

Descripción

Título: UNIDAD DE CRISTAL CON UNA CAPA DOBLE DE ESTAÑO PARA CONTROL SOLAR

5

La invención se refiere a unidades de cristal aislantes denominadas cristal de control solar, que se equipan con pilas de capas finas denominadas capas funcionales, lo que significa que actúan sobre la radiación solar y/o térmica esencialmente mediante la reflexión y/o absorción de la radiación infrarroja trasera (solar) o lejana (térmica). La aplicación a la que la invención se dirige más particularmente es principalmente el campo de la construcción, como cristal de control solar. Sin salirse del alcance de la invención, el presente cristal también puede utilizarse en sistemas de cristales de vehículos, como ventanas laterales, techos de autos, y ventanas traseras.

10

15

20

El término capa "funcional" o en su defecto capa "activa" en el sentido de la solicitud de patente presente se refiere a las capas en la pila que le brindan a la pila la parte esencial de sus propiedades de aislamiento térmico. Las pilas de capas finas que equipan la unidad de cristal generalmente le dan propiedades de aislamiento sustancialmente mejoradas, muy esencialmente mediante las propiedades intrínsecas de dichas capas activas. Estas capas actúan sobre el flujo de la radiación infrarroja térmica que pasa a través de dicha unidad de cristal, en oposición a las otras capas, que generalmente están hechas de material dieléctrico y que generalmente tienen la función primaria de brindarle a dichas capas funcionales protección mecánica o química. Un material dieléctrico es un material cuya forma sólido en la ausencia de impurezas presenta una resistividad alta, en particular una resistividad de inicialmente más de 10^{10} ohmios por metro (Ω m).

25

Las unidades de cristal de esta clase con pilas de capas finas actúan sobre la radiación IR incidente ya sea esencialmente mediante la absorción de dicha radiación mediante la capa o capas funcionales, o esencialmente a través de la reflexión mediante estas mismas capas.

Estas unidades de cristal se denominan colectivamente cristal de control solar. Esencialmente se comercializan y utilizan:

30

- Para brindar, esencialmente, protección de alojamientos contra la radiación solar, o al compartimento de pasajeros (automóvil) y evita el sobrecalentamiento allí dentro, con estas unidades de cristal que clasifican en la técnica de la protección solar,
- O esencialmente para proveer aislamiento térmico de alojamientos y evitar pérdidas de calor, con estas unidades de cristal que clasifican como unidades de cristal aislantes.

35

Por lo tanto, la protección solar se refiere, en el sentido de la presente invención, a la capacidad de la unidad de cristal para limitar el flujo de energía, en particular la radiación solar infrarroja (IRS) que pasa a través de ella desde el exterior al interior del alojamiento o compartimento de pasajeros.

40

Un aislante térmico se refiere a una unidad de cristal equipada con al menos una capa funcional que le brinda pérdida de energía reducida; dicha capa tiene propiedades de reflexión de la radiación IR de entre 5 y 50 micrómetros. Las capas funcionales utilizadas en esta función tienen un coeficiente alto de reflexión de la radiación IR y se denominan capas de baja emisividad (o baja-e).

45

En ciertos países, las normas sugieren que las unidades de cristal tengan propiedades de protección solar y propiedades de aislamiento térmico para construir las unidades de cristal. Esta propiedad se mide generalmente mediante el factor solar, abreviado SF, o usualmente g en la técnica.

50

Convencionalmente, el factor solar g es igual a la relación de la energía que pasa a través de la unidad de cristal (por ejemplo, que entra a la habitación) y la energía solar incidente. Más particularmente, corresponde a la suma del flujo transmitido directamente a través de la unidad de cristal y el flujo absorbido de la unidad de cristal (inclusive las pilas de capa opcionalmente

presentes en una de las superficies de dicha unidad) y luego posiblemente re-emitidas al interior (la habitación).

En el sentido de la presente invención, un factor g en el orden de 30 a 35% se considera suficiente para lograr la función aislante.

- 5 Las pilas de mayor rendimiento disponibles en el mercado por el momento para resolver los problemas anteriores, que se aplican mediante técnicas de pulverización por magnetrón, incorporan una capa metálica de plata que opera esencialmente en modo reflexión, reflejando una parte principal de la radiación IR (infrarroja) incidente. Las pilas por lo tanto se utilizan primariamente como unidades de cristal de baja emisividad (o baja-e) para el aislamiento
10 térmico de edificios. No obstante, estas capas son altamente sensibles a la humedad, y por lo tanto se usan exclusivamente en unidades de cristal dobles, en su cara 2 o 3, para la protección contra la humedad. Estas pilas según la invención no comprenden dichas capas de plata, ni tampoco de oro o platino o en su defecto de cobre. De manera más general, las pilas según la invención no contienen metales preciosos, o, si lo hicieran, entonces se encuentran
15 presentes en cantidades muy pequeñas, en particular en las formas de impurezas inevitables.

Por lo general, todas las características luminosas y térmicas presentadas en la presente descripción son reconocidas por la persona con habilidad en la técnica y pueden obtenerse según los principios y métodos descritos en las normas NF EN 410 (2011) e ISO 9050 (2003), relacionadas respectivamente a la determinación de características luminosas y de energía de
20 las unidades de cristal utilizadas en vidrio para la construcción.

De acuerdo con otro aspecto, que se ha tenido en cuenta en ciertas aplicaciones, cuando se combinan con el sustrato de vidrio utilizado (en particular con un vidrio transparente), los revestimientos también deben ser amigables a la vista, lo que quiere decir que la unidad de cristal que se equipa con su pila debe tener una colorimetría, en transmisión y en reflexión
25 interna, que sea lo suficientemente neutral como para no presentar inconvenientes a los habitantes del edificio o los pasajeros del vehículo, en el sistema colorimétrico CIE LAB (L^* , a^* , b^*). En particular, los valores para el coeficiente a^* de estos dos parámetros debe estar lo más cercano posible a 0 para que el color se considere lo suficientemente neutral. En particular, los valores excesivos del coeficiente a^* en la reflexión interna, en otras palabras en el lateral de la
30 pila (abreviado a^*_{int} en el resto de la descripción), brindan una coloración intensa de la unidad de cristal al ser vista desde el interior del edificio y el compartimento de pasajeros, y son inadmisibles. Con este objetivo en mente, se le dará preferencia a la búsqueda de piezas de vidrio en donde el parámetro a^*_{int} esté entre los valores -10 y 10, preferentemente entre -8 y 8, o incluso entre -5 y 5. Asimismo, la invención apunta al desarrollo de piezas de vidrio que
35 tengan un color relativamente neutro en la transmisión, para brindar una representación correcta de los colores desde el exterior al interior del edificio. Se le dará más importancia a la búsqueda de piezas de vidrio en donde el parámetro a^*_T esté entre -10 y 10, o incluso entre -5 y 5, y más preferentemente, entre -5 y 0.

Como se indicó previamente, los revestimientos se aplican convencionalmente mediante técnicas en las que un cátodo del material o de un precursor del material a aplicar se aplica mediante pulverización al vacío con asistencia de campo magnético, lo que a menudo se denomina técnica de pulverización por magnetrón en la técnica. Una técnica de este tipo hoy en día se utiliza convencionalmente cuando el revestimiento a aplicar consiste en una pila más
40 compleja de capas sucesivas con grosores de unos pocos nanómetros o unas pocas decenas de nanómetros.
45

En último lugar, se apunta en las tecnologías actuales a las pilas en las que los colores en la reflexión exterior son ajustables, en otras palabras, pilas que permitan a las unidades de cristal obtenerse con un color en la reflexión exterior diferente, sobre la base de la misma secuencia de capas sucesivas. Específicamente, lo que se busca son pilas con las que, al modificar el
50 grosor de sus varias capas constituyentes, se modifique el color que se brinda en la visión exterior, mientras que retiene un color relativamente neutral en la transmisión y en la reflexión interior. En función de los requisitos, y durante la producción de estas unidades de cristal, es entonces posible aplicar sucesivamente, en el aparato de magnetrón, diferentes pilas que corresponden a diferentes colores en reflexión, sin necesidad de realizar modificaciones
55 sustanciales a dicho aparato (en particular, a los objetivos utilizados para aplicar cada capa). El pasaje de la producción de una unidad de cristal a otra por lo tanto se puede lograr simplemente al ajustar las condiciones de pulverización para establecer diferentes grosores.

La solicitud de patente WO2018/129135 describe una pila de capas que comprende en sucesión la siguiente secuencia de capas: $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiN}/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiN}/\text{Si}_3\text{N}_4$. Esta publicación indica que una secuencia de este tipo, en la que las capas funcionales TiN se encapsulan mediante capas dieléctricas en nitruro de silicio, posibilita la producción de una pila en donde el color es sustancialmente neutral sobre el lateral de vidrio (exterior).

El desarrollo de pilas nuevas se vuelve necesario para ciertas aplicaciones y en particular para resolver los problemas y lograr los objetivos descriptos previamente.

La búsqueda está en proceso, en particular, para unidades de cristal que provean una comodidad visual mejorada en los campos de la construcción (como cristal de edificio) y en el campo automotriz (como cristal lateral, cristal de ventana trasera, o en su defecto, techo de vidrio). Uno de los objetos de la presente invención para responder a una demanda de este tipo es el suministro de piezas de vidrio aislantes térmicamente en donde los colores son relativamente neutrales en transmisión y en reflexión interior y para las cuales el color en la reflexión exterior puede ajustarse fácilmente durante la producción de las piezas.

De acuerdo con los resultados obtenidos por la empresa solicitante, los problemas anteriores que han sido resueltos mediante las piezas de vidrio son los descriptos a continuación:

Una pieza de vidrio con propiedades de protección solar, de acuerdo con la invención, comprende al menos un sustrato de vidrio equipado con una pila de capas, en donde la pila comprende en sucesión, desde la superficie de dicho sustrato:

- Una primera capa TN_1 que comprende nitruro de titanio y preferentemente con base de nitruro de titanio, con un grosor de entre 1 nanómetro y 50 nanómetros, preferentemente entre 1 y 30 nanómetros, más preferentemente entre 2 y 25 nm,
 - Un primer módulo M_1 que consiste en una capa con base de material dieléctrico con un grosor e_1 , o que consiste en un ensamble de capas en función de materiales dieléctricos, con un grosor acumulativo e_1 de entre 1 y 100 nm,
 - Una segunda capa TN_2 que comprende nitruro de titanio y preferentemente con base de nitruro de titanio, con un grosor de entre 1 nanómetro y 50 nanómetros, preferentemente entre 5 y 40 nanómetros, más preferentemente entre 10 y 40 nm,
 - Un segundo módulo M_2 que consiste en una capa con base de material dieléctrico con un grosor e_2 , o que consiste en un ensamble de capas con base de materiales dieléctricos, con un grosor acumulativo e_2 de entre 1 y 120 nm,
- Y en donde dicha capa TN_1 está en contacto directo con la superficie del sustrato.

De acuerdo con las realizaciones preferidas de la presente invención, que pueden evidentemente combinarse entre sí si corresponde:

- Dentro de la pila, el primer módulo M_1 está en contacto con la primera capa TN_1 y con la segunda capa TN_2 .
- Dentro de la pila, el segundo módulo M_2 está en contacto con la segunda capa TN_2 .
- El módulo o módulos M_1 y/o M_2 tienen como base materiales seleccionados del grupo de: nitruro de silicio, nitruro de aluminio, óxido de estaño, óxido de zinc y estaño mezclado, óxido de silicio, óxido de titanio, y oxinitruro de silicio.
- El módulo o módulos M_1 y/o M_2 tienen como base materiales seleccionados del grupo de: nitruro de silicio, nitruro de aluminio, óxido de estaño, y un óxido de zinc y estaño mezclado.
- El módulo M_2 tiene como base materiales seleccionados del grupo de: nitruro de silicio, nitruro de aluminio, óxido de estaño, óxido de zinc y estaño mezclado, y óxido de titanio; preferentemente M_2 tiene como base nitruro de silicio, nitruro de aluminio, o sus mezclas entre ellos.
- El módulo M_2 tiene como base materiales seleccionados del grupo de: nitruro de silicio, nitruro de aluminio, óxido de estaño, óxido de zinc y estaño mezclado, y óxido de titanio; preferentemente M_2 tiene como base nitruro de silicio, nitruro de aluminio, o mezclas entre ellos.
- M_1 y M_2 son capas simples.
- M_1 o M_2 comprenden nitruro de silicio.
- M_1 y M_2 comprenden nitruro de silicio.
- M_1 o M_1 tienen como base nitruro de silicio.
- M_1 y M_2 tienen como base nitruro de silicio.

- La pila consiste en la siguiente secuencia de capas, desde la superficie del sustrato: capa con base de nitruro de titanio / capa con base de nitruro de silicio / capa con base de nitruro de titanio / capa con base de nitruro de silicio / opcionalmente al menos una capa protectora seleccionada preferentemente de óxidos de titanio, óxidos de zirconio, o una mezcla de óxidos de titanio y zirconio.
- El grosor e_1 del primer módulo M_1 es de entre 15 nm y 100 nanómetros, incluidos los extremos.
- El grosor e_2 del segundo módulo M_2 es de entre 10 nm y 100 nanómetros, incluidos los extremos.
- El grosor de la capa TN_2 es mayor que el grosor de la capa TN_1 .
- El grosor de la capa TN_1 es mayor que el grosor de la capa TN_2 .
- En la pieza de vidrio:
 - o El grosor de la capa TN_1 es de entre 5 y 25 nm, preferentemente entre 10 y 20 nm,
 - o El grosor e_1 del módulo M_1 es de entre 20 y 45 nm, preferentemente entre 25 y 40 nm,
 - o El grosor de la capa TN_2 es de entre 5 y 30 nm, preferentemente entre 10 y 20 nm,
 - o El grosor e_2 del módulo M_2 es de entre 5 y 30 nm, preferentemente entre 5 y 20 nm.
- En la pieza de vidrio:
 - o El grosor de la capa TN_1 es de entre 5 y 25 nm, preferentemente entre 10 y 20 nm,
 - o El grosor e_1 del módulo M_1 es de entre 40 y 65 nm, preferentemente entre 45 y 60 nm,
 - o El grosor de la capa TN_2 es de entre 5 y 30 nm, preferentemente entre 10 y 20 nm,
 - o El grosor e_2 del módulo M_2 es de entre 70 y 110 nm, preferentemente entre 80 y 100 nm.
- En la pieza de vidrio:
 - o El grosor de la capa TN_1 es de entre 10 y 30 nm, preferentemente entre 10 y 25 nm,
 - o El grosor e_1 del módulo M_1 es de entre 40 y 65 nm, preferentemente entre 45 y 60 nm,
 - o El grosor de la capa TN_2 es de entre 10 y 30 nm, preferentemente entre 15 y 25 nm,
 - o El grosor e_2 del módulo M_2 es de entre 20 y 45 nm, preferentemente entre 25 y 40 nm.
- El grosor acumulativo $TN_1 + TN_2$ de la primera capa con base de nitruro de titanio y la segunda capa con base de nitruro de titanio es menor a 60 nm, preferentemente menor a 55 nm y más preferentemente se encuentra entre 25 y 45 nm.
- El revestimiento no contiene ninguna capa de naturaleza mecánica, en particular ninguna capa con base de plata u oro o cobre.
- El sustrato de vidrio sobre el que se aplica la pila está hecho de vidrio transparente. Sin salirse del alcance de la invención, también es posible concebir la aplicación de la pila a un sustrato de vidrio coloreado.
- La pieza de vidrio comprende dos sustratos de vidrio ensamblados a través de una lámina termoplástica, en particular hecha de butiral de polivinilo PVB; al menos uno de estos sustratos incluye dicha pila de capas; esta pila se dispone preferentemente en una cara de un sustrato dirigido hacia el interior de dicha unidad de cristal, o en su defecto, en contacto con la lámina termoplástica.
- La pieza de vidrio previa comprende un primer sustrato de vidrio, preferentemente de color en su masa, unido a un segundo sustrato mediante una lámina termoplástica intermedia, en particular hecha de PVB; este segundo sustrato está hecho de vidrio transparente y contiene dicha pila de capas dispuesta preferentemente sobre su cara expuesta hacia el exterior de dicha pieza. "De color en su masa" se refiere a que el sustrato comprende dentro de su composición de vidrio elementos diseñados para darle coloración (es decir, diferente al color de un vidrio "transparente"); en particular, los elementos como cobalto, hierro, selenio, e incluso cromo, que también puede estar diseñado para reducir la transmitancia de luz del sustrato.
- En la pieza de vidrio que comprende dos sustratos de vidrio:
 - o El grosor de la capa TN_1 es de entre 10 y 30 nm, preferentemente entre 15 y 25 nm,

- El grosor e_1 del módulo M_1 es de entre 10 y 35 nm, preferentemente entre 10 y 35 nm,
 - El grosor de la capa TN_2 es de entre 5 y 30 nm, preferentemente entre 10 y 20 nm,
 - El grosor e_2 del módulo M_2 es de entre 50 y 90 nm, preferentemente entre 60 y 80 nm.
- En la pieza de vidrio que comprende dos substratos de vidrio:
 - El grosor de la capa TN_1 es de entre 1 y 20 nm, preferentemente entre 1 y 10 nm, más preferentemente entre 2 y 8 nm,
 - El grosor e_1 del módulo M_1 es de entre 50 y 80 nm, preferentemente entre 55 y 75 nm,
 - El grosor de la capa TN_2 es de entre 20 y 50 nm, preferentemente entre 25 y 45 nm,
 - El grosor e_2 del módulo M_2 es de entre 40 y 80 nm, preferentemente entre 55 y 75 nm.
- En la pieza de vidrio que comprende dos substratos de vidrio:
 - El grosor de la capa TN_1 es de entre 10 y 40 nm, preferentemente entre 15 y 25 nm,
 - El grosor e_1 del módulo M_1 es de entre 60 y 100 nm, preferentemente entre 75 y 95 nm,
 - El grosor de la capa TN_2 es de entre 10 y 30 nm, preferentemente entre 15 y 25 nm,
 - El grosor e_2 del módulo M_2 es de entre 30 y 60 nm, preferentemente entre 35 y 55 nm.

25 Las capas de nitruro de titanio de acuerdo con la invención preferentemente tienen como base nitruro de titanio o más preferentemente consisten esencialmente en nitruro de titanio.

Una capa con base de nitruro de titanio comprende, por ejemplo, al menos 50% en peso de nitruro de titanio, o más de 60% en peso de nitruro de titanio, o incluso más de 80% en peso, o incluso más de 90% en peso de nitruro de titanio.

30 El nitruro de titanio de acuerdo con la invención no necesariamente es estequiométrico (relación atómica Ti/N de 1), sino que puede ser super- o sub-estequiométrico. De acuerdo con una realización beneficiosa, la relación N/Ti es de entre 1 y 1,2. El nitruro de titanio de acuerdo con la invención también puede comprender una cantidad menor de oxígeno, por ejemplo, entre 1 y 10% por mol de oxígeno, en particular entre 1 y 5% por mol de oxígeno.

35 De acuerdo con una realización particularmente preferida, las capas de nitruro de titanio según la invención siguen la fórmula TiN_xO_y , en donde $1,00 < x < 1,20$ y en donde $0,01 < y < 0,10$.

Los materiales dieléctricos, cuando se aplican en capas delgadas, pueden comprender, sin embargo, elementos complementarios que sustancialmente aumentan su conductividad eléctrica, que son útiles, por ejemplo, para mejorar el rendimiento de pulverización catódica del material precursor que compone el objetivo de magnetrón. Las capas dieléctricas de los módulos M_1 , M_2 de acuerdo con la invención pueden ser capas con base de material seleccionado de: nitruro de silicio, nitruro de aluminio, óxido de estaño, óxido de zinc o estaño mezclado, óxido de silicio, óxido de titanio, y oxinitruro de silicio; los módulos M_1 y M_2 preferentemente consisten en una sola capa y esta capa tiene como base nitruro de silicio. Un material con base de nitruro de silicio, óxido de estaño, óxido de zinc y estaño mezclado, óxido de silicio, óxido de titanio o oxinitruro de silicio es por ejemplo un material que consiste principalmente, y preferentemente esencialmente, en un compuesto, pero también puede, sin embargo, contener otros elementos minoritarios, en particular en sustitución de los cationes, por ejemplo, para promover su deposición en la forma de capas delgadas mediante las técnicas comunes de pulverización por magnetrón como se describiera previamente. A modo de ejemplo, las capas de acuerdo con la presente invención hechas de nitruro de silicio (o de oxinitruro de silicio, o incluso de óxido de silicio), en particular las que se aplican mediante magnetrón, generalmente comprenden elementos del tipo Al, Zr, B, etcétera, en proporciones que pueden variar, por ejemplo, hasta 10 at.% o incluso en algunos casos hasta 20 at.%, en función del contenido de silicio de la capa. De manera similar, las capas de óxido de titanio pueden comprender, en sustitución del titanio, otros cationes metálicos minoritarios como el zirconio, sin salirse del alcance de la presente invención.

La unidad de cristal de acuerdo con la invención puede ser una sola unidad de cristal en la que la pila de capas delgadas preferentemente se dispone en la cara 2 de la unidad de cristal; las caras del sustrato se enumeran desde el exterior hacia el interior del edificio o compartimento de pasajeros que equipa.

- 5 De acuerdo con otra realización, la unidad de cristal según la invención puede ser una unidad de cristal laminada, que comprende dos sustratos de vidrio ensamblados a través de una lámina termoplástica, en particular una lámina hecha de butiral de polivinilo o PVB; dicha unidad de cristal se equipa con una pila de capas como se describe previamente. La pila preferentemente se aplica a la cara del sustrato dirigida hacia el interior de la estructura laminada, en particular sobre la cara 2 de la unidad de cristal, y más preferentemente entra en contacto con la lámina termoplástica. Alternativamente, se puede aplicar a la cara interior de la unidad de cristal laminada, en otras palabras, en la cara 4 de la unidad de cristal, con las caras enumeradas de forma convencional de 1 a 4 desde el exterior hacia el interior de la unidad de cristal.
- 10
- 15 Los sustratos descritos previamente pueden evidentemente templarse térmicamente y/o curvarse.

Un método para producir una pieza de acuerdo con la invención comprende, por ejemplo, al menos los siguientes pasos:

- Un sustrato de vidrio se introduce en un dispositivo de pulverización catódica,
 - 20 - En un primer compartimento, un objetivo de titanio se pulveriza mediante plasma generado a partir de un gas que comprende nitrógeno, preferentemente como una mezcla con un gas noble como puede ser argón,
 - En un compartimento subsiguiente, se aplica al menos una capa intermedia de material dieléctrico,
 - 25 - En un compartimento subsiguiente, se pulveriza un objetivo de titanio mediante plasma generado a partir de un gas que comprende nitrógeno, preferentemente en una mezcla con un gas noble como puede ser argón,
 - En un compartimento subsiguiente, se aplica al menos una capa superior de un material dieléctrico.
- 30 El término “capa superior” se refiere, en la presente descripción, a la posición respectiva de dichas capas en relación con la capa o las capas funcionales en la pila; dicha capa está transportada por el sustrato de vidrio. En particular, la capa superior es la capa más alejada en la pila, alejada del sustrato.

El término “capa intermedia” indica la capa o capas dispuestas entre dos capas funcionales.

- 35 El grosor de una capa se refiere, en el sentido de la presente invención, al grosor geométrico real de la capa, como se pueda medir, en particular, mediante las técnicas convencionales de microscopía de electrones u otras.

- La invención y sus ventajas se describen en mayor detalle de ahora en adelante, utilizando los ejemplos no limitantes a continuación, de acuerdo con la invención. En todos los ejemplos y en la descripción, a menos que se especifique lo contrario, los grosores que se brindan son geométricos.
- 40

Las propiedades y ventajas de las unidades de cristal según la invención se ilustran con los siguientes ejemplos.

- 45 En estos ejemplos, el sustrato de vidrio se cubre en sucesión con una pila de capas que comprende dos capas funcionales con base de nitruro de titanio, una capa intermedia (primera capa M_1 entre las dos capas TiN) con base de nitruro de silicio, y una capa superior (segunda capa M_2) también con base de nitruro de silicio (identificado, a modo de conveniencia, como Si_3N_4 de aquí en adelante, incluso si la estequiometría no sea necesariamente Si_3N_4).

- 50 Todos los sustratos están hechos de vidrio transparente de 4 mm en grosor: vidrio Planilux® comercializado por la empresa Saint-Gobain Glass France. Todas las capas se aplican convencionalmente mediante pulverización catódica asistida por campo magnético (a menudo denominada pulverización por magnetrón).

En un modo reconocido, las varias capas sucesivas se aplican en compartimentos sucesivos dedicados del dispositivo de pulverización catódica; cada compartimento incluye un objetivo metálico específico de Si o Ti seleccionado para la aplicación de una capa específica en la pila.

- 5 Más específicamente, las capas de nitruro de silicio se aplican en compartimentos del dispositivo a partir de un objetivo de silicio metálico (dopado con 8% en masa de aluminio), en una atmósfera reactiva que contiene nitrógeno. Las capas de nitruro de silicio por lo tanto también contienen aluminio.

Las capas de nitruro de titanio se aplican en otros compartimentos del dispositivo a partir de un objetivo de titanio metálico puro en una atmósfera reactiva que contiene nitrógeno y argón.

- 10 Las condiciones para la aplicación por magnetron de dichas capas, en particular para obtener un grosor deseado de cada capa en la pila, son reconocidas técnicamente en la técnica.

Las condiciones de aplicación se ajustaron según las técnicas convencionales para la aplicación por magnetron, para obtener varias pilas; la sucesión de capas en estas pilas y sus grosores (en nanómetros, nm) se reportaron en la Tabla 1 a continuación:

- 15 [Tabla 1]

	TiN (TN ₁)	Si ₃ N ₄ (M ₁)	TiN (TN ₂)	Si ₃ N ₄ (M ₂)	Color exterior deseado
Ejemplo 1 (Invención)	15	32	16	10	Neutral
Ejemplo 2 (invención)	15	54	16	99	Azul
Ejemplo 3 (invención)	18	54	17	31	Bronce

A – Medición de las características de las unidades de cristal

- 20 Las características térmicas y ópticas de las unidades de cristal se midieron según los siguientes principios y normas:

1) Propiedades ópticas:

- 25 Las mediciones se realizaron de acuerdo con las normas europeas previamente citadas ISO 9050 y NF EN410. Más específicamente, la transmitancia de luz T_L , la reflectancia de luz desde el lateral de la pila R_{int} y la reflectancia de luz desde el lateral del vidrio sin recubrir R_{ext} se miden entre 380 y 780 nm utilizando el iluminante D₆₅.

Los parámetros a^*_{int} y b^*_{int} (lateral de pila en reflexión interna, en otras palabras, en la cara del vidrio sobre el que se aplicó la pila) se miden según el modelo colorimétrico (L, a^* , b^*).

- 30 El parámetro a^*_{ext} y b^*_{ext} (lateral de vidrio en reflexión externa, en otras palabras, sobre la cara del vidrio que ha permanecido desnuda) también se mide de acuerdo con el modelo colorimétrico (L, a^* , b^*).

2) Propiedades térmicas:

Las propiedades de aislamiento térmico de la unidad de cristal se evalúan al determinar el factor solar g, de acuerdo con las condiciones descritas en las normas previas.

35 B – Resultados

Los resultados obtenidos para las unidades de cristal monolíticas de acuerdo con los ejemplos descriptos previamente se vierten en la Tabla 2 a continuación:

[Tabla 2]

Ejemplo	T _L	a*	b*	R _{ext}	a* _{ext}	b* _{ext}	R _{int}	a* _{int}	b* _{int}	g	Color exterior
1 (inv.)	30	-4,3	1,8	14	-2,6	0	15	3,0	-2,0	31	Neutral
2 (inv.)	30	-4,6	3	9	-5	-19	20	1,1	-6,5	33	Azul
3 (inv.)	30	-3,7	1,5	12	9,6	10	8	-5	-5	31	Bronce

Los ejemplos 1 a 3 son ejemplos de acuerdo con la presente invención. Para estos tres ejemplos, se observa una transmitancia de luz en el orden de 30%, y se observa un color relativamente neutral o ligeramente azul en la reflexión interior, que se reputa como agradable.

- 5 El factor solar g está en el orden de 30 a 35%, brindando propiedades de aislamiento térmico buenas en la parte de la unidad de cristal. La unidad de cristal de acuerdo con el ejemplo 1 posee una colorimetría neutral en la reflexión exterior (desde el lateral sin recubrir de la unidad de cristal). La unidad de cristal de acuerdo con el ejemplo 2, que presenta la misma secuencia de capas que el ejemplo 1 pero con diferentes grosores de las capas que componen la pila, presenta una colorimetría azul pronunciada en la reflexión exterior. La unidad de cristal de acuerdo con el ejemplo 3, para grosores modificados aún más, presenta una colorimetría de bronce pronunciada en la reflexión exterior.

- 15 Las unidades de cristal de acuerdo con la invención por lo tanto comprenden pilas para las que los colores en la reflexión exterior son ajustables; estas son pilas cuyo color en la reflexión exterior es diferente, sobre la base de la misma secuencia de capas sucesivas.

En otros ejemplos complementarios, se hace un esfuerzo para obtener unidades de cristal laminadas sobre la base de unidades de cristal con un soporte de vidrio transparente de 4 mm en grosor – vidrio Planilux® - sobre el que las pilas según la invención se aplican mediante las mismas técnicas descritas previamente.

- 20 Las características de las pilas como se aplican se reportan en la Tabla 3 a continuación:

[Tabla 3]

	TiN (TN ₁)	Si ₃ N ₄ (M ₁)	TiN (TN ₂)	Si ₃ N ₄ (M ₂)	Color exterior deseado
Ejemplo 4 (invención)	20	23	13	70	Bronce
Ejemplo 5 (invención)	2	63	37	69	Neutral
Ejemplo 6 (invención)	19	89	22	45	Azul

- 25 El sustrato de vidrio con su pila se ensambló con otro sustrato, hecho de vidrio transparente Planilux® con 4 mm de grosor. El ensamblado se obtiene mediante una lámina de butiral de polivinilo (PVB) que no tiene color y tiene un grosor de 0,38 mm, de forma tal que la pila de capas esté sobre la cara 2 de la unidad de cristal laminada, con las caras enumeradas del 1 al 4 empezando desde la superficie exterior de la unidad, como es costumbre en la técnica.

Se midieron los mismos parámetros en la unidad de cristal laminada final bajo las mismas condiciones descriptas previamente.

- 30 [Tabla 4]

Ejemplo	T _L	a*	b*	R _{ext}	a* _{ext}	b* _{ext}	R _{int}	a* _{int}	b* _{int}	G	Color de reflexión
4	31	-4,6	1,1	16	7,5	15,3	9	-0,1	3	34	Bronce
5	30	-3,9	5,3	14	-1	-6	19	-1,4	3,4	33	Neutral
6	30	-5,2	2,0	21	-8,0	-13,4	10	-1,5	0	31	Azul

Se descubrió que las características ópticas y de energía de las unidades de cristal laminadas de los ejemplos 4 a 6 según la invención, como se reportó en la Tabla 3, permiten resolver el

problema técnico previamente establecido: las unidades de cristal tienen un color sustancialmente neutral en la transmisión y reflexión interior (lateral de la pila) y un color en el aspecto exterior que puede adaptarse a los requisitos deseados.

- 5 Por lo tanto, en las versiones monolíticas y laminadas, es posible según la invención obtener unidades de cristal que son sustancialmente neutrales en transmisión y reflexión interior, con un color de reflexión exterior ajustable, sobre la base de la misma pila, simplemente al variar los grosores de las sucesivas capas en dicha pila.