

PANEL CON UN REVESTIMIENTO DE CARBURO DE TITANIO

CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un panel con un revestimiento, su producción y uso.

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los paneles con recubrimientos con baja transmisión de luz con una capa funcional con pilas de TiN se conocen de WO 2018/129135 A1, las pilas de TiN/NiCr(N) de WO 2018/129125 A1 y las pilas de TiN/ITO de US 2018/0237336 A1. Las capas funcionales Nb- y NbN se conocen en WO 2009/112759 A2, WO 01/21540 A1 y WO 2021/069616 A1.

10

Además, se conocen herramientas de EP 0 693 574 B2 y JP H11- 114704 A en las que se utiliza TiC para mejorar la estabilidad mecánica de las herramientas. Además, CN 105970177 A describe un revestimiento de alta temperatura que absorbe selectivamente el sol basado en TiC para su uso en el campo técnico de la utilización de la energía solar. En consecuencia, estas descripciones se refieren a campos técnicos claramente diferentes del campo de los paneles revestidos.

15

Además, el uso de pilas de TiC en sustratos recubiertos se conoce a partir de EP 3 515 871 A1 y EP 0 718 250 B2. En estos documentos, la capa de TiC se utiliza como capa de barrera contra la difusión de iones alcalinos y oxígeno, mientras que se utiliza una capa reflectante IR basada en plata.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

20

US 2002/045073 A1 describe métodos para obtener recubrimientos fotoactivos y/o fases cristalinas de anatasa de óxidos de titanio y artículos producidos a partir de ellos. La materia objeto comprende un sustrato y un revestimiento, en donde se puede disponer un revestimiento funcional entre el revestimiento y el sustrato. El revestimiento funcional se destina a modificar una o más propiedades físicas del sustrato. Esto significa que el revestimiento funcional, si está presente, se coloca directamente sobre el sustrato.

S. R. Reineck et al., Colloque international sur les plasmas et la pulverisation cathodique, Société Française du Vide, Vol. colloque 4, 13 de septiembre de 1982. págs. 385-395, describe la pulverización catódica de alta velocidad para la producción de recubrimientos de vidrio arquitectónico. Se describe un sustrato de vidrio con un revestimiento de carburo de titanio. Sin embargo, no se describe ninguna capa dieléctrica o secuencia de capas inferior y superior altamente refractiva ni espesor del revestimiento de carburo de titanio.

C. G. Granqvist, Solar Energy Materials and Solar Cells, vol. 91. no. 17, 2007, pp. 1529-1598, describe conductores transparentes como materiales de energía solar.

Mientras que el TiN ofrece un buen rendimiento térmico en términos de baja emisividad combinado con propiedades de control solar, el revestimiento que contiene TiN sufre un cambio drástico de color durante el recocido térmico, lo que impide la aplicación del mismo revestimiento para productos recocidos térmicamente y no recocidos térmicamente y, por lo tanto, reduce el volumen total del mercado. En comparación, los recubrimientos de Nb ofrecen poco cambio de color después del recocido térmico y baja emisividad, pero malas propiedades de control solar. Por el contrario, las propiedades de control solar y un bajo cambio de color después del recocido térmico se pueden lograr usando NbN, pero no se logra una baja emisividad con este material.

El objeto de la presente invención es proporcionar un revestimiento de control solar rentable y sostenible para paneles que tenga una alta resistencia química y mecánica y que muestre un cambio de color insignificante

después del recocido térmico. Otro objeto de la invención es proporcionar un método económico y respetuoso con el medio ambiente para producir un revestimiento de control solar sostenible para paneles. Finalmente, es un objeto de la presente invención proporcionar un uso para el revestimiento de control solar de acuerdo con la invención para paneles.

5 El objeto de la presente invención se logra mediante un panel de acuerdo con la reivindicación 1, un método de acuerdo con la reivindicación 12 y un uso de acuerdo con la reivindicación 14. Las modalidades preferidas se pueden ver en las reivindicaciones dependientes.

El panel se proporciona para separar el interior del entorno externo en una abertura de ventana. El panel de acuerdo con la invención comprende al menos un panel de vidrio y un revestimiento. El panel de vidrio tiene
10 dos superficies (superficies principales), a saber, una superficie exterior y una superficie lateral interior, y una superficie de borde periférica entre las dos superficies principales. La superficie exterior significa la superficie principal que, en la posición instalada, mira hacia el entorno externo. La superficie lateral interior significa la superficie principal que, en la posición instalada, mira hacia el interior. El revestimiento se dispone sobre tal superficie exterior o sobre la superficie lateral interior del panel de vidrio. El revestimiento se coloca
15 preferiblemente en la superficie lateral interior del panel de vidrio, ya que esto proporciona al revestimiento una protección especial contra los daños causados por influencias mecánicas y/o químicas del medio ambiente.

De acuerdo con la invención, el revestimiento comprende, a partir del panel de vidrio, en el siguiente orden, al menos:

- una capa dieléctrica inferior (ópticamente) altamente refractiva o secuencia de capas,
- 20 - una capa reflectante IR basada en carburo de titanio (TiC), y
- una capa dieléctrica superior (ópticamente) altamente refractiva o secuencia de capas.

La gran ventaja de la presente invención es que el panel de acuerdo con la invención, además de sus propiedades reflectantes infrarrojas (IR), tiene una alta resistencia química y mecánica y muestra poco cambio de color después de un posible recocido térmico. Las propiedades reflectantes de IR se proporcionan en particular por la capa reflectante de IR basada en carburo de titanio 22 y se relacionan con el rango de infrarrojo cercano, de modo que el revestimiento se puede utilizar como revestimiento de control solar y refleja (parcialmente) los componentes IR de la radiación solar. Las propiedades reflectantes de IR también afectan la radiación de calor en el rango de IR medio, de modo que también actúa como un revestimiento reductor de emisividad (revestimiento de baja emisividad) y reduce la radiación de calor del panel hacia el interior. Además, no es susceptible a la corrosión, por lo que puede utilizarse en una superficie expuesta, lo que es necesario para los revestimientos reductores de emisividad (superficie expuesta lateral interior) y es inevitable en el caso de los paneles monolíticos porque sólo se dispone de superficies expuestas.

De acuerdo con la invención, una "superficie expuesta" se define como una superficie externa o abierta que forma una interfaz con la atmósfera circundante y es accesible y táctil para las personas.

Además, con el revestimiento de acuerdo con la invención, se puede lograr una transmisión de luz del panel del 50% o menos, lo que es ventajoso, por ejemplo, para su uso como ventana trasera o ventana de techo de un vehículo de motor o vehículo ferroviario o como panel para un edificio. Además, debido a la resistencia química del carburo de titanio, como mucho sólo se produce un ligero cambio de color debido al recocido térmico. Además, debido a que el titanio es un elemento abundante, el carburo de titanio puede considerarse un material

sostenible y también se facilita la producción rentable. Mediante el uso de la capa dieléctrica superior altamente refractiva o la secuencia de capas, la oxidación de la capa reflectante IR basada en carburo de titanio durante un posible tratamiento de temperatura, como el recocido térmico, se puede reducir o prevenir aún más.

El revestimiento se dispone preferiblemente en toda el área de tal superficie para que toda la superficie quede cubierta por el revestimiento sin excepción. Sin embargo, también es posible que algunas regiones de la superficie no estén provistas del revestimiento, por ejemplo, una región de borde periférico o una región local sin revestimiento que actúa como una ventana de transmisión de datos para mejorar la permeabilidad a la radiación electromagnética (señales de antena). Tal ventana de transmisión de datos puede ser necesaria o útil para garantizar la permeabilidad a la radiación electromagnética (por ejemplo, señales de antena), que puede ser atenuada o bloqueada por la capa conductora de electricidad basada en TiC. Preferiblemente, al menos el 80% de la superficie está cubierta por el revestimiento, particularmente preferiblemente al menos el 90%.

En una modalidad de la invención, el panel se diseña como un panel laminado. Un panel laminado comprende al menos un panel exterior y un panel interior que se conectan entre sí a través de una capa intermedia termoplástica. En el sentido de la invención, el panel interior significa el panel del panel laminado que mira hacia el interior. Panel exterior significa el panel que mira hacia el entorno externo. El panel de vidrio de acuerdo con la invención que tiene el revestimiento puede representar el panel interior o el panel exterior del panel laminado. El revestimiento puede estar en la superficie exterior o en la superficie laterales interior del panel de vidrio, que se utiliza como panel interior o como panel exterior. Si el panel de vidrio se utiliza como panel exterior del panel laminado, el revestimiento se encuentra preferiblemente en la superficie lateral interior del panel de vidrio, ya que esto protege el revestimiento del deterioro por influencias mecánicas y/o químicas del medio ambiente y también permite lograr reflectividades más bajas. En la medida en donde el panel de vidrio representa el panel interior de un panel laminado, el revestimiento tanto en la superficie exterior como en la superficie lateral interior del panel de vidrio se protege de estas influencias ambientales. En una modalidad de la invención, el revestimiento se encuentra en la superficie exterior del panel de vidrio que se utiliza como panel interior de un panel laminado, de modo que se pueden lograr reflectividades más bajas. de acuerdo con otra modalidad, el revestimiento está dispuesto en la superficie lateral interior del panel de vidrio cuando el panel de vidrio se utiliza como el panel interior de un panel laminado, porque representa así la superficie del panel laminado expuesto al interior y, por lo tanto, puede ejercer adicionalmente un efecto de reducción de la emisividad. Los paneles laminados se pueden utilizar, por ejemplo, en el sector de la automoción como el llamado vidrio laminado de seguridad (VSG) o en el sector de la construcción como acristalamiento aislante. El panel puede ser, por ejemplo, una ventana trasera o una ventana de techo de un vehículo motorizado o ferroviario o un panel para un edificio.

En una modalidad alternativa de la invención, el panel de acuerdo con la invención es un panel monolítico que se diseña como un solo panel de vidrio. Aparte del panel de vidrio con el revestimiento, no hay otro panel. En el caso de un solo panel de vidrio, el revestimiento se coloca preferiblemente en la superficie lateral interior del panel de vidrio, ya que el revestimiento se protege contra el deterioro por influencias mecánicas y/o químicas del medio ambiente. El panel se puede utilizar en particular como vidrio de seguridad de un solo panel (ESG), en donde el panel de vidrio está templado térmicamente. El panel monolítico puede ser, por ejemplo, una ventana trasera o una ventana de techo de un vehículo motorizado o ferroviario o un panel para un edificio.

La capa reflectante IR basada en carburo de titanio tiene un espesor de capa de 2 nm a 50 nm, preferiblemente de 3 nm a 45 nm, y en particular de 5 nm a 40 nm. Esto logra buenas propiedades reflectantes de infrarrojos y una transmisión de luz TL del panel del 25% o más y del 50% o menos. El carburo de titanio (TiC) también se conoce como TiC_x , donde x es de 0.8 a 1.2, preferiblemente de 0.9 a 1.1, más preferiblemente alrededor de 1.0. Preferiblemente, el carburo de titanio se deposita sustancialmente estequiométricamente, lo que corresponde a una relación atómica de titanio a carbono de aproximadamente 1:1. El carburo de titanio exhibe conductividad eléctrica, que también es la razón de su efecto reflectante IR. La resistencia eléctrica específica de las películas delgadas suele ser mayor que los valores tabulados para el cuerpo sólido (*valores a granel*). La resistencia específica de la capa reflectante IR basada en carburo de titanio de acuerdo con la invención es preferiblemente inferior a $300 \mu\Omega \text{ cm}$, más preferiblemente inferior a $250 \mu\Omega \text{ cm}$. La resistencia específica depende crucialmente de la proporción de carbono en la capa reflectante IR; los parámetros de capa, como la densidad y la cristalinidad, también tienen un efecto. La resistencia específica se expresa en el índice de refracción de la capa reflectante IR. Estrictamente hablando, la resistencia específica se refiere a la resistencia eléctrica específica, que a menudo también se denomina resistividad. Su inversa es la conductividad eléctrica. La resistencia específica se puede determinar utilizando un medidor de resistencia disponible en el mercado.

El índice de refracción (parte real del índice de refracción complejo) de la capa reflectante IR basada en carburo de titanio está preferiblemente en el rango de 2.3 a 3.4 en un rango de longitud de onda de 400 nm a 780 nm o de 2.9 a 6.0 en un rango de longitud de onda de 780 nm a 2500 nm, particularmente preferiblemente de 2.9 a 3.3 en un rango de longitud de onda de 400 nm a 780 nm o de 3.3 a 6.0 en un rango de longitud de onda de 780 nm a 2500 nm. El coeficiente de extinción (parte imaginaria del índice de refracción complejo) de la capa reflectante IR basada en carburo de titanio está preferiblemente en el rango de 2.0 a 3.7 en un rango de longitud de onda de 400 nm a 780 nm o de 3.5 a 6.5 en un rango de longitud de onda de 780 nm a 2500 nm, particularmente preferiblemente de 2.0 a 3.5 en un rango de longitud de onda de 400 nm a 780 nm o de 3.7 a 6.5 en un rango de longitud de onda de 780 nm a 2500 nm. de acuerdo con una modalidad, el índice de refracción (parte real del índice de refracción complejo) de la capa reflectante de IR basada en carburo de titanio está en el rango de 2.4 a 3.0 a una longitud de onda de 550 nm, más preferiblemente en el rango de 2.8 a 3.0 a una longitud de onda de 550 nm. de acuerdo con otra modalidad, el coeficiente de extinción (parte imaginaria del índice de refracción complejo) de la capa reflectante de IR basada en carburo de titanio está en el rango de 2.7 a 2.9 a una longitud de onda de 550 nm, más preferiblemente en el rango de 2.7 a 2.8 a una longitud de onda de 550 nm.

Si una capa del revestimiento de acuerdo con la invención se forma a base de un material, la capa consiste predominantemente en este material, en particular sustancialmente en este material, además de cualquier impureza o dopaje. Los materiales dieléctricos antes mencionados (óxidos, nitruros) pueden depositarse estequiométricamente, subestequiométricamente o hiperestequiométricamente. Por lo tanto, los coeficientes estequiométricos no se utilizan al especificar las fórmulas moleculares. Las fórmulas moleculares son solo para fines abreviados; no contienen ninguna información sobre estequiometría.

El dopaje (por ejemplo, aluminio, circonio, titanio o boro) se puede utilizar para proporcionar materiales

dieléctricos con una cierta conductividad eléctrica. Sin embargo, una persona experta en la técnica los identificará como capas dieléctricas en términos de su función, como es habitual en el campo de las capas delgadas. El material de las capas dieléctricas tiene preferiblemente una conductividad eléctrica (recíproca de la resistencia específica) inferior a 10^{-4} S/m.

5 A menos que se indique lo contrario, el espesor o espesor de capa de una capa en el sentido de la presente invención siempre significa el espesor geométrico. Si se hace referencia al espesor óptico, que es el producto del espesor geométrico y del índice de refracción, se indica explícitamente en cada caso.

A menos que se indique lo contrario, los valores indicados para los índices de refracción se miden a una longitud de onda de 550 nm. El índice de refracción se puede determinar, por ejemplo, mediante elipsometría.

10 Los elipsómetros están disponibles comercialmente, por ejemplo, de la empresa Sentech. Si la absorción es muy fuerte y no es posible una medición precisa con elipsometría, el índice de refracción también se puede determinar utilizando modelos ópticos de simulaciones. Se puede realizar una simulación, por ejemplo, utilizando un software de uso común en el campo, como CODE.

De acuerdo con la invención, el panel comprende una capa dieléctrica superior altamente refractiva o una
15 secuencia de capas. de acuerdo con una modalidad, la capa reflectante IR basada en carburo de titanio y la capa dieléctrica superior altamente refractiva o secuencia de capas están en contacto directo entre sí.

“En contacto directo” en el sentido de la invención significa que no hay más capas entre las capas que están en contacto directo entre sí.

La capa dieléctrica superior altamente refractiva o secuencia de capas tiene preferiblemente un índice de
20 refracción superior a 1.9, por ejemplo, entre 1.9 y 2.5. Se puede formar como una sola capa (en este caso hay una capa dieléctrica superior altamente refractiva) o como una pila de una pluralidad de capas (en este caso hay una secuencia de capas dieléctricas superiores altamente refractivas). En el caso de una secuencia de capas, todas las capas tienen preferiblemente un índice de refracción superior a 1.9.

La capa dieléctrica superior altamente refractiva o secuencia de capas tiene preferiblemente un espesor óptico de 10 nm a 120 nm, y particularmente preferiblemente de 20 nm a 100 nm.

En una modalidad ventajosa, la capa dieléctrica superior altamente refractiva o la secuencia de capas contiene una capa basada en un nitruro o se forma a partir de él. Esto significa que si hay una capa dieléctrica superior, se forma sobre la base de un nitruro, y si hay una secuencia de capas dieléctricas superiores, contiene al menos una capa basada en un nitruro. El nitruro es preferiblemente nitruro de silicio (SiN) o un nitruro mixto de silicio y metal, por ejemplo, nitruro de silicio y circonio (SiZrN), nitruro de silicio y hafnio (SiHfN), nitruro de silicio y titanio (SiTiN) o nitruro de silicio y aluminio (SiAlN). Estos tienen índices de refracción adecuados (SiN: 2.0; SiZrN: 2.2), son comparativamente simples y económicos de producir y se usan comúnmente para recubrimientos de película delgada en paneles de vidrio. En una modalidad ventajosa adicional, la capa dieléctrica superior altamente refractiva o la secuencia de capas contiene una capa basada en un óxido o se forma a partir de él, en particular óxido de titanio (TiO, índice de refracción 2.3). Como resultado, el índice de refracción (medio) de la(s) capa(s) superior(es) altamente refractiva puede aumentarse aún más, lo que es ventajoso, por ejemplo, para un efecto antirreflectante en la medida en que el panel de acuerdo con una modalidad comprende además una capa dieléctrica de baja refracción o una secuencia de capas, como se describe más adelante.

En una modalidad particularmente ventajosa, la capa de la capa superior altamente refractiva o secuencia de capas que está en contacto directo con la capa reflectante de IR basada en TiC se forma sobre la base de un nitruro, en particular sobre la base de SiN o SiZrN. Esto evita que la capa reflectante IR se oxide durante la deposición o el tratamiento térmico posterior, como podría ocurrir si entra en contacto con una capa de óxido.

5 Esto se puede lograr teniendo una capa dieléctrica superior altamente refractiva que se basa en el nitruro, o teniendo una secuencia de capas dieléctricas superiores altamente refractivas cuya capa inferior (es decir, la más cercana a la capa reflectante IR) se basa en el nitruro.

En una modalidad, una sola capa dieléctrica superior altamente refractiva está presente basada en un nitruro, en particular basada en nitruro de silicio (SiN) que tiene un espesor de capa de 10 nm a 60 nm, particularmente preferiblemente de 20 nm a 50 nm, por ejemplo de 30 nm a 45 nm, o basado en nitruro de silicio circonio (SiZrN) que tiene un espesor de capa de 10 nm a 50 nm, particularmente preferiblemente de 15 nm a 45 nm. Para otros nitruros mixtos de silicio y metal, se pueden utilizar sustancialmente los mismos espesores de capa que para SiZrN.

En una modalidad adicional, está presente una secuencia de capa dieléctrica superior altamente refractiva. Esto incluye “de abajo hacia arriba” (es decir, en la dirección que comienza desde la capa reflectante IR basada en carburo de titanio) en el siguiente orden preferiblemente:

- una primera capa basada en un nitruro, en particular nitruro de silicio (SiN), o nitruro mixto de silicio y metal, en particular nitruro de silicio circonio (SiZrN), y
- una segunda capa a base de un óxido, en particular óxido de titanio (TiO).

20 La primera capa está preferiblemente en contacto directo con la capa reflectante IR y evita su oxidación. La segunda capa aumenta el índice de refracción promedio de la secuencia de capas. La segunda capa basada en TiO tiene preferiblemente un espesor de capa de 5 nm a 25 nm, particularmente preferiblemente de 10 nm a 20 nm. La primera capa tiene preferiblemente un espesor de capa de 10 nm a 30 nm, particularmente preferiblemente de 15 nm a 25 nm, si se basa en SiN. La primera capa tiene preferiblemente un espesor de capa de 10 nm a 25 nm, particularmente preferiblemente de 15 nm a 20 nm, si se basa en SiZrN.

De acuerdo con la invención, el revestimiento comprende además una capa dieléctrica inferior altamente refractiva o una secuencia de capas formada entre el panel de vidrio y la capa reflectante IR. Mediante el uso de la capa dieléctrica inferior altamente refractiva o la secuencia de capas, se puede evitar que los componentes del panel de vidrio penetren en la capa reflectante IR basada en carburo de titanio durante un posible tratamiento térmico. De acuerdo con una modalidad preferida, la capa dieléctrica inferior altamente refractiva o la secuencia de capas y la capa reflectante de IR están en contacto directo entre sí.

La capa dieléctrica inferior altamente refractiva o la secuencia de capas tiene preferiblemente un índice de refracción de más de 1.9, por ejemplo, entre 1.9 y 2.5. También se puede formar como una sola capa (en este caso hay una capa dieléctrica más baja altamente refractiva) o como una pila de una pluralidad de capas (en este caso hay una secuencia de capas dieléctricas más bajas y altamente refractivas). En el caso de una secuencia de capas, todas las capas tienen preferiblemente un índice de refracción superior a 1.9.

La capa dieléctrica inferior altamente refractiva o secuencia de capas tiene preferiblemente un espesor óptico de 10 nm a 220 nm, y particularmente preferiblemente de 20 nm a 200 nm.

Los materiales de las capas dieléctricas inferiores y superiores altamente refractivas o la secuencia de

capas se pueden seleccionar de forma independiente entre sí. En una modalidad ventajosa, la capa dieléctrica inferior altamente refractiva o la secuencia de capas contiene una capa basada en un nitruro o se forma a partir de él. El nitruro es preferiblemente nitruro de silicio (SiN) o un nitruro mixto de silicio y metal, por ejemplo, nitruro de silicio y circonio (SiZrN), nitruro de silicio y hafnio (SiHfN), nitruro de silicio y titanio (SiTiN) o nitruro de silicio y aluminio (SiAlN). En una modalidad ventajosa adicional, la capa dieléctrica inferior altamente refractiva o secuencia de capas contiene una capa basada en un óxido o se forma a partir de él, en particular óxido de titanio (TiO).

En una modalidad particularmente ventajosa, la capa de la capa inferior altamente refractiva o secuencia de capas que está en contacto directo con la capa reflectante de IR basada en TiC se forma sobre la base de un nitruro, en particular sobre la base de SiN o SiZrN. Esto evita que la capa reflectante IR se oxide durante el tratamiento térmico posterior, como podría ocurrir si entra en contacto con una capa de óxido. Esto se puede lograr formando una capa dieléctrica inferior altamente refractiva sobre la base del nitruro, o teniendo una secuencia de capas dieléctricas más bajas altamente refractivas cuya capa superior (es decir, la más cercana a la capa reflectante IR) se forma sobre la base del nitruro.

En una modalidad particularmente ventajosa, está presente una sola capa dieléctrica de alta refracción inferior basada en un nitruro, en particular basada en nitruro de silicio (SiN) que tiene un espesor de capa de 10 nm a 110 nm, particularmente preferiblemente de 20 nm a 105 nm, en particular de 30 nm a 100 nm, o basado en nitruro de silicio circonio (SiZrN) que tiene un espesor de capa de 15 nm a 55 nm, particularmente preferiblemente de 20 nm a 45 nm.

En una modalidad adicional, está presente una secuencia de capas dieléctricas de alta refracción inferior que, a partir del panel de vidrio, comprende, en el siguiente orden:

- una primera capa a base de un óxido, en particular óxido de titanio (TiO) y
- una segunda capa basada en un nitruro, en particular nitruro de silicio (SiN), o nitruro mixto de silicio y metal, en particular nitruro de silicio circonio (SiZrN).

La segunda capa está preferiblemente en contacto directo con la capa reflectante IR y evita la oxidación de la misma. La primera capa aumenta el índice de refracción promedio de la secuencia de capas. La primera capa basada en TiO tiene preferiblemente un espesor de capa de 5 nm a 25 nm, particularmente preferiblemente de 10 nm a 20 nm o de 10 nm a 18 nm. La segunda capa tiene preferiblemente un espesor de capa de 10 nm a 40 nm, especialmente preferiblemente de 15 nm a 35 nm, en particular de 25 nm a 35 nm o de 30 nm a 35 nm, si se basa en SiN. La segunda capa tiene preferiblemente un espesor de capa de 10 nm a 35 nm, particularmente preferiblemente de 15 nm a 30 nm, si se basa en SiZrN.

De acuerdo con una modalidad, el revestimiento comprende además una capa dieléctrica de baja refracción o una secuencia de capas que tiene un índice de refracción inferior a 1.6 que está dispuesta en la capa dieléctrica superior de alta refracción. Con la ayuda de esta capa dieléctrica o secuencia de capas de baja refracción, el panel puede tener un efecto antirreflectante además de la propiedad reflectante IR.

La capa dieléctrica de baja refracción o secuencia de capas tiene un índice de refracción inferior a 1.6, por ejemplo entre 1.2 y 1.6, preferiblemente inferior a 1.5. Se puede formar como una sola capa (en este caso una capa dieléctrica de baja refracción) o como una pila de una pluralidad de capas (en este caso una secuencia de capas dieléctricas de baja refracción). En el caso de una secuencia de capas, todas las capas tienen un

índice de refracción inferior a 1.6.

La capa dieléctrica de baja refracción o secuencia de capas tiene preferiblemente un espesor óptico de 40 nm a 130 nm, y particularmente preferiblemente de 55 nm a 115 nm. De este modo, se consiguen propiedades antirreflectantes especialmente buenas.

5 En una modalidad ventajosa, la capa dieléctrica de baja refracción o secuencia de capas contiene una capa basada en un óxido o se forma a partir de él. El óxido es preferiblemente óxido de silicio (SiO). Tiene un índice de refracción adecuado (1.45), puede producirse mediante tecnología de película delgada, pero también químicamente húmeda, y se usa comúnmente para recubrimientos en paneles de vidrio.

10 En una modalidad preferida, está presente una sola capa dieléctrica de baja refracción, en particular basada en SiO, que tiene un espesor de capa de 30 nm a 90 nm, particularmente preferiblemente de 40 nm a 80 nm.

15 En una modalidad de la invención, la capa dieléctrica de baja refracción (en particular la capa de SiO) es una película delgada que se puede producir, por ejemplo, por deposición de vapor. En lugar de una sola capa de baja refracción, también puede haber una secuencia de capas dieléctricas de baja refracción que consta de una pluralidad de capas individuales.

20 El revestimiento de acuerdo con la invención se ha descrito anteriormente como que contiene o comprende ciertas capas o, de acuerdo con algunas modalidades, puede contener o comprender ciertas capas. Esto significa que, además de las capas mencionadas, pueden estar presentes otras capas, por ejemplo, entre las capas individuales o las secuencias de capas o como parte de una o más secuencias de capas. De acuerdo con una modalidad preferida, el revestimiento consiste sólo en la(s) capa(s) inferior(es) altamente refractiva(s), la capa reflectante IR y la(s) capa(s) superior(es) altamente refractiva(s), en las que no hay más capas presentes en el medio, por encima o por debajo. Además, se prefiere que las capas individuales (secuencias) consistan únicamente en las capas mencionadas explícitamente anteriormente y no contengan más capas. De acuerdo con una modalidad preferida, el panel de acuerdo con la invención no comprende una capa de plata. Las capas mencionadas son suficientes para producir un buen efecto de blindaje IR. Las capas adicionales aumentarían el costo y el esfuerzo de producción. Sin embargo, de acuerdo con una modalidad, el revestimiento puede comprender además la(s) capa(s) de baja refracción descrita anteriormente para obtener un efecto antirreflectante además de la propiedad reflectante IR.

De acuerdo con una modalidad ventajosa, el panel de vidrio contiene o consiste en vidrio plano, preferiblemente vidrio de cal sodada, vidrio de borosilicato o vidrio de cuarzo. El vidrio puede estar hecho de vidrio transparente o vidrio tintado o coloreado. Un vidrio transparente es un panel de vidrio que tiene una transmisión de luz integrada de al menos el 90% de acuerdo con la norma ISO 9050. Los paneles de vidrio tintado o coloreado tienen una transmisión de luz integrada más baja. Las mismas especificaciones también se aplican al panel interior y al panel exterior si el panel es un panel laminado. El grosor del panel de vidrio se puede seleccionar libremente para adaptarse a los requisitos de la aplicación específica. El grosor del panel de vidrio o del panel interior o exterior suele ser de 0.5 mm a 5 mm.

De acuerdo con una modalidad, el panel está curvado en una o más direcciones espaciales, como es habitual, por ejemplo, para los paneles de vehículos de motor, en los que los radios típicos de curvatura están en un rango de aproximadamente 10 cm a aproximadamente 40 m. La superficie lateral interior del panel

generalmente está curvada cóncavamente. De acuerdo con otra modalidad, el panel es plano, por ejemplo, si se diseña como un panel para autobuses, trenes o tractores o para edificios.

El panel de acuerdo con la invención tiene preferiblemente una emisividad lateral interior de menos del 65%, particularmente preferiblemente menos del 60%, preferiblemente menos del 50%. Aquí, la emisividad lateral interior es la medida que indica cuánta radiación de calor emite el panel en el interior, por ejemplo, de un edificio o de un vehículo, en la posición instalada en comparación con un emisor de calor ideal (un cuerpo negro). En el sentido de la invención, se entiende por emisividad la emisividad normal a 283 K según la norma EN 12898.

El panel de acuerdo con la invención tiene preferiblemente una transmisión de luz del 50% o menos, más preferiblemente del 48% o menos. De acuerdo con una modalidad particularmente preferida, el panel tiene una transmisión de luz del 25% o más y del 50% o menos. Un panel con tal transmisión de luz es particularmente ventajoso en áreas con luz solar muy fuerte, ya que permite un oscurecimiento agradable de la luz entrante a través del panel. La transmisión de luz se refiere a la transmisión de luz integrada de acuerdo con la norma ISO 9050, medida con una fuente de luz de iluminante D65.

De acuerdo con una modalidad, el panel de acuerdo con la invención tiene la diferencia de color ΔE más pequeña posible. La diferencia de color ΔE es una medida de un cambio de color, por ejemplo, debido a un tratamiento de temperatura, y se mide de acuerdo con la norma EN ISO 11664-4. Cuanto más bajo es el nivel de color, menos lo percibe el ojo humano. Después del recocido térmico, el panel tiene preferiblemente una diferencia de color ΔE de menos de 5, más preferiblemente menos de 4, incluso más preferiblemente menos de 3. De acuerdo con una modalidad particularmente preferida, ΔE (Rc), que corresponde a la diferencia de color medida desde el lado del revestimiento, es menor que 5, más preferiblemente menor que 4, incluso más preferiblemente menor que 3. En una modalidad particularmente preferida, ΔE (Rg), que corresponde a la diferencia de color medida desde el lado del panel de vidrio, es menor que 5, más preferiblemente menor que 4, incluso más preferiblemente menor que 3, preferiblemente menor que 2. Una diferencia de color inferior a 2 es prácticamente imperceptible para el ojo humano. Por ejemplo, si el panel se utiliza como panel para un edificio que se ha sometido a recocido térmico, el observador fuera del edificio no verá ninguna diferencia de color entre dicho panel recocido en comparación con un panel no recocido si el ΔE (Rg) del panel recocido es inferior a 2.

El revestimiento de acuerdo con la invención tiene conductividad eléctrica debido a la capa basada en TiC, por lo que también se puede utilizar como revestimiento térmico. Para este propósito, se conecta a las llamadas barras colectoras que se extienden a lo largo de dos bordes laterales opuestos del panel y se conectan a los polos de una fuente de tensión para que una corriente pueda fluir a través del revestimiento y calentar el panel. Debido a la resistencia de la superficie, se logran efectos de calentamiento particularmente ventajosos cuando la fuente de voltaje tiene un voltaje de 42 voltios a 48 voltios o incluso de 300 V a 400 V. Tales voltajes están disponibles en particular en vehículos eléctricos.

La invención comprende además un método para producir un panel, en donde

(a) un panel de vidrio se proporciona de una superficie exterior y una superficie lateral interior,

(b) se aplica un revestimiento a la superficie exterior o a la superficie interior del panel de vidrio depositando las capas en el siguiente orden:

- una capa dieléctrica inferior altamente refractiva o secuencia de capas,

- una capa reflectante IR basada en carburo de titanio, y
- una capa dieléctrica superior altamente refractiva o secuencia de capas.

La capa dieléctrica superior altamente refractiva o la secuencia de capas se deposita preferiblemente por deposición de vapor, por ejemplo, por deposición química de vapor (CVD), deposición química de vapor mejorada por plasma (PECVD) y deposición de capa atómica (ALD). La deposición física de vapor (PVD), por ejemplo, la deposición por evaporación, es particularmente preferida, la pulverización catódica ("pulverización catódica") y, en particular, la pulverización catódica asistida por campo magnético ("pulverización catódica de magnetrón") son particularmente preferidas.

De acuerdo con la invención, el revestimiento comprende además una capa dieléctrica inferior altamente refractiva o una secuencia de capas depositada entre el panel de vidrio y la capa reflectante IR. La capa dieléctrica inferior altamente refractiva o la secuencia de capas se pueden producir utilizando los mismos métodos que la capa dieléctrica superior altamente refractiva o la secuencia de capas, siendo la pulverización catódica de magnetrón particularmente preferida aquí también.

La capa reflectante IR basada en TiC también se puede depositar utilizando los métodos mencionados, siendo también la pulverización catódica de magnetrón particularmente preferida aquí. En una modalidad particularmente ventajosa, la capa reflectante de IR se deposita mediante pulverización catódica de magnetrón reactivo. Se ha demostrado que esto permite la producción de capas reflectantes de infrarrojos con una resistencia mecánica, transmisión de luz, color reflectante y baja resistencia específica particularmente ventajosa a una alta tasa de deposición. Estas propiedades ventajosas se pueden atribuir al hecho de que mediante el uso de pulverización catódica de magnetrón reactivo, se puede lograr una excelente homogeneidad de la capa (es decir, composición, cristalinidad, espesor de capa y densidad consistentes) con buena cristalinidad y densidad.

La pulverización catódica reactiva con magnetrón es una variante especial de la pulverización catódica con magnetrón, que a su vez es una variante de la pulverización catódica. Durante la pulverización catódica, un objetivo (cátodo) es bombardeado con iones, con lo cual el material se disuelve del objetivo y luego se deposita en la superficie a recubrir. Mientras que en la pulverización catódica simple solo se aplica un campo eléctrico, en la pulverización catódica de magnetrón se dispone un campo magnético adicional detrás de la placa catódica. Debido a la superposición del campo eléctrico y el campo magnético, los portadores de carga ya no se mueven paralelos a las líneas del campo eléctrico, sino que circulan en una línea helicoidal sobre la superficie del objetivo. Esto alarga su camino y aumenta el número de colisiones por electrón. La capacidad de ionización efectivamente mayor de los electrones conduce a un aumento en la velocidad de pulverización catódica. Esto significa que se pueden lograr tasas de revestimiento significativamente más altas a la misma presión de proceso. Además, se pueden crear capas más densas. La pulverización catódica de magnetrón reactivo es un método basado en él, en donde se agregan uno o más gases reactivos a un gas de trabajo inerte (tal como Ar). Los gases reaccionan con los átomos de la capa pulverizada en el objetivo, en la cámara de vacío o en la superficie a recubrir y forman nuevos materiales. Los productos de reacción resultantes se depositan en la superficie a recubrir. de acuerdo con una modalidad preferida, el gas reactivo es al menos uno de metano, acetileno y nitrógeno, más preferiblemente al menos uno de metano y acetileno, y más preferiblemente se usa metano o acetileno, porque al usar solo un gas reactivo, las propiedades del producto de reacción (tal como

estequiometría, cristalinidad y espesor de capa) se pueden controlar más fácilmente. Cuando se utiliza la pulverización catódica de magnetrón reactiva, se prefiere un objetivo de titanio. El objetivo y la capa pulverizada pueden doparse con materiales adicionales, como nitrógeno, boro o aluminio, que pueden afectar las propiedades mecánicas, eléctricas, químicas y ópticas de la capa y/o aumentar la tasa de deposición. de acuerdo con una modalidad particularmente preferida, la pulverización catódica de magnetrón reactiva es la *pulverización catódica de magnetrón* reactiva de CC (corriente continua) o la pulverización catódica de magnetrón reactiva ACMF (*corriente alterna de frecuencia media*), que permite un buen monitoreo de la pulverización catódica y también es rentable.

De acuerdo con otra modalidad, la capa reflectante de IR basada en TiC se produce mediante pulverización catódica de magnetrón simple utilizando un objetivo de carburo de titanio y un gas de trabajo inerte (por ejemplo, Ar).

De acuerdo con una modalidad, el revestimiento comprende además una capa dieléctrica de baja refracción o una secuencia de capas que tiene un índice de refracción inferior a 1.6, cuya capa o secuencia de capas se deposita en la capa dieléctrica superior altamente refractiva.

En una modalidad de la invención, la capa dieléctrica de baja refracción también se deposita mediante los métodos antes mencionados de deposición de vapor, siendo también particularmente preferida aquí la pulverización catódica asistida por campo magnético.

La capa reflectante IR basada en TiC, la capa dieléctrica superior altamente refractiva, la capa dieléctrica inferior altamente refractiva y la capa dieléctrica de baja refracción corresponden a las capas descritas anteriormente para el panel de acuerdo con la invención.

Una vez aplicado el revestimiento, el panel se somete preferiblemente a un tratamiento térmico, que mejora la cristalinidad de las capas y mejora regularmente la transmisión de luz y las propiedades ópticas del panel. El tratamiento de temperatura puede, por ejemplo, llevarse a cabo a una temperatura de al menos 500 °C. El tratamiento de la temperatura también se puede realizar como parte de un método de doblado y/o pretensado. El tratamiento térmico descrito anteriormente también se denomina de acuerdo con la invención "recocido térmico" o "recocido".

De acuerdo con una modalidad, después de que se haya aplicado el revestimiento, el panel puede someterse a un proceso de flexión para llevarlo a una forma cilíndrica o esféricamente curvada, como es habitual para los paneles para uso en vehículos, en particular para los paneles para uso en automóviles de pasajeros o camiones. Para doblar, el panel se ablanda calentándolo para que pueda volverse plásticamente flexible, y luego se le da forma mediante métodos conocidos per se, por ejemplo, por flexión por gravedad, doblado por presión y/o doblado por succión. Las temperaturas típicas para los procesos de doblado de vidrio son, por ejemplo, de 500°C a 700°C.

Si el panel se va a diseñar como un panel laminado, el panel de vidrio revestido (y posiblemente curvo) se conecta al panel exterior o al panel interior a través de una capa intermedia termoplástica. Aquí se utilizan métodos de laminación conocidos per se, por ejemplo, métodos de autoclave, métodos de bolsa de vacío, métodos de anillo de vacío, métodos de calandrado, laminadoras al vacío o combinaciones de los mismos. El panel de vidrio y el panel exterior o interior generalmente se conectan a través de la capa intermedia bajo la influencia del calor, el vacío y/o la presión. La capa intermedia termoplástica se forma preferiblemente a partir

de al menos una película termoplástica, preferiblemente una película de PVB, una película de EVA o una película de PU. Los espesores típicos de tales películas están dentro del rango de 0.2 mm a 2 mm, en particular de 0.3 mm a 1 mm.

La invención también abarca el uso de un panel de acuerdo con la invención como panel de ventana de un medio de transporte en tierra, agua o aire, preferiblemente de un vehículo de motor o de ferrocarril, particular y preferiblemente como ventana trasera o de techo, o como panel de un edificio, preferiblemente como panel de ventana, panel de fachada o de puerta.

Varias aplicaciones específicas del panel de acuerdo con la invención son concebibles:

- Por lo tanto, el revestimiento puede servir para proporcionar un panel con una TL de baja transmitancia de luz del 50% o menos y baja emisividad, lo que puede ser particularmente ventajoso cuando se usa como ventana trasera o ventana de techo de un vehículo motorizado o ferroviario o como panel para un edificio, preferiblemente como panel de ventana, panel de fachada o panel de puerta.

- Debido a que el revestimiento se puede utilizar tanto para productos recocidos térmicamente como no recocidos térmicamente, debido a que el recocido térmico causa como máximo solo un ligero cambio de color del panel, los métodos de fabricación correspondientes son eficientes, por lo que los costos de producción de los productos correspondientes son bajos. En particular, un panel de acuerdo con la invención, que ha sido sometido a recocido térmico, y un panel de acuerdo con la invención, que no ha sido sometido a recocido térmico, se pueden utilizar muy cerca uno del otro sin crear una impresión visualmente desventajosa para el observador porque el panel de acuerdo con la invención experimenta como mucho un ligero cambio de color durante el recocido térmico y, por lo tanto, es casi indistinguible del panel de acuerdo con la invención que no ha sido sometida a recocido térmico.

- Debido al ligero cambio de color durante el recocido térmico, el panel de acuerdo con la invención se puede utilizar de diversas maneras como un panel recocido sin que se produzca ninguna coloración indeseable del panel, lo que puede ser ventajoso en particular cuando se usa como ventana trasera o ventana de techo de un vehículo de motor o vehículo ferroviario o como panel para un edificio, preferiblemente como panel de ventana, panel de fachada o panel de puerta.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación, se explica la invención con más detalle con la ayuda de dibujos y ejemplos de modalidades. Los dibujos son representaciones esquemáticas y no son fieles a la escala. Los dibujos no limitan la invención de ninguna manera.

En los dibujos:

la Figura 1 muestra una sección transversal a través de una modalidad del panel 1 de acuerdo con la invención,

la Figura 2 muestra una sección transversal a través de una modalidad adicional del panel 1 de acuerdo con la invención,

la Figura 3 muestra una sección transversal a través de una modalidad adicional del panel 1 de acuerdo con la invención,

la Figura 4 muestra una sección transversal a través de una modalidad adicional del panel 1 de acuerdo con la invención,

la Figura 5 muestra una sección transversal a través de una modalidad adicional del panel 1 de acuerdo con la invención,

la Figura 6 muestra una sección transversal a través de un revestimiento 20 general en un panel de vidrio 2. la Figura 7 muestra una sección transversal a través de un revestimiento 20 general adicional en un panel de vidrio 2.

la Figura 8 muestra una sección transversal a través de una modalidad del revestimiento 20 de acuerdo con la invención en un panel de vidrio 2.

la Figura 9 muestra una sección transversal a través de una modalidad adicional del revestimiento 20 de acuerdo con la invención en un panel de vidrio 2.

la Figura 10 muestra un diagrama de flujo de una modalidad del método de acuerdo con la invención,

la Figura 11 muestra un espectro de la transmisión de luz TL en relación con la longitud de onda del panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 1,

la Figura 12 muestra un espectro de la reflexión de la luz RLc en relación con la longitud de onda del panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 1,

la Figura 13 muestra un espectro de la transmisión de luz TL en relación con la longitud de onda del panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 2,

la Figura 14 muestra un espectro de reflexión de la luz RLout en relación a la longitud de onda del panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 2,

la Figura 15 muestra un espectro de la transmisión de luz TL en relación con la longitud de onda del panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 3,

la Figura 16 muestra un espectro de reflexión de la luz RLout en relación con la longitud de onda del panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 3,

la Figura 17 muestra un espectro de la transmisión de luz TL en relación con la longitud de onda del panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 4, y

la Figura 18 muestra un espectro de la reflexión de la luz RLout en relación con la longitud de onda del panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 4.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La Figura 1 muestra una modalidad de un panel 1 de acuerdo con la invención. El panel 1 está pensado, por ejemplo, como una ventana trasera o una ventana de techo de un vehículo de motor o ferroviario o como un panel para un edificio. Es un panel monolítico (panel de vidrio único) y comprende un solo panel de vidrio 2 hecho, por ejemplo, de vidrio de cal sodada recocido térmicamente con un espesor de 1.9 mm. El panel exterior 2 tiene una superficie exterior I, el cual la posición instalada da al entorno exterior, y una superficie interior II, la cual la posición instalada mira hacia el interior. La superficie lateral interior II se provee completamente de un revestimiento 20 de acuerdo con la invención.

La Figura 2 muestra una modalidad adicional de un panel 1 de acuerdo con la invención. El panel 1 está pensado, por ejemplo, como una ventana trasera o una ventana de techo de un vehículo de motor o ferroviario o como un panel para un edificio. Es un panel monolítico (panel de vidrio único) y comprende un solo panel de vidrio 2 hecho, por ejemplo, de vidrio de cal sodada recocido térmicamente con un espesor de 1.9 mm. El panel exterior 2 tiene una superficie exterior I, que en la posición instalada da al entorno exterior, y una superficie

interior II, que en la posición instalada mira hacia el interior. La superficie exterior I se provee completamente de un revestimiento 20 de acuerdo con la invención.

El revestimiento 20 de acuerdo con la invención tiene propiedades reflectantes de infrarrojos. Por lo tanto, actúa como un revestimiento de control solar. Esto aumenta el confort térmico en el interior, ya que se calienta menos. Además de sus propiedades reflectantes de infrarrojos (IR), el revestimiento 20 de acuerdo con la invención también es química y mecánicamente resistente debido al uso de TiC en la capa reflectante de IR y muestra como máximo un ligero cambio de color después de un posible recocido térmico.

Ambas superficies I, II de un solo panel de vidrio están expuestas, es decir, tienen contacto con la atmósfera. No se podían recubrir con recubrimientos reflectantes IR convencionales, propensos a la corrosión (por ejemplo, a base de plata). Debido a que el revestimiento 20 de acuerdo con la invención con efecto reflectante de IR no es susceptible a la corrosión, tal revestimiento es posible sin ningún problema.

La Figura 3 muestra una modalidad adicional de un panel 1 de acuerdo con la invención. El panel 1 se forma como un panel laminado, en donde un panel de vidrio 2 funciona como un panel exterior y se conecta a un panel interior 5 a través de una capa intermedia termoplástica 4. En la posición instalada, el panel de vidrio 2 mira hacia el entorno externo. En la posición instalada, el panel interior 5 mira hacia el interior. El panel de vidrio 2 tiene una superficie exterior I y una superficie interior II. El panel interior 5 también tiene una superficie exterior III y una superficie lateral interior IV. El panel de vidrio 2 y el panel interior 5 se forman, por ejemplo, por vidrio de cal sodada de 4 mm de espesor. La capa intermedia termoplástica 4 se forma, por ejemplo, por una película a base de butiral de polivinilo (PVB) que tiene un espesor de 0.38 mm. El panel 1 está pensado, por ejemplo, como una ventana trasera o una ventana de techo de un vehículo de motor o ferroviario o como un panel para un edificio. La superficie lateral interior II del panel de vidrio 2 se provee completamente de un revestimiento 20 de acuerdo con la invención.

La Figura 4 muestra una modalidad adicional de un panel 1 de acuerdo con la invención. El panel 1 se forma como un panel laminado, en donde un panel de vidrio 2 funciona como un panel interior y se conecta a un panel exterior 3 a través de una capa intermedia termoplástica 4. En la posición instalada, el panel exterior 3 se orienta hacia el entorno externo. En la posición instalada, el panel de vidrio 2 mira hacia el interior. El panel exterior 3 tiene una superficie exterior I y una superficie interior II. El panel de vidrio 2 también tiene una superficie exterior III y una superficie interior IV. El panel de vidrio 2 y el panel exterior 3 se forman, por ejemplo, por vidrio de cal sodada de 4 mm de espesor. La capa intermedia termoplástica 4 se forma, por ejemplo, por una película a base de butiral de polivinilo (PVB) que tiene un espesor de 0.38 mm. El panel 1 está pensado, por ejemplo, como una ventana trasera o una ventana de techo de un vehículo de motor o ferroviario o como un panel para un edificio. La superficie exterior III del panel de vidrio 2 se provee completamente de un revestimiento 20 de acuerdo con la invención.

La Figura 5 muestra una modalidad adicional de un panel 1 de acuerdo con la invención. El panel 1 se forma como un panel laminado, en donde un panel de vidrio 2 funciona como un panel interior y se conecta a un panel exterior 3 a través de una capa intermedia termoplástica 4. En la posición instalada, el panel exterior 3 se orienta hacia el entorno externo. En la posición instalada, el panel de vidrio 2 mira hacia el interior. El panel exterior 3 tiene una superficie exterior I y una superficie interior II. El panel de vidrio 2 también tiene una superficie exterior III y una superficie interior IV. El panel de vidrio 2 y el panel exterior 3 se forman, por ejemplo, por vidrio

de cal sodada de 4 mm de espesor. La capa intermedia termoplástica 4 se forma, por ejemplo, por una película a base de butiral de polivinilo (PVB) que tiene un espesor de 0.38 mm. El panel 1 está pensado, por ejemplo, como una ventana trasera o una ventana de techo de un vehículo de motor o ferroviario o como un panel para un edificio. La superficie lateral interior IV del panel de vidrio 2 se provee completamente de un revestimiento 20 de acuerdo con la invención.

La Figura 6 muestra un revestimiento 20 general en un panel de vidrio 2. El revestimiento 20 se dispone en la superficie interior II o IV o en la superficie exterior I o III del panel de vidrio 2. El revestimiento 20 consiste en una capa reflectante IR 22 a base de carburo de titanio y una capa dieléctrica superior altamente refractiva 23, que se dispone en este orden en el panel de vidrio 2, comenzando desde su superficie I, II, III o IV. El efecto reflectante de IR se proporciona por la capa de reflexión de IR basada en carburo de titanio 22. La capa dieléctrica superior altamente refractiva 23 reduce o evita la oxidación de la capa reflectante IR 22 durante un posible tratamiento térmico.

La Figura 7 muestra un revestimiento 20 general adicional en un panel de vidrio 2. Se diferencia del panel 1 de la Figura 6 en que en lugar de una sola capa dieléctrica superior altamente refractiva 23, hay una secuencia de capas dieléctricas superiores altamente refractivas 23a, 23b. La secuencia de capas consta de una primera capa dieléctrica altamente refractiva 23a y una segunda capa dieléctrica altamente refractiva 23b, que están dispuestas en este orden en la capa reflectante de IR 22. La primera capa 23a es una capa de nitruro y está en contacto directo con la capa reflectante de IR 22. La segunda capa 23b es una capa de óxido con un índice de refracción particularmente alto. La primera capa 23a evita el contacto entre la capa reflectante de IR 22 y la segunda capa de óxido 23b, de modo que se puede evitar la oxidación no deseada de la capa reflectante de IR 22 durante la deposición de las capas o durante un tratamiento térmico posterior.

La Figura 8 muestra una modalidad del revestimiento 20 de acuerdo con la invención en un panel de vidrio 2. Se diferencia del panel 1 de la Figura 6 en que el revestimiento 20 comprende además una capa dieléctrica inferior altamente refractiva 21 formada entre el panel de vidrio 2 y la capa reflectante de IR 22. La capa dieléctrica inferior altamente refractiva 21 puede evitar que los componentes del panel de vidrio 2 penetren en la capa reflectante IR 22 basada en carburo de titanio durante un posible tratamiento de temperatura.

La Figura 9 muestra una modalidad adicional del revestimiento 20 de acuerdo con la invención en el panel de vidrio 2. Se diferencia de la modalidad de la Figura 8 en que el revestimiento 20 comprende además una capa dieléctrica de baja refracción 24 con un índice de refracción inferior a 1.6 que está dispuesta en la capa dieléctrica superior altamente refractiva 23. Este revestimiento 20 permite que el panel tenga un efecto antirreflectante además de sus propiedades reflectantes de infrarrojos.

La Figura 10 muestra una modalidad ejemplar del método de acuerdo con la invención para producir un panel 1 con revestimiento 20 utilizando un diagrama de flujo.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se produjo un panel 1 de acuerdo con la invención. Se diseñó como un solo panel de vidrio y comprendía un panel de vidrio 2 (Planiclear® de Saint-Gobain Glass, vidrio de cal sodada, transmisión de luz TL del 91%) con un espesor de 1.9 mm, en cuya superficie se aplicó un revestimiento 20 de acuerdo con la invención. Comenzando con el panel de vidrio 2, la secuencia de capas con los espesores de capa y materiales

enumerados era la siguiente:

- capa dieléctrica inferior altamente refractiva 21: SiN (30 nm, índice de refracción 2.0),
- capa reflectante IR 22 basada en carburo de titanio: TiC (30 nm) y
- capa dieléctrica superior altamente refractiva 23: SiN (30 nm, índice de refracción 2.0).

5 La capa dieléctrica inferior altamente refractiva 21 y la capa dieléctrica superior altamente refractiva 23 se depositaron cada una mediante pulverización catódica de magnetrón. La capa reflectante de IR 22 se depositó mediante pulverización catódica de magnetrón reactivo utilizando un objetivo de titanio y acetileno como gas reactivo. Las propiedades del panel 1 de acuerdo con la invención se muestran en las Tablas 1 y 2. El panel 1 revestido se sometió además a un tratamiento térmico a una temperatura de 640°C durante un
10 período de 8 min ("recocido térmico"). Las propiedades del panel 1 recocido de acuerdo con la invención también se muestran en las Tablas 1 y 2.

Ejemplo comparativo

También se produjo un panel de acuerdo con el ejemplo comparativo. Fue diseñado como un solo panel de vidrio y comprendía un panel de vidrio (Planiclear® de Saint-Gobain Glass, vidrio de cal sodada, transmisión
15 de luz TL del 91%) con un espesor de 1.9 mm, sobre cuya superficie se aplicó un revestimiento. Comenzando con el panel de vidrio, la secuencia de capas con los espesores de capa y materiales enumerados fue la siguiente:

- capa dieléctrica inferior altamente refractiva: SiN (30 nm, índice de refracción 2.0),
- capa reflectante IR 22 basada en nitruro de titanio: TiN (15 nm) y
- 20 - capa dieléctrica superior altamente refractiva: SiN (30 nm, índice de refracción 2.0).

La capa dieléctrica inferior altamente refractiva y la capa dieléctrica superior altamente refractiva se depositaron mediante pulverización catódica de magnetrón. La capa reflectante IR se depositó mediante pulverización catódica de magnetrón utilizando un objetivo de nitruro de titanio. Las propiedades del panel según el ejemplo comparativo también se muestran en las tablas 1 y 2. El panel revestido según el ejemplo comparativo se sometió además a un tratamiento térmico a una temperatura de 640°C durante un período de 8 min ("recocido térmico"). Las propiedades del panel recocido según el ejemplo comparativo también se muestran en las Tablas 1 y 2, en las que debe tenerse en cuenta que para el ejemplo comparativo RL_g , a^*R_g , b^*R_g , ρ y ϵ no se midieron.

En las Tablas 1 y 2.

- TL es la transmisión de luz integrada de acuerdo con ISO 9050 (iluminante D65);
- a^*T y b^*T son los valores del color de transmisión en el espacio de color $L^*a^*b^*$, medidos con un ángulo de incidencia de 8° y un ángulo de observación de 2° (iluminante D65);
- RL_c es la reflexión de la luz integrada, medida desde el lado del revestimiento con un ángulo de incidencia de 8° y un ángulo de observación de 2° (iluminante D65);
- a^*R_c y b^*R_c son los valores del color de reflexión desde el lado del revestimiento en el espacio de color $L^*a^*b^*$, medidos con un ángulo de incidencia de 8° y un ángulo de observación de 2° (iluminante D65);
- RL_g es el reflejo de luz integrado, medido desde el lado del vidrio con un ángulo de incidencia de 8° y un ángulo de observación de 2° (iluminante D65);
- a^*R_g y b^*R_g son los valores del color de reflexión desde el lado del vidrio en el espacio de color $L^*a^*b^*$, medido con un ángulo de incidencia de 8° y un ángulo de observación de 2° (iluminante D65);

- ρ es la resistencia específica, medida con el medidor de resistencia NAGY ZPM00052;
 - ε la emisividad normal lateral interior a 283 K de acuerdo con la norma EN 12898;
 - $\Delta E(T)$ es la diferencia de color, relacionada con la transmisión, medida de acuerdo con la norma EN ISO 11664-4;

- $\Delta E(Rc)$ es la diferencia de color, medida desde el lado del revestimiento de acuerdo con EN ISO 11664-4; y

- $\Delta E(Rg)$ es la diferencia de color, medida desde el lado del vidrio de acuerdo con EN ISO 11664-4.

Tabla 1

Capa Reflectante de IR	Tratamiento de temperatura	TL [%]	a*T	b*T	RLc [%]	a*Rc	b*Rc
Tic	No (rt)	25.0	-1.8	0	22.5	2.1	22.2
Tic	Sí (8 min a 640 °C)	26.7	-1.1	1.9	20.3	0.6	19.7
TiN	No (rt)	50.9	-2.5	-4.6	13.5	1.0	5.9
TiN	Sí (8 min a 640°C)	54.9	-2.8	-2.9	11.4	2.2	-0.9

"rt" significa "temperatura ambiente"

Tabla 2

Capa Reflectante de IR	Tratamiento de temperatura	RLg [%]	a*Rg	b*Rg	ρ [$\mu\Omega$ cm]	ε [%]	$\Delta E(T)$	$\Delta E(Rc)$	$\Delta E(Rg)$
TiC	No(rt)	25.8	-1.9	5.7	240	49	-	-	-
Tic	Sí (8 min a 640°C)	25.4	-2.7	4.5	225	46	2.0	2.9	1.4
TiN	No (rt)	-	-	-	-	-	-	-	-
TiN	Sí (8 min a 640°C)	-	-	-	-	-	1.7	6.9	-

"rt" significa "temperatura ambiente"

El panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 1 tiene un atractivo color de transmisión a*T y b*T y un color de reflexión a*Rc, b*Rc, a*Rg y b*Rg y una baja resistencia específica ρ . Además, exhibe propiedades de control solar y una baja emisividad ε . Además, el panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 1 mostró solo una pequeña diferencia de color ΔE debido al tratamiento térmico. Por el contrario, se pudo medir un cambio de color significativo para el ejemplo comparativo con TiN. Esto es particularmente

evidente en el valor $\Delta E(R_c)$, que fue solo 2.9 para el panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 1, mientras que el ejemplo comparativo tuvo un valor significativamente más alto de 6.9. Cuanto mayor sea el valor de AE, AE(R_c) y AE(R_g), más fuerte será el cambio de color.

Las Figura 11 y 12 muestran la transmisión de luz y la reflexión de la luz, respectivamente, del panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 1, que se sometió al tratamiento de temperatura. Las mediciones experimentales se muestran en negro. Además, se llevó a cabo una simulación del panel 1 tratado térmicamente de acuerdo con la invención según el Ejemplo 1 con la secuencia de capas enumerada anteriormente. Los datos simulados (mostrados en gris en las Figs. 11 y 12) muestran una buena concordancia con los datos experimentales.

Ejemplos 2 a 4

Se simularon otros paneles 1 tratados a temperatura de acuerdo con la invención. Fueron diseñados como paneles laminados y comprendían un panel de vidrio 2 y otro panel de vidrio como panel interior (panel de vidrio y panel interior: Planiclear® de Saint-Gobain Glass, vidrio de cal sodada, transmisión de luz TL del 91%) con un espesor de 4.0 mm cada uno, con el panel de vidrio 2 actuando como panel exterior y el revestimiento dispuesto en la (II) superficie lateral interior del panel de vidrio 2 como panel exterior. La disposición de los paneles y el revestimiento 20 para los paneles laminados fue la siguiente:

Ejemplo 2:

- Panel interior 5: vidrio (4.0 mm)
- capa intermedia termoplástica 4: PVB (0.38 mm)
- capa dieléctrica superior altamente refractiva 23: TiO 23b (15 nm), SiN 23a (23 nm), en la que SiN 23a tiene contacto directo con la capa reflectante IR 22
- Capa reflectante IR basada en carburo de titanio 22: TiC (28.2 nm)
- capa dieléctrica inferior altamente refractiva 21: SiN (49.8 nm) y
- El panel de vidrio 2 como panel exterior: vidrio (4.0 mm).

Ejemplo 3:

- Panel interior 5: vidrio (4.0 mm)
- capa intermedia termoplástica 4: PVB (0.38 mm)
- capa dieléctrica superior altamente refractiva 23: TiO 23b (5.8 nm), SiN 23a (37.1 nm), en la que el SiN 23a tiene contacto directo con la capa reflectante IR 22
- Capa reflectante IR basada en carburo de titanio 22: TiC (23.5 nm)
- capa dieléctrica inferior altamente refractiva 21: TiO (0.3 nm) y
- panel de vidrio 2 como panel exterior: vidrio (4.0 mm).

Ejemplo 4:

- Panel interior 5: vidrio (4.0 mm)
- capa intermedia termoplástica 4: PVB (0.38 mm)
- capa dieléctrica superior altamente refractiva 23: SiN (24.8 nm)
- Capa reflectante IR basada en carburo de titanio 22: TiC (11.1 nm)
- capa dieléctrica inferior altamente refractiva 21: SiN (5.6 nm), TiO (5.2 nm), en la que el SiN tiene contacto directo con la capa reflectante de IR 22, y

- el panel de vidrio 2 como panel exterior: vidrio (4.0 mm).

Las propiedades de los paneles 1 de acuerdo con la invención de los ejemplos 2 a 4 se muestran en la Tabla 3.

Las propiedades TL, a^*T , b^*T y ε enumeradas en la Tabla 3 corresponden a las propiedades dadas anteriormente para las Tablas 1 y 2, respectivamente, en las que se simularon y no se midieron.

Además, en el Tabla 3

- RL_{in} es el reflejo de luz integrado, simulado por el panel interior del vidrio laminado con un ángulo de incidencia de 8° y un ángulo de observación de 2° (iluminante D65);

- a^*R_{in} y b^*R_{in} son los valores simulados del color de reflexión del panel interior del panel laminado en el espacio de color $L^*a^*b^*$, simulados con un ángulo de incidencia de 8° y un ángulo de observación de 2° (iluminante D65);

- RL_{out} es la reflexión de luz integrada, simulada desde el panel exterior del panel laminado con un ángulo de incidencia de 8° y un ángulo de observación de 2° (iluminante D65);

- a^*R_{out} y b^*R_{out} son los valores simulados del color de reflexión del panel exterior del panel laminado en el espacio de color $L^*a^*b^*$, simulado con un ángulo de incidencia de 8° y un ángulo de observación de 2° (iluminante D65); y

- g es el valor *Solar Control*, que corresponde al porcentaje de energía solar que pasa a través del vidrio a una habitación. Este factor tiene en cuenta la transmisión directa del vidrio y el fenómeno de reflectividad energética de la pared de vidrio hacia el interior (el vidrio se calienta al absorber los rayos solares), medido de acuerdo con la norma ISO 9050 AM 1.5.

El panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 2 tiene una transmisión de luz TL del 29%, una reflexión interna y externa similar (RL_{in} y RL_{out} respectivamente), así como colores de transmisión neutros a^*T y b^*T y colores de reflexión a^*R_{in} , b^*R_{in} , a^*R_{out} y b^*R_{out} a un valor g bajo. Además, el panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 3 muestra una transmisión de luz TL del 30% y una alta reflexión externa RL_{out} , mientras que tiene colores de transmisión neutros a^*T y b^*T y colores de reflexión a^*R_{in} , b^*R_{in} , a^*R_{out} y b^*R_{out} y un valor g bajo. El panel 1 de acuerdo con la invención según el Ejemplo 4 tiene una transmisión de luz TL del 46% con reflexión interna y externa similar (RL_{in} y RL_{out} , respectivamente), color de reflexión neutra a^*R_{in} , b^*R_{in} , a^*R_{out} y b^*R_{out} y color de transmisión a^*T y b^*T y un valor g bajo.

Las Figura 13 a 18 muestran la transmisión de luz y la reflexión de la luz de los paneles 1 de acuerdo con la invención según los Ejemplos 2 a 4.

Tabla 3

Recubrimiento	TL [%]	a^*T	b^*T	RL_{in} [%]	a^*R_{in}	b^*R_{in}	RL_{out} [%]	a^*R_{out}	b^*R_{out}	ε [%]	g
Ejemplo 2	29	-3.7	10.4	14.4	3.8	3.0	16.2	1.6	-2.0	47	34
Ejemplo 3	30	-1.8	7.1	8.8	2.3	0	30.5	-2.8	-1.0	50	35
Ejemplo 4	46	-1.0	43	12.8	-2.0	-2.5	17.0	-2.2	-5.6	60	49

Lista de signos de referencia:

- | | | |
|----|-------|--|
| | (1) | Panel |
| | (2) | Panel de vidrio |
| | (3) | Panel exterior |
| 5 | (4) | Capa intermedia termoplástica |
| | (5) | Panel interior |
| | (20) | Revestimiento |
| | (21) | Capa dieléctrica inferior altamente refractiva |
| | (22) | Capa reflectante IR a base de carburo de titanio |
| 10 | (23) | Capa dieléctrica superior altamente refractiva |
| | (23a) | Primera capa de una secuencia de capas dieléctricas superiores |
| | (23b) | Segunda capa de una secuencia de capas dieléctricas superiores |
| | (24) | Capa dieléctrica de baja refracción |
| 15 | (I) | Superficie exterior del panel de vidrio 2 en el caso de un solo panel de vidrio /superficie exterior del panel de vidrio 2 o del panel de vidrio 3 en el caso de un cristal laminado |
| | (II) | Superficie interior del panel de vidrio 2 en el caso de un solo cristal /superficie interior del panel de vidrio 2 o del panel de vidrio 3 en el caso de un cristal laminado |
| | (III) | Superficie exterior del panel de vidrio 2 o del panel interior 5 en el caso de un cristal laminado |
| 20 | (IV) | Superficie lateral interior del panel de vidrio 2 o el panel interior 5 en el caso de un cristal laminado |