- óxido de cinc-aluminio dopado con titanio ($\text{ZnO:Al}_2\text{O}_3\text{:Ti}$) con un grosor de 10 nm como capas de adaptación inferiores (6) con material getter (10),
- capa de plata con un grosor de 18 nm, como capas eléctricamente conductoras (7),
- óxido de cinc-aluminio ($\text{ZnO:Al}_2\text{O}_3$) con un grosor de 5 nm, como capas de adaptación superiores (8).

De este modo, la primera capa funcional (3.1) está aplicada directamente sobre el sustrato transparente (1), mientras que la segunda capa funcional (3.2) está dispuesta sobre la primera capa funcional y la tercera capa funcional (3.3) está dispuesta sobre la segunda capa funcional (3.2).

La capa más superior del revestimiento eléctricamente conductor (2) forma una capa de recubrimiento (9) que está aplicada sobre la tercera capa funcional (3.3). La capa de recubrimiento (9) se compone de nitrato mixto de silicio-

circonio dopado con aluminio (SiZrN_xAl), con un grosor de la capa de 40 nm.

Las capas individuales del revestimiento eléctricamente conductor (2) fueron depositadas a través de pulverización por rayos catódicos. El objetivo para la deposición de las capas de adaptación inferiores (6) contenía 95 % en peso de una cerámica con base de óxido de cinc y 5 % en peso de titanio. La cerámica con base de óxido de cinc contenía en este caso 98 % en peso de ZnO y 2 % en peso de Al_2O_3 . El objetivo para la deposición de las capas de adaptación superiores (8) se componía de esa cerámica con base de óxido de cinc que contenía 98 % en peso de ZnO y 2 % en peso de Al_2O_3 . La deposición de las capas de adaptación (6, 8) tuvo lugar mediante pulverización catódica en presencia de argón. El objetivo para la deposición de las capas de alisado (5) contenía 68 % en peso de estaño, 30 % en peso de cinc y 2 % en peso de antimonio. La deposición tuvo lugar mediante la adición de oxígeno como gas de reacción, durante la pulverización catódica. El objetivo para la deposición de las capas de material altamente refractivo de forma óptica (4), así como de la capa de recubrimiento (9), contenía 52,9 % en peso de silicio, 43,8 % en peso de circonio y 3,3 % en peso de aluminio. La deposición tuvo lugar mediante la adición de nitrógeno como gas de reacción, durante la pulverización catódica.

A través de la configuración según la invención, del revestimiento eléctricamente conductor (2) con capas de adaptación inferiores (6), que contienen un material getter (10), de manera ventajosa, se alcanza una resistencia de lámina reducida en comparación con el estado de la técnica y, con ello, una potencia de calentamiento específica mejorada. La combinación de la capa de adaptación inferior (6) y material getter (10) torna obsoleto el uso de una capa bloqueadora adicional para proteger del oxígeno la capa eléctricamente conductora. De este modo, la capa de adaptación inferior (6) se encuentra en contacto directo con respecto a la capa eléctricamente conductora (7) que contiene plata, debido a lo cual está garantizado un crecimiento cristalino de la plata. Esa cristalinidad mejorada de la plata conduce a la reducción deseada de la resistencia de lámina del revestimiento eléctricamente conductor según la invención. Las propiedades ópticas del cristal transparente según la invención con revestimiento eléctricamente conductor cumplen con las exigencias legales en cuanto a acristalamientos en la construcción de vehículos.

La figura 2 y la figura 3, en cada caso, muestran un detalle de un cristal transparente según la invención con revestimiento eléctricamente conductor (2), como parte de un cristal compuesto. El cristal compuesto está proporcionado como parabrisas de un automóvil. El sustrato transparente (1) está unido a un segundo cristal (11) mediante una película laminada (16). La figura 2 muestra una vista superior de la superficie del sustrato transparente (1), apartada de la película laminada (16). El sustrato transparente (1) es el cristal orientado hacia el espacio interno del automóvil. El sustrato transparente (1) y el segundo cristal (11) contienen vidrio flotado y presentan un grosor de respectivamente 2,1 mm. La película laminada (16) contiene butiral de polivinilo (PVB) y presenta un grosor de 0,76 mm.

Sobre la superficie del sustrato transparente (1), orientada hacia la película laminada (16), está aplicado un revestimiento eléctricamente conductor (2). El revestimiento eléctricamente conductor (2) se extiende sobre toda la superficie del sustrato transparente (1), menos un área libre de revestimiento, circunferencial, en forma de un marco, con una anchura b de 8 mm. El área libre de revestimiento sirve para el aislamiento eléctrico entre el revestimiento eléctricamente conductor (2) y la carrocería del vehículo. El área libre de revestimiento está sellada herméticamente mediante pegado con la película de láminas (16), para proteger de daños y corrosión el revestimiento eléctricamente conductor (2).

En el borde externo superior e inferior del sustrato transparente (1) está dispuesto respectivamente un conductor colector (12). Los conductores colectores (12) fueron insertados a fondo sobre el revestimiento eléctricamente conductor (2), mediante una pasta de plata conductora, y fueron secados. El grosor de la capa, de la pasta de plata secada, fue de 15 mm. Los conductores colectores (12) están unidos de forma eléctricamente conductora con las áreas situadas debajo, del revestimiento eléctricamente conductor (2),

Las líneas de alimentación (15) se componen de láminas de cobre estañadas, con una anchura de 10 mm y un grosor de 0,3 mm. Cada línea de alimentación (15) respectivamente está soldada con uno de los conductores colectores (12). El revestimiento eléctricamente conductor (2) está unido a una fuente de tensión (13) mediante los conductores colectores (12) y las líneas de alimentación (15). La fuente de tensión (13) es la tensión de a bordo de 14 V, de un vehículo a motor.

Sobre el segundo cristal (11), en el borde de la superficie orientada hacia la película laminada (16), está aplicada en forma de un marco una capa de color opaca con una anchura a de 20 mm, como impresión de cubrimiento (14). La impresión de cubrimiento (14) oculta la visión del cordón de adhesivo, con el que el cristal compuesto se pega en la carrocería del vehículo. La impresión de cubrimiento (14) sirve al mismo tiempo como protección del adhesivo contra la radiación UV y, con ello, como protección contra un envejecimiento prematuro del adhesivo. Además, los conductores colectores (12) y las líneas de alimentación (15) son tapadas por la impresión de cubrimiento (14).

La figura 3 muestra un corte a lo largo de A-A, a través del cristal compuesto según la figura 2, en el área del borde inferior. Pueden apreciarse el sustrato transparente (1) con el revestimiento eléctricamente conductor (2), el segundo cristal (11), la película laminada (16), un conductor colector (12), una línea de alimentación (15), así como la impresión de recubrimiento (14).

La figura 4 muestra un diagrama de flujo del procedimiento según la invención. En una primera etapa, una capa de material altamente refractivo de forma óptica se deposita sobre un sustrato transparente, y a continuación una capa de alisado se aplica sobre la misma. Sobre la capa de alisado se deposita una capa de adaptación inferior con material getter, donde el material getter está distribuido de forma homogénea en la capa de adaptación y se aplica en una etapa con la misma. Sobre la capa de adaptación inferior se aplica una capa eléctricamente conductora y encima una capa de adaptación superior. De este modo resulta una primera capa funcional compuesta por una capa de material altamente refractivo de forma óptica, una capa de alisado, una capa de adaptación inferior con material getter, una capa eléctricamente conductora y una capa de adaptación superior. Sobre esa primera capa funcional se aplica al menos una segunda capa funcional, como máximo otras cuatro capas funcionales. El sistema de capas se termina mediante la deposición de una capa de recubrimiento, sobre la capa funcional más superior. A continuación, el sistema de capas se pone en contacto eléctrico a través de la colocación de un conductor colector, con línea de alimentación. Sobre la disposición se colocan una película laminada y un segundo cristal con impresión de recubrimiento, y la disposición se lamina para producir un cristal compuesto.

Lista de referencias

- 15 1 sustrato transparente
- 2 revestimiento eléctricamente conductor
- 3 capa funcional
- 3.1 primera capa funcional
- 3.2 segunda capa funcional
- 20 3.3 tercera capa funcional
- 4 capa de material altamente refractivo de forma óptica
- 4.1 primera capa de material altamente refractivo de forma óptica
- 4.2 segunda capa de material altamente refractivo de forma óptica
- 4.3 tercera capa de material altamente refractivo de forma óptica
- 25 5 capa de alisado
- 5.1 primera capa de alisado
- 5.2 segunda capa de alisado
- 5.3 tercera capa de alisado
- 6 capa de adaptación inferior
- 30 6.1 primera capa de adaptación inferior
- 6.2 segunda capa de adaptación inferior
- 6.3 tercera capa de adaptación inferior
- 7 capa eléctricamente conductora
- 7.1 primera capa eléctricamente conductora
- 35 7.2 segunda capa eléctricamente conductora
- 7.3 tercera capa eléctricamente conductora
- 8 capa de adaptación superior
- 8.1 primera capa de adaptación superior
- 8.2 segunda capa de adaptación superior
- 40 8.3 tercera capa de adaptación superior
- 9 capa de recubrimiento
- 10 material getter

- 11 segundo cristal
- 12 conductor colector
- 13 fuente de tensión
- 14 impresión de recubrimiento
- 5 15 línea de alimentación
- 16 película laminada
- a anchura del área cubierta por la impresión de recubrimiento (14)
- b anchura del área libre de revestimiento
- A-A línea de corte

REIVINDICACIONES

1. Cristal transparente que comprende al menos un sustrato transparente (1) y sobre al menos una superficie del sustrato transparente (1) al menos un revestimiento eléctricamente conductor (2), donde

- el revestimiento eléctricamente conductor (2) presenta al menos dos capas funcionales (3) dispuestas una sobre otra, y cada capa funcional (3) comprende al menos

- una capa de material altamente refractivo de forma óptica (4), con un índice de refracción mayor o igual a 2,1,

- por encima de la capa de material altamente refractivo de forma óptica (4), una capa de alisado (5), que contiene al menos un óxido no cristalino,

- por encima de la capa de alisado (5) una capa de adaptación inferior (6),

- por encima de la capa de adaptación inferior (6) una capa eléctricamente conductora (7), y

- por encima de la capa eléctricamente conductora (7) una capa de adaptación superior (8),

- la capa de adaptación inferior (6), y de manera opcional la capa de adaptación superior (8), contiene un material getter (10) distribuido de forma homogénea en toda la sección transversal de la capa, del grupo compuesto por niobio, titanio, bario, magnesio, tantalio, circonio, torio, paladio, platino y aleaciones de los mismos, en una concentración de 3 % en peso a 10 % en peso, y

- la capa de adaptación inferior (6) que contiene el material getter (10) se encuentra en contacto directo con la capa eléctricamente conductora (7).

2. Cristal transparente según la reivindicación 1, donde la capa de adaptación inferior (6) y/o la capa de adaptación superior (8) contienen el material getter (10) en una concentración de 3 % en peso a 7 % en peso, en particular de 4 % en peso a 6 % en peso.

3. Cristal transparente según la reivindicación 1 o 2, donde el material getter (10) contiene titanio.

4. Cristal transparente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el grosor total de la capa de todas las capas eléctricamente conductoras (7) se ubica entre 32 nm y 75 nm, preferentemente entre 50 nm y 60 nm.

5. Cristal transparente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la capa de material altamente refractivo de forma óptica (4) contiene al menos un nitruro mixto de silicio-metal, preferentemente un nitruro mixto de silicio-circonio, como nitruro mixto de silicio-circonio dopado con aluminio, y cada capa de material altamente refractivo de forma óptica (4) dispuesta entre dos capas eléctricamente conductoras (7), presenta un grosor de 35 nm a 70 nm, preferentemente de 45 nm a 60 nm.

6. Cristal transparente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la capa de alisado (5) contiene al menos un óxido mixto no cristalino, preferentemente un óxido mixto de estaño-cinc, como óxido mixto de estaño-cinc dopado con antimonio, y preferentemente presenta un grosor de 3 nm a 20 nm, de modo especialmente preferente de 4 nm a 12 nm.

7. Cristal transparente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la capa eléctricamente conductora (7) contiene al menos plata o una aleación que contiene plata, y preferentemente presenta un grosor de la capa de 8 nm a 25 nm, de modo especialmente preferente de 10 nm a 20 nm.

8. Cristal transparente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la capa de adaptación inferior (6) y/o la capa de adaptación superior (8) contienen óxido de cinc $\text{ZnO}_{1-\delta}$, con $0 < \delta < 0,01$, y preferentemente presenta un grosor de 3 nm a 20 nm, de modo especialmente preferente de 4 nm a 12 nm.

9. Cristal transparente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde por encima de la capa funcional más superior (3) está dispuesta una capa de recubrimiento (9), y donde la capa de recubrimiento (9), de manera preferente, contiene al menos un material altamente refractivo de forma óptica con un índice de refracción mayor o igual a 2,1; de modo especialmente preferente un nitruro mixto de silicio-metal, en particular un nitruro mixto de silicio-circonio, como nitruro mixto de silicio-circonio dopado con aluminio.

10. Cristal transparente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde el sustrato transparente (1), mediante al menos una película laminada (16), está unido con un segundo cristal (11) formando un cristal compuesto, y donde la transmitancia total del cristal compuesto preferentemente es mayor a 70 %.

11. Procedimiento para producir un cristal transparente con revestimiento eléctricamente conductor (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde al menos dos capas funcionales (3) se aplican de forma consecutiva sobre un sustrato transparente (1) y para la aplicación de cada capa funcional (3) de forma consecutiva se aplican al menos

- a) una capa de material altamente refractivo de forma óptica (4), con un índice de refracción mayor o igual a 2,1,
- b) una capa de alisado (5) que contiene al menos un óxido no cristalino,
- c) una capa de adaptación inferior (6),
- d) una capa eléctricamente conductora (7), y
- 5 e) una capa de adaptación superior (8),

y donde la capa de adaptación inferior (6) y/o la capa de adaptación superior (8) se aplican al mismo tiempo con un material getter (10) contenido dentro, donde la capa de adaptación inferior (6) y/o la capa de adaptación superior (8) se depositan a través de pulverización por rayos catódicos de un objetivo cerámico que contiene de 3 % en peso a 10 % en peso del material getter (10).

- 10 12. Procedimiento según la reivindicación 11, donde la capa de adaptación inferior (6) y/o la capa de adaptación superior (8) se depositan a través de pulverización por rayos catódicos de un objetivo cerámico que contiene de 3 % en peso a 7 % en peso, en particular de 4 % en peso a 6 % en peso, del material getter (10).

13. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, donde

- a) el revestimiento eléctricamente conductor (2) se une con al menos dos conductores colectores (12),
- 15 b) el sustrato transparente (1) y un segundo cristal (11) se calientan a una temperatura de 500°C a 700°C, y
- c) a continuación el sustrato transparente (1) y el segundo cristal (11) se unen con una película laminada (16), cubriendo la superficie.

- 20 14. Uso del cristal transparente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 como cristal o como componente de un cristal, en particular como componente de un acristalamiento aislante o un cristal compuesto, en edificios o en medios de locomoción para el tráfico terrestre, aéreo o por agua, en particular en vehículos a motor, por ejemplo como parabrisas, luneta trasera, cristal lateral y/o cristal para techo.

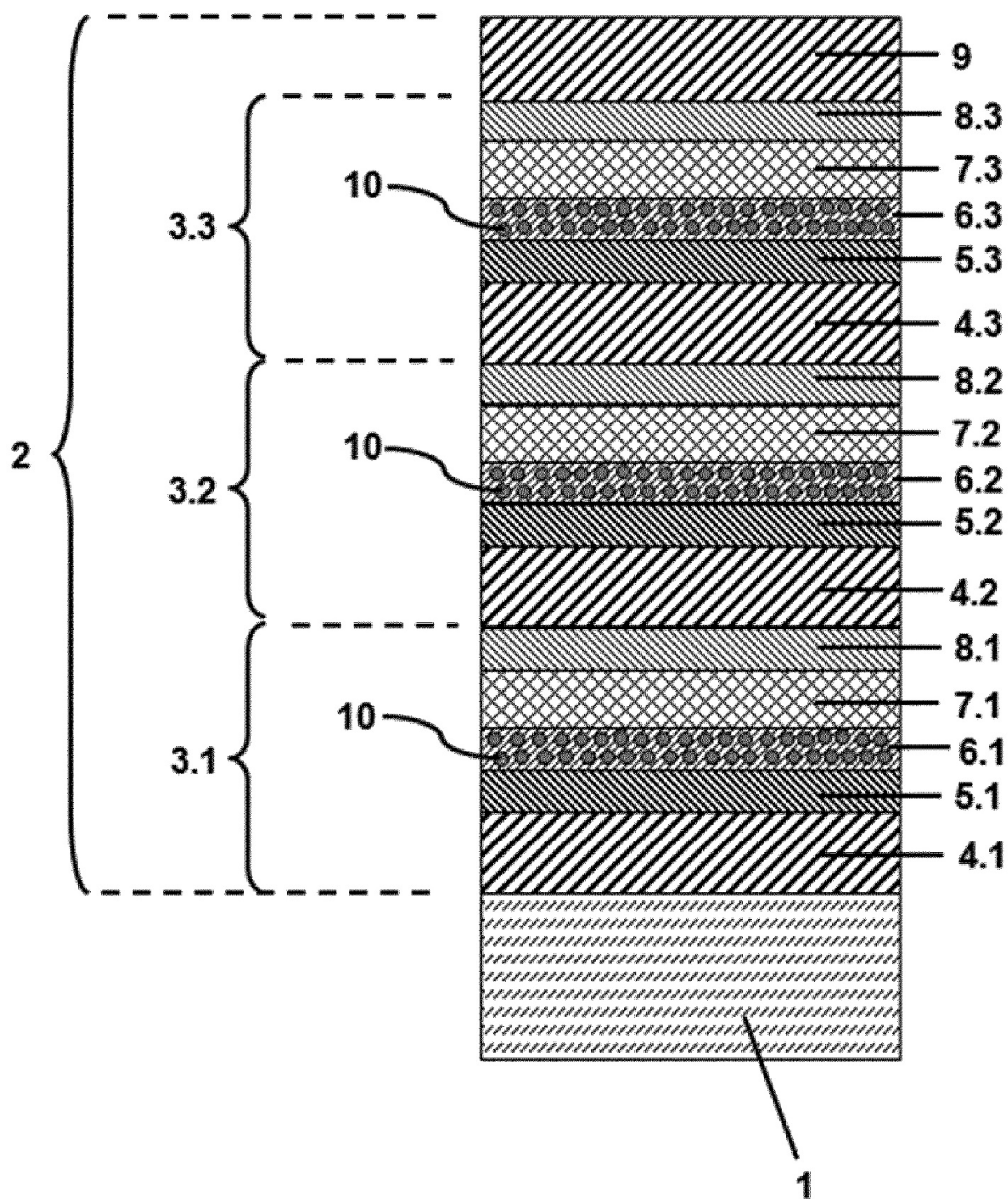


Figura 1

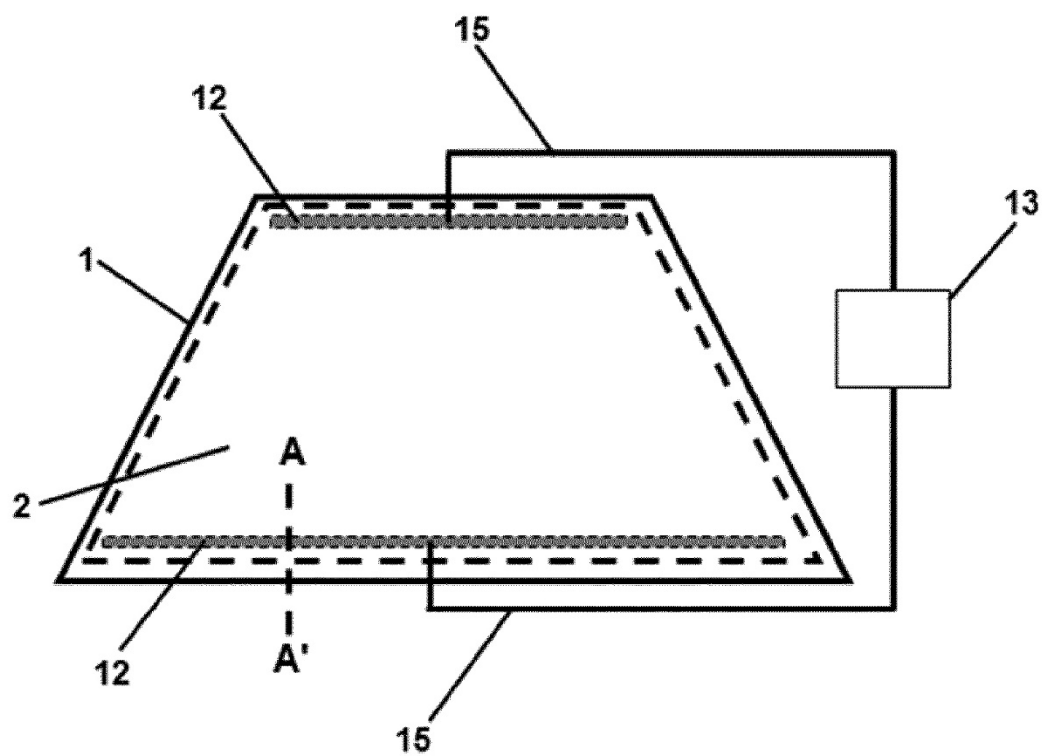


Figura 2

A - A'

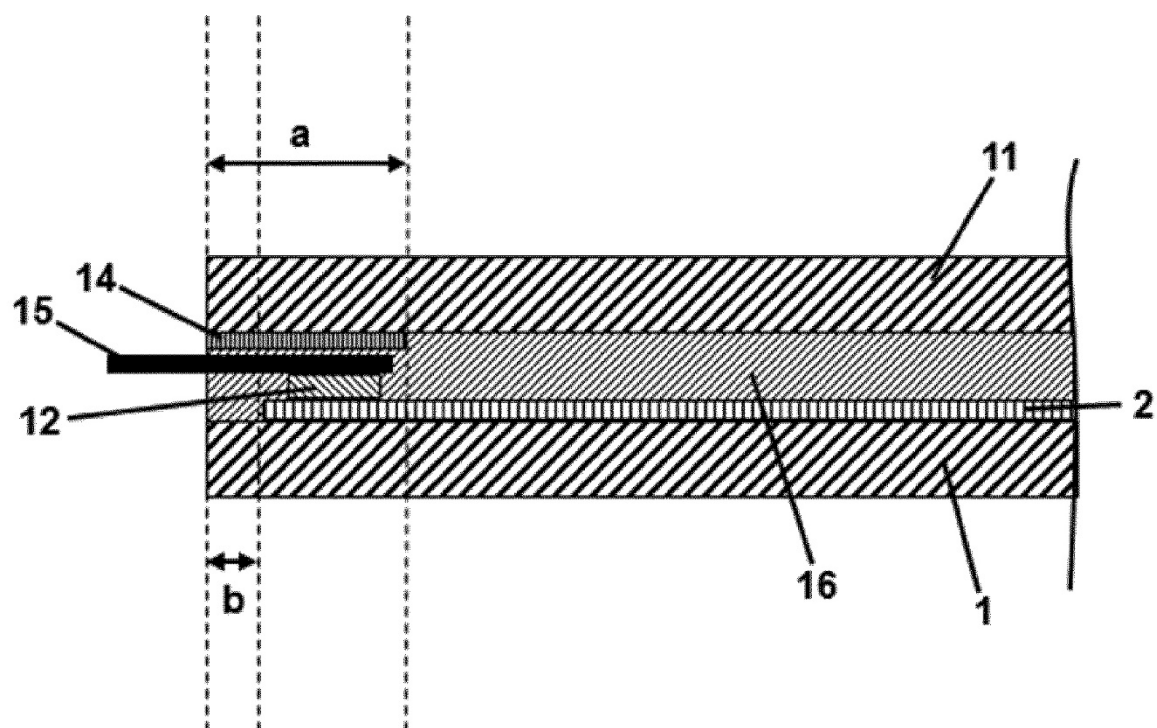


Figura 3

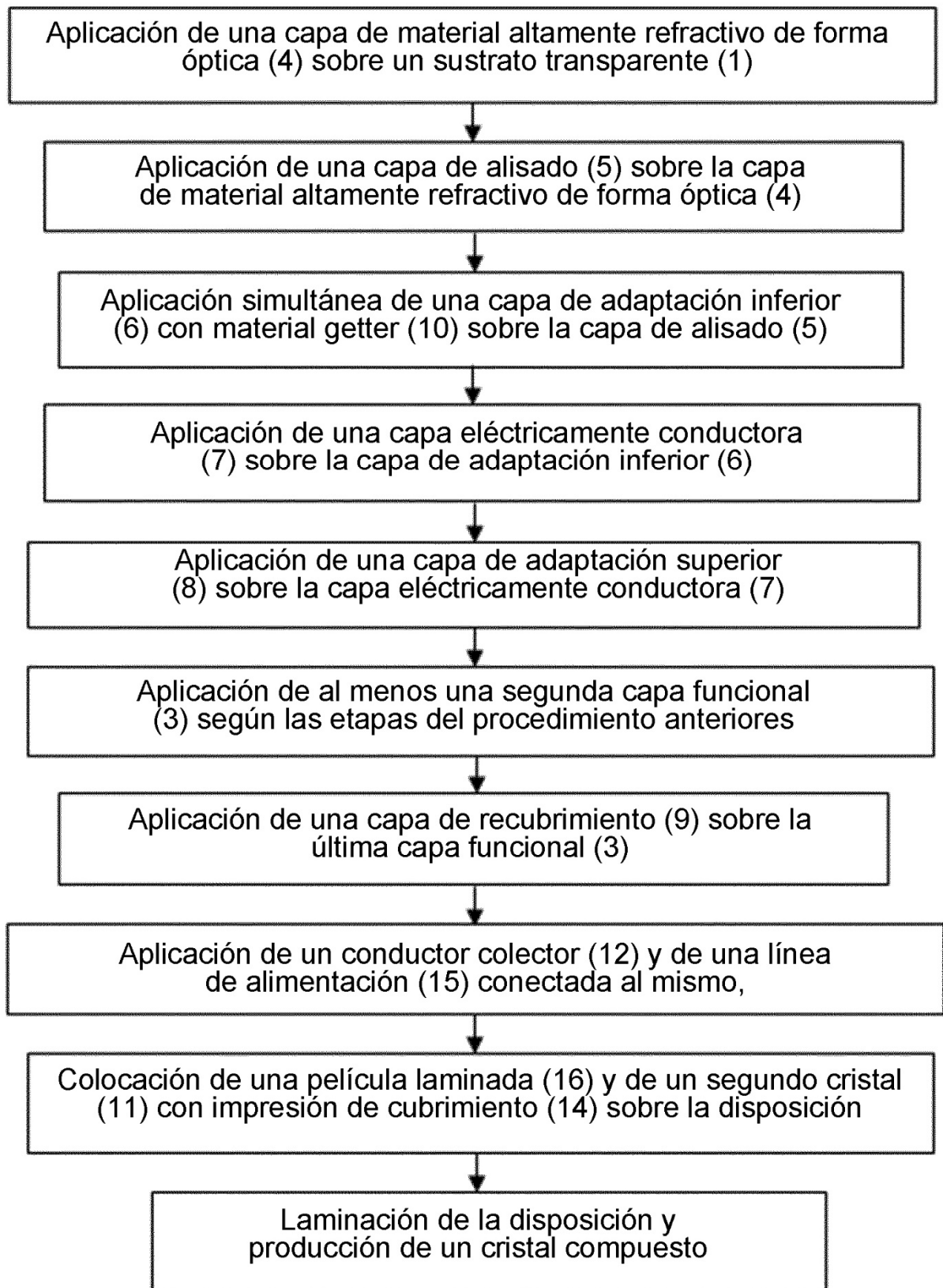


Figura 4