

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 773**

51 Int. Cl.:

**C03C 17/36** (2006.01)

**E06B 3/66** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2012 PCT/US2012/067063**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2013 WO13090016**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2012 E 12809385 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 2791073**

54 Título: **Unidades de vidrio aislante con revestimientos de baja emisividad y antirreflectante, y/o método para su fabricación**

30 Prioridad:

**13.12.2011 US 201113324267**

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

**16.07.2019**

73 Titular/es:

**GUARDIAN GLASS, LLC (50.0%)  
2300 Harmon Road  
Auburn Hills MI 48326, US y  
GUARDIAN EUROPE S.À.R.L. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**FRANK, MARCUS;  
BOYCE, BRENT;  
KNOLL, HARTMUT;  
LORENZ, ALEXANDER y  
KRILTZ, UWE**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 719 773 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Unidades de vidrio aislante con revestimientos de baja emisividad y antirreflectantes, y/o métodos para su fabricación

5 **Campo de la invención**

Determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención se refieren a unidades de vidrio aislante (UVA o unidades de VA) con revestimientos de baja emisividad (baja E) y antirreflectantes (AR), así como a métodos para su fabricación. En particular, las realizaciones ilustrativas se refieren a unidades de VA que incluyen tres sustratos de vidrio separados entre sí y sustancialmente paralelos, en donde al menos dos de las superficies presentan revestimientos de baja E y al menos algunas de las superficies sin revestimiento de baja E presentan revestimientos AR dispuestos sobre ellas.

**Antecedentes y resumen de realizaciones ilustrativas de la invención**

15 Las unidades de vidrio aislante (UVA o unidades de VA) son conocidas en la técnica. Véanse, por ejemplo, las patentes US-6.632.491, US-6.014.872, US-5.800.933, US-5.784.853, y US-5.514.476, y también la publicación de EE. UU. n.º 2007/0128449. El documento EP-2 138 667 A1 se refiere a unidades de vidrio aislantes basadas en acristalamientos triples. El documento US-2011/262 694 A1 describe múltiples acristalamientos con al menos tres sustratos con películas aislantes y películas antirreflectantes incluidas en estos. El documento US-2006/046072 A1 describe acristalamientos dobles de sustratos con revestimientos e indica que resulta deseable una cierta resistencia de la lámina antes del tratamiento térmico. El documento del estado de la técnica US-2005/202 254 A1 se refiere a artículos con revestimiento que incluyen revestimientos de baja E que podrían ser tratados térmicamente. El documento 2006/046 074 se refiere a acristalamientos dobles con revestimiento y también indica que resulta deseable una cierta resistencia de la lámina antes del tratamiento térmico. En US-6.632.491 B1 se refiere a ventanas de vidrio aislante que presentan dos paneles de vidrio y describe que la capacidad de tratamiento térmico de los revestimientos de baja E aplicados puede mejorarse graduando la oxidación de las capas de contacto.

Las unidades de vidrio aislante generalmente incluyen dos paneles, láminas, sustratos o lunas de vidrio separados entre sí sustancialmente paralelos, opcionalmente con una bolsa llena de gas entre ellos. Tal como se muestra en la Fig. 1, el primer y segundo sustratos 10a y 10b están sellados entre sí mediante el uso de sellos/separadores 12 situados alrededor de los bordes de los dos sustratos 10a y 10b. Los componentes aislantes en una unidad de VA convencional pueden incluir un componente aislante y un componente separador. El componente separador puede servir para soportar el peso de los sustratos al mantenerlos separados (y formar así un espacio entre ellos).

En ocasiones, los sellos pueden servir para mantener unidos los sustratos. En algunos casos, estos sellos de borde pueden ser sellos herméticos. El uso de sellos herméticos puede permitir que el espacio entre los sustratos se rellene con un gas. En algunas unidades de VA convencionales puede existir un desecante expuesto al espacio interior existente entre los sustratos. El desecante puede actuar para mantener seca esta separación interior (p. ej., para disminuir la condensación).

Una vez sellada, la UVA queda formada y puede instalarse en un emplazamiento comercial, residencial o de otro tipo, p. ej., a modo de ventana para ahorro de energía. En comparación con una ventana de un solo panel, una ventana estándar de doble panel puede tener un valor R superior a 2. Las unidades de VA pueden presentar valores R incluso superiores. Es posible utilizar otras técnicas para aumentar aún más el valor R de una ventana. Una técnica convencional consiste en aplicar un revestimiento de baja E 14 (p. ej., como se muestra en la Fig. 1) sobre la superficie de uno de los sustratos. Otra técnica consiste en teñir los sustratos de vidrio. Es posible aplicar determinadas técnicas para disminuir la transferencia de calor sobre el espacio situado entre los dos sustratos 10, por ejemplo, creando un vacío o casi vacío entre los dos paneles de vidrio o llenando el espacio con un gas inerte como el argón. Como es sabido, los valores R son medidas de resistencia térmica, y se pueden obtener para una sección completa de material dividiendo la resistencia térmica unitaria entre el área de sección transversal de la profundidad del material o del conjunto. El coeficiente global de transferencia de calor, o valor U, es el inverso del valor R, y describe la capacidad de conducción de calor de un elemento constructivo.

Continuamente se está en busca de nuevas técnicas que permitan reducir la transferencia de calor con el fin de mejorar, por ejemplo, la eficiencia energética de las ventanas. Asimismo, se buscan continuamente nuevas técnicas para fabricar unidades de VA para reducir el coste total de la unidad de VA. Unos valores R más elevados y, con ello, unos valores U inferiores, suelen corresponder a materiales más eficientes desde el punto de vista energético. Por lo tanto, se apreciará que, al diseñar ventanas de mayor eficiencia energética, sería deseable proporcionar valores U bajos para reducir en consecuencia las pérdidas de calor a través de la ventana desde el interior hacia el exterior (en regiones frías). Además, también sería deseable proporcionar una transmisión visible alta y neutra ( $T_{vis}$ ) y una elevada captación de calor solar (factor solar o valor g), lo que haría posible que la radiación solar atravesara la ventana para calentar el interior de la estancia (p. ej., en días fríos).

Las pérdidas de calor causadas por la convección y la conducción térmica pueden reducirse optimizando el gas y la anchura del separador. Sin embargo, una parte significativa de las pérdidas térmicas está provocada por la radiación de calor. Para reducir este tipo de pérdida, debe reducirse la emisividad de al menos una superficie de la UVA, lo que se consigue mediante revestimientos de baja E según se ha mencionado anteriormente. Debido a que, en general, estos

revestimientos son muy sensible a la humedad y a otras condiciones ambientales, los revestimientos de baja E se aplican normalmente sobre al menos una superficie orientada hacia el separador sellado y relleno con el gas noble.

Desafortunadamente, por razones físicas, es difícil bajar el valor U y mantener al mismo tiempo los niveles originales de la transmisión visible y el valor g. Por ejemplo, cuando se intenta bajar el valor U al recubrir más superficies o al modificar el revestimiento, de forma típica se reducen los valores de transmisión visibles y los valores g. En la siguiente tabla se muestran los datos de rendimiento típicos para las UVA de doble acristalamiento. Los datos de la tabla se han simulado para UVA que incluyen dos láminas de vidrio flotado de 4 mm de espesor, con huecos rellenos de argón al 90 % y separados por separadores de 16 mm y con su tercera superficie recubierta con un revestimiento de baja E. Tal como puede observarse en la tabla más adelante, es posible lograr una emisividad del 2 %, lo que implica un valor de U de 1,0 W/m<sup>2</sup>K que se puede lograr con una UVA de doble acristalamiento rellena con Ar.

Rendimiento	Valor U (W/m <sup>2</sup> K)	T <sub>vis</sub> (%)	Valor g (%)
Producto con emisividad del 4 %	1,2	80	66
Producto con emisividad del 3 %	1,1	79	63
Producto con emisividad del 2 %	1,0	70	53

Como puede observarse, la transmisión visible y el valor g caen en este nivel de emisividad registrado más bajo. Como es sabido, por ejemplo en Europa entrarán en vigor nuevos reglamentos que requerirán valores U por debajo incluso de 1,0 N/m<sup>2</sup>K. Los enfoques convencionales para reducir aún más el valor U pueden tener como resultado pérdidas inaceptables de transmisión visible y de valores g y, de hecho, en ocasiones pueden no ser posibles o viables en todos los casos.

Por lo tanto, se apreciará que existe una necesidad en la técnica de acristalamientos para ventanas mejorados que presenten valores U todavía más bajos al tiempo que mantienen niveles aceptables de transmisión visible y valor g. Esta necesidad se satisface con una unidad de vidrio aislante según la reivindicación 1 y un método de fabricación de una unidad de vidrio aislante según la reivindicación 5.

En algunas realizaciones ilustrativas, se proporciona una unidad de vidrio aislante (VA). Se proporcionan un primer, segundo y tercer sustrato de vidrio separados entre sí sustancialmente paralelos, siendo el primer sustrato un sustrato más exterior y el tercer sustrato un sustrato más interior. Un primer sistema separador se dispone alrededor de los bordes periféricos del primer y segundo sustratos, quedando definido un primer hueco entre el primer y segundo sustratos. Un segundo sistema separador se dispone alrededor de los bordes periféricos del segundo y tercer sustratos, quedando definido un segundo hueco entre el segundo y el tercer sustratos. Se disponen un primer y segundo revestimientos de baja emisividad (baja E) sobre las superficies interiores del primer y tercer sustratos respectivamente, de manera que el primer y segundo revestimientos de baja E quedan uno frente a otro. Se disponen un primer y segundo revestimientos antirreflectantes sobre superficies principales opuestas del segundo sustrato. Cada uno de dichos revestimientos de baja E comprende, para distanciarse del sustrato sobre el que está dispuesto: una capa que comprende óxido de titanio, una capa que comprende óxido de zinc, una capa reflectante infrarroja que comprende plata, una capa que comprende un metal, óxido o subóxido de Ni y/o Cr, una capa que comprende óxido de estaño y una capa que comprende nitruro de silicio.

En determinadas realizaciones se proporciona un método de fabricación de una unidad de vidrio aislante (VA). Se disponen un primer, segundo y tercer sustratos de vidrio, en donde el segundo sustrato soporta un primer y segundo revestimiento antirreflectante (AR) sobre superficies principales opuestas de este. El primer sustrato soporta un primer revestimiento de baja emisividad (baja E) sobre una superficie principal de este, y el tercer sustrato soporta un segundo revestimiento de baja E sobre una superficie principal de este. El primer, segundo y tercer sustratos están dispuestos en una relación de separación sustancialmente paralela entre sí mediante un primer y un segundo sistemas separadores, en donde el primer sistema separador está ubicado alrededor de los bordes periféricos del primer y segundo sustratos, separándolos entre sí, y estando el segundo sistema separador situado alrededor de los bordes periféricos del segundo y tercer sustratos, separándolos entre sí. El primer sustrato es un sustrato más exterior y el tercer sustrato es un sustrato más interior. El primer y segundo revestimientos de baja E se disponen sobre las superficies interiores del primer y tercer sustratos respectivamente, de manera que el primer y segundo revestimientos de baja E quedan uno frente a otro. Cada uno de dichos revestimientos de baja E comprende, para distanciarse del sustrato sobre el que está dispuesto: una capa que comprende óxido de titanio, una capa que comprende óxido de zinc, una capa reflectante infrarroja que comprende plata, una capa que comprende un metal, óxido o subóxido de Ni y/o Cr, una capa que comprende óxido de estaño y una capa que comprende nitruro de silicio.

Las características, aspectos, ventajas y realizaciones ilustrativas descritas en la presente memoria pueden combinarse para realizar otras realizaciones adicionales.

**Breve descripción de los dibujos**

Estas y otras características y ventajas pueden comprenderse mejor y de forma más completa haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de realizaciones ilustrativas junto con los dibujos, en los cuales:

- 5 La Figura 1 es una vista en sección transversal de una unidad de vidrio aislante convencional;
- La Figura 2 muestra una UVA con triple acristalamiento que incluye revestimientos de baja E sobre las superficies 3 y 5, de acuerdo con determinadas descripciones;
- 10 La Figura 3 muestra una UVA con triple acristalamiento que incluye revestimientos de baja E sobre las superficies 2 y 5, de acuerdo con determinados ejemplos ilustrativos;
- La Figura 4 muestra el porcentaje de reflectancia frente a la longitud de onda para el vidrio revestido AMIRAN (marca registrada) fabricado por Schott y provisto sobre ambas superficies de una pieza de vidrio flotado de 4 mm de grosor;
- 15 La Figura 5 es un ejemplo de revestimiento de baja E que se puede utilizar en relación con determinadas realizaciones ilustrativas; y
- 20 La Figura 6 es un ejemplo de revestimiento AR ilustrativo de cuatro capas termotratable depositado mediante pulverización catódica que se puede utilizar en relación con determinadas realizaciones ilustrativas.

**Descripción detallada de realizaciones ilustrativas de la invención**

- 25 Determinadas realizaciones se refieren a unidades de vidrio aislante (VA) que incluyen tres sustratos de vidrio separados entre sí y sustancialmente paralelos, en donde al menos dos de las superficies presentan revestimientos de baja emisividad (baja E) y al menos algunas de las superficies sin revestimiento de baja E presentan revestimientos antirreflectantes (AR) dispuestos sobre ellas. En determinadas realizaciones ilustrativas, se proporcionan revestimientos de baja E en la segunda y quinta superficies de la unidad de VA, y cada superficie interna de la unidad de VA que no soporta un revestimiento de baja E soporta un revestimiento AR. En determinadas realizaciones ilustrativas, pueden disponerse revestimientos AR adicionales en una o ambas superficies más exteriores. En algunos casos, el sustrato central no necesita tratamiento térmico gracias a la absorción reducida que se consigue aplicando los revestimientos de baja E en los dos sustratos más exteriores, así como a la menor acumulación de calor en la propia luna central y en los dos separadores adyacentes. Por lo tanto, es posible proporcionar de forma ventajosa en determinadas realizaciones ilustrativas valores U más bajos, junto con valores de transmisión visible y valores g más altos.
- 30
- 35

- Un planteamiento para conseguir unidades de ventana con valores U bajos (p. ej., valores U inferiores o iguales a  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) incluye proporcionar un separador adicional y un revestimiento de baja E adicional en relación con un sustrato adicional. De este modo, determinadas realizaciones ilustrativas pueden proporcionar lo que se conoce como una UVA de triple acristalamiento. Sin embargo, a diferencia de una UVA de doble acristalamiento convencional, cuenta con dos superficies adicionales que son reflectantes. Cada superficie nueva refleja aproximadamente 4 % del espectro visible y aproximadamente 2 % del espectro infrarrojo cercano, reduciendo así aún más el  $T_{vis}$  y el factor solar. En consecuencia, se aumenta la reflectancia total de la UVA de triple acristalamiento en aproximadamente 8 % y se reducen la transmitancia de la luz visible y el factor solar. Por tanto, algunas realizaciones ilustrativas pueden incorporar otros revestimientos antirreflectantes (revestimientos AR) en una, dos, o más superficies adicionales en UVA de triple acristalamiento. Se pueden conseguir valores U inferiores con el separador adicional y un revestimiento de baja E adicional, al tiempo que se permite que la transmitancia de la luz visible y el factor solar se mantengan en valores más altos aprovechando las ventajas de los revestimientos AR.
- 40
- 45

- 50 Las realizaciones pueden incorporar revestimientos de baja E sobre dos de las seis superficies disponibles. Las Figs. 2 y 3 muestran dos descripciones que incluyen en cada caso un primer, segundo y tercer sustratos 20a, 20b y 20c. El primer sustrato 20a está orientado en una zona más cercana al exterior del edificio, mientras que el tercer sustrato 20c está orientado en una zona más cercana al interior del edificio. Se pueden disponer uno o varios gases (p. ej., uno o varios gases inertes tales como argón, criptón,  $\text{SF}_6$  o similares, con o sin oxígeno o similares) en los huecos que se forman entre los sustratos adyacentes.
- 55

- Las Figs. 2 y 3 incluyen un primer y segundo revestimientos de baja E 24a y 24b. Sin embargo, en la Fig. 2, los revestimientos de baja E se disponen en las superficies 3 y 5 (las superficies del segundo y tercer sustrato 20b y 20c orientadas hacia el exterior), mientras que en la Fig. 3 los revestimientos de baja E se disponen en las superficies 2 y 5 (la superficie del primer sustrato 20a orientada hacia el interior y la superficie del tercer sustrato 20c orientada hacia el exterior). Los separadores 22 ayudan a mantener los sustratos sustancialmente paralelos y separados entre sí.
- 60

- Los revestimientos AR 26 se disponen en una o varias superficies en las que no existen revestimientos de baja E. Por lo tanto, en la Fig. 2 se dispone un primer, segundo, tercer y cuarto revestimientos AR 26a, 26b, 26c y 26d sobre las superficies 1, 2, 4 y 6. Como puede apreciarse en determinados ejemplos, es posible disponer revestimientos AR sobre cualquier superficie que sea incompatible con un revestimiento de baja E. En otras realizaciones ilustrativas,
- 65

sin embargo, pueden disponerse revestimientos AR en un subconjunto parcial de las superficies que no cuentan con revestimientos de baja E. Por ejemplo, en algunas realizaciones ilustrativas, los revestimientos de baja E pueden estar presentes en cada superficie interior que no cuenta con un revestimiento de baja E, pero puede o no disponerse en superficies exteriores. En este sentido, la realización ilustrativa de la Fig. 3 muestra los revestimientos AR 26a, 26b y 26c dispuestos sobre la primera, tercera y cuarta superficies del conjunto.

De nuevo en referencia a la Fig. 2, puede observarse que esta UVA de triple acristalamiento incluye revestimientos de baja E sobre las superficies 3 y 5, según determinadas realizaciones ilustrativas. Se ha descubierto que disponer revestimientos de baja E en las superficies 3 y 5 da como resultado los mejores valores solares o valores g. En este caso, las superficies 1, 2, 4 y 6 están disponibles para revestimientos AR.

A pesar de que esta disposición presenta un alto factor solar, cuenta con varias desventajas. Estas desventajas incluyen, por ejemplo, un mayor riesgo de rotura térmica de la luna central. Se cree que el mayor riesgo de rotura térmica está relacionado con la absorción en el interior del revestimiento de baja E, así como con la acumulación de calor en la propia luna y en los dos separadores adyacentes. El revestimiento AR de ambas superficies de la primera luna (superficies 1 y 2) resulta eficiente utilizando el recubrimiento por inmersión (p. ej., a través de procesos sol gel), ya que ambas superficies pueden recubrirse en un único proceso de recubrimiento por inmersión. Por desgracia, las superficies 1 y 6 de la UVA de triple acristalamiento están expuestas a la atmósfera (p. ej., exterior e interior del edificio, respectivamente). Estos revestimientos pueden resultar contaminados o dañados a causa de esta exposición, debido a los trabajos habituales de limpieza, etc. Por desdoblado, en diferentes realizaciones de esta invención pueden disponerse revestimientos de baja E sobre las superficies 3 y 5, p. ej., cuando estos problemas no suponen una especial preocupación.

Las únicas superficies que están disponibles para los revestimientos AR y que están protegidas de la atmósfera exterior e interior son las superficies 2 y 4. La superficie 2 podría estar recubierta, si bien el recubrimiento por inmersión es ineficaz debido a que es posible que la superficie 1 tenga que ser recubierta durante el proceso (para impedir que haya un revestimiento AR orientado hacia la atmósfera exterior y quede superpuesto al revestimiento de baja E). Una situación similar se produce al revestir la superficie 4 con una capa AR, p. ej., dado que la superficie 3 puede tener que ser cubierta. Además, durante los procesos posteriores de revestimiento de baja E, el revestimiento AR puede resultar dañado con motivo del transporte en grandes cantidades sobre los rodillos transportadores de la revestidora de grandes superficies. Sin embargo, algunos de estos problemas de rotura pueden solucionarse mediante el tratamiento térmico del sustrato intermedio (p. ej., endurecimiento por calor o templado térmico). En algunas descripciones, los tres sustratos pueden ser tratados con calor.

Se ha descubierto que cambiar las superficies recubiertas de baja E a 2 y 5, como se muestra en la Fig. 3, reduce el factor solar en aproximadamente 3%. No obstante, se puede considerar que las ventajas de esta disposición compensan este pequeño inconveniente. Por ejemplo, el riesgo de rotura térmica de la luna central relacionada con la absorción puede reducirse, ya que no hay superficies recubiertas de baja E en el sustrato intermedio. Por lo tanto, las superficies 3 y 4 de la luna central están disponibles para un revestimiento AR, posibilitando un recubrimiento por inmersión eficiente en un solo paso. Las superficies 3 y 4 están protegidas de la atmósfera exterior, la contaminación, los procesos de limpieza, y/o similares. Sobre las superficies 1 y 6 también pueden aplicarse revestimientos AR. La realización ilustrativa de la Fig. 3 puede resultar ventajosa, ya que la transferencia y/o absorción de calor reducidas del sustrato central pueden reducir la necesidad de tratar térmicamente este sustrato central. Así, determinadas realizaciones ilustrativas pueden incluir sustratos interiores y exteriores tratados térmicamente (p. ej., termoendurecidos o templados térmicamente) con un sustrato central recocado.

Las propiedades antirreflectantes de un sustrato de vidrio pueden lograrse disponiendo varias pilas de capas de película fina sobre los sustratos y/o definiendo superficies rugosas (p. ej., estructuras de ojos de polilla) en los propios sustratos de vidrio. En distintas realizaciones de esta invención puede utilizarse cualquier técnica adecuada de recubrimiento de película fina. Por ejemplo, los procesos sol-gel son adecuados para aplicar revestimientos AR sobre grandes superficies. La Fig. 4 muestra el porcentaje de reflectancia frente a la longitud de onda para el vidrio revestido AMIRAN (marca registrada) fabricado por Schott y provisto sobre ambas superficies de una pieza de vidrio flotado de 4 mm de grosor. Como se deduce de la Fig. 4, la reflectancia promedio en el intervalo visible (p. ej., entre 380 nm y 780 nm) asciende solamente al 1,3%.

La siguiente tabla proporciona el valor U, la transmisión visible y el valor g de cuatro conjuntos diferentes de unidades de UVA de triple acristalamiento (4 mm de vidrio flotado/separador de 16 mm, relleno con argón al 90% /4 mm de vidrio flotado/16 mm de separador, relleno con argón al 90% /4 mm de vidrio flotado). Las superficies recubiertas (baja E, con una emisividad del 4%) se muestran en la primera columna. Los dos primeros conjuntos ilustrativos no incluyen revestimientos AR, mientras que los dos últimos conjuntos ilustrativos muestran el rendimiento de los mismos conjuntos con el revestimiento AR mencionado anteriormente.

Conjunto	Valor U (W/m <sup>2</sup> K)	T <sub>vis</sub> (%)	R <sub>vis</sub> (%)	Valor g (%)	Superficies sin revestimiento
Baja E en superficie 3 y 5	0,7	70	15	55	1, 2, 4, 6

Baja E en superficie 2 y 5	0,7	70	15	53	1, 3, 4, 6
Baja E en superficie 3 y 5, AR en superficie 2 y 4	0,7	73	10	57	1, 6
Baja E en superficie 2 y 5, AR en superficie 3 y 4	0,7	73	10	55	1, 6

Al aplicar dos revestimientos AR en una unidad de triple acristalamiento, la reflectancia de luz visible de la UVA completa se reduce aproximadamente 5%. La transmitancia y el factor solar aumentan en 3% y 2%, respectivamente. Puede lograrse una mayor reducción en la reflectancia aplicando dos revestimientos AR adicionales en las superficies no recubiertas restantes orientadas hacia la atmósfera interior y exterior.

No es necesario que los revestimientos de baja E estén dispuestos de la misma manera y/o al mismo tiempo que los revestimientos AR. Por ejemplo, en determinadas realizaciones ilustrativas, el revestimiento AR puede ser depositado mediante PE-CVD o dispuesto utilizando una técnica húmeda de un sol, mientras que el revestimiento de baja E puede, por ejemplo, ser depositado mediante pulverización catódica. En las distintas realizaciones ilustrativas que se describen en la presente descripción puede utilizarse cualquier revestimiento adecuado de baja E. La Fig. 5 muestra un ejemplo de revestimiento de baja E que puede utilizarse en determinadas realizaciones ilustrativas.

Tal como se muestra en la Fig. 5, un sustrato 10 de vidrio soporta una capa 55 reflectante infrarroja (IR). La capa 55 reflectante IR en la realización ilustrativa de la Fig. 5 comprende Ag. Se disponen elementos dieléctricos entre la capa 55 reflectante IR y el sustrato 10. En la realización de la Fig. 5, estos elementos dieléctricos incluyen una capa que comprende  $TiO_x$  (p. ej.,  $TiO_2$  u otra estequiometría apropiada) 51, así como una capa que comprende  $ZnO_x$  (p. ej.,  $ZnO_2$  u otra estequiometría apropiada) 53. La capa que comprende  $TiO_x$  51 puede ayudar con el ajuste óptico, mientras que la capa que comprende  $ZnO_x$  53 puede proporcionar una buena superficie sobre la que la capa 55 reflectante IR que incluye Ag se disponga.

Pueden disponerse varias capas por encima de la capa 55 reflectante IR para ayudar a protegerla, p. ej., de la migración de oxígeno durante la posterior deposición de capas. Por ejemplo, una capa que comprende Ni y/o Cr 57 que puede o no ser oxidada (o suboxidada) se dispone sobre la capa 55 reflectante IR, que puede estar en contacto con la capa reflectante IR en determinadas realizaciones ilustrativas. Otros elementos dieléctricos se disponen sobre la capa que comprende Ni y/o Cr 57. Como se muestra en el ejemplo de la Fig. 5, una capa que comprende óxido de estaño (p. ej.,  $SnO_2$  u otra estequiometría apropiada) 59 está ubicada sobre la capa que comprende Ni y/o Cr 57, y una capa protectora que incluye silicio (p. ej., nitruro de silicio, óxido de silicio, oxinitruro de silicio, y/o similares) 61 está ubicada sobre la capa que comprende óxido 59 de estaño. La siguiente tabla contiene ejemplos de espesores para las capas mostradas en la realización de la Fig. 5.

Capa	Preferido (Å)	Más preferido (Å)	Ejemplo (Å)
$TiO_x$	150-250	170-230	200
$ZnO_x$	125-210	140-195	168
Ag	10-150	65-100	77
$NiCrO_x$	12-33	15-30	26
$SnO_x$	195-325	220-300	260
$Si_xN_y$ (p. ej., $Si_3N_4$ )	10-1000	50-500	200

En determinadas realizaciones ilustrativas pueden añadirse elementos dieléctricos adicionales a las partes superiores y/o inferiores de la pila (p. ej., por encima y/o debajo de la capa reflectante IR). Por ejemplo, es posible añadir capas finas de óxido de titanio o que incluyan este material (p. ej.,  $TiO_2$  o similares) con fines ópticos, añadir capas que incluyan silicio a modo de capas de barrera, etc.

La siguiente tabla muestra características de rendimiento para la pila de baja E ilustrativa dispuesta en una sola cara de un sustrato de vidrio ExtraClear de 4 mm de espesor (comercializado por el licenciataro de la presente invención). La columna "Promedio de la muestra" en la siguiente tabla presenta los datos promediados de tres muestras fabricadas reales.

	Preferida	Más preferida	Ejemplo	Promedio de la muestra
Transmisión Y	87,5 - 90,5	88,0 - 90,0	89,0	88,4
a*	-3 - 0	-2,5 - -0,5	-1,5	-1,2
b*	-1,3 - 3,2	-0,6 - +2,4	0,9	0,9
Reflectancia Y de vidrio	4,2 - 8,8	5 - 8	6,5	7,2

a*	-2 - +1	-1,5 - +0,5	-0,5	-0,1
b*	-4,7 - +1,3	-3,7 - +0,3	-1,7	-1,6
Reflectancia Y de la película	3,75 - 8,25	4,5 - 7,5	6,0	6,4
a*	-1,5 - +1,5	-1 - +1	0,0	0,0
b*	-3 - +3	-2 - +2	0,0	-0,5
Resistencia de la lámina (Rs)	6,4 - 7,7	6,7 - 7,5	7,2	-

5 La siguiente tabla muestra las características de rendimiento para una unidad de VA de triple acristalamiento que incluye el ejemplo de pila de capas de baja E dispuesta sobre las superficies 2 y 5 según una realización ilustrativa. Se emplearon los sustratos de vidrio ExtraClear de 4 mm de espesor. Estos sustratos se separaron entre sí mediante separadores de 14 mm, rellenando cada uno de los huecos con Ar al 90 %. Al igual que en el caso anterior, la columna "Promedio de la muestra" de la siguiente tabla presenta los datos promediados de tres muestras fabricadas reales.

	Preferida	Más preferida	Ejemplo	Promedio de la muestra
Transmisión Y	70,0 - 76,0	71,0 - 75,0	73,0	71,9
a*	-6,7 - -0,8	-4,5 - -1,5	-3,0	-2,4
b*	0,0 - 3,0	0,5 - 2,5	1,5	1,2
Reflectancia Y	13,0 - 20,0	14,0 - 19,0	16,0	18,0
a*	-3,3 - +1,3	-2,5 - +0,5	-1,0	-1,3
b*	-3,3 - +1,3	-2,5 - +0,5	-1,0	-0,8
Valor U	0,67 - 0,73	0,68 - 0,72	0,70	0,70
Factor g	59,00 - 65,00	60,00 - 64,00	62,00	59,80
Emisividad normal EN410 (%)	5,0 - 11,0	6,0 - 10,0	8,0	7,4

10 En determinadas realizaciones ilustrativas, se puede disponer una capa que comprende óxido de titanio (p. ej., TiO<sub>2</sub> u otra estequiometría adecuada) por encima de la capa que comprende Ni y/o Cr en el revestimiento ilustrativo de la Fig. 5. La siguiente tabla proporciona ejemplos de grosores para esta disposición ilustrativa.

Capa	Preferido (Å)	Más preferido (Å)	Ejemplo (Å)
TiO <sub>x</sub>	135-225	150-210	180
ZnO <sub>x</sub>	145-245	165-225	196
Ag	54-92	69-84	73
NiCrO <sub>x</sub>	18-30	20-28	24
TiO <sub>x</sub>	18-32	21-29	25
SnO <sub>x</sub>	135-225	150-210	180
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub> (p. ej., Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )	10-1000	50-500	256

15 La siguiente tabla muestra las características de rendimiento para una unidad de VA de triple acristalamiento que incluye el ejemplo de pila de capas de baja E de la tabla inmediatamente anterior dispuesta sobre las superficies 2 y 5 según una realización ilustrativa. Se emplearon los sustratos de vidrio ExtraClear de 4 mm de espesor. Estos sustratos se separaron entre sí mediante separadores de 14 mm, rellenando cada uno de los huecos con Ar al 90 %. Al igual que en el caso anterior, la columna "Promedio de la muestra" de la siguiente tabla presenta los datos promediados de tres muestras fabricadas reales. Además, se proporcionan datos para un artículo recubierto monolítico.

20

	Preferida	Más preferida	Ejemplo
<b>Unidad de VA triple</b>			
Transmisión Y	70,0 - 76,0	71,0-75,0	73,0
a*	-6,7 - -0,8	-4,5 - -1,5	-3,0
b*	0,0-3,0	0,5 - 2,5	1,5
Reflectancia Y	13,5 - 19,5	14,5 - 18,5	16,5
a*	-3,3 - +1,3	-2,5 - +0,5	-1,0
b*	-3,3 - +1,3	-2,5 - +0,5	-1,0
Valor U	0,67 - 0,73	0,68 - 0,72	0,70

Factor g	59,00 - 65,00	60,00 - 64,00	62,00
Emisividad normal EN410 (%)	5,0- 11,0	6,0- 10,0	8,0
<b>Monolítica</b>			
Transmisión Y	87,5 - 90,5	88,0 - 90,0	89,0
a*	-3-0	-2,5 - -0,5	-1,5
b*	-1,35 - +3,15	-0,6 - +2,4	0,9
Reflectancia Y de vidrio	4,25 - 8,75	5 - 8	6,5
a*	-2 - +1	-1,5 - +0,5	-0,5
b*	-4,7 - +1,3	-3,7 - +0,3	-1,7
Reflectancia Y de la película	3,75 - 8,25	4,5 - 7,5	6,0
a*	-1,5 - +1,5	-1 - +1	0,0
b*	-3 - +3	-2 - +2	0,0
Resistencia de la lámina Rs	6,45 - 7,95	6,7-7,5	7,2

Los datos de las tablas anteriores proporcionaron datos para el revestimiento ilustrativo de la Fig. 5 y su modificación cuando los revestimientos estaban en estado recocido (sin tratamiento térmico). Sin embargo, en determinadas realizaciones ilustrativas el revestimiento ilustrativo de la Fig. 5 y las modificaciones propuestas en este pueden tratarse térmicamente. En estos casos, se puede introducir una capa que incluya silicio entre la capa reflectante IR y el sustrato. Por ejemplo, en realizaciones ilustrativas con tratamiento térmico puede interponerse una capa que comprende nitruro de silicio, óxido de silicio y/u oxinitruro de silicio entre la capa reflectante IR y el sustrato. Dicha capa puede, por ejemplo, estar situada sobre el sustrato y en contacto con este en determinadas realizaciones ilustrativas. En particular, en determinadas realizaciones ilustrativas, la pila dieléctrica inferior (vidrio / óxido de titanio [p. ej., TiO<sub>2</sub> u otra forma de estequiometría adecuada] / óxido de cinc [p. ej., ZnO<sub>2</sub> u otra forma de estequiometría adecuada]) puede ser sustituida por capas que comprendan: vidrio / nitruro de silicio (p. ej., Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> u otra forma de estequiometría adecuada) / óxido de titanio (p. ej., TiO<sub>2</sub> u otra forma de estequiometría adecuada) / óxido de cinc (p. ej., ZnO<sub>2</sub> u otra forma de estequiometría adecuada); vidrio / nitruro de silicio (p. ej., Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> u otra forma de estequiometría adecuada) / óxido de titanio (p. ej., TiO<sub>2</sub> u otra forma de estequiometría adecuada) / óxido de cinc (p. ej., ZnO<sub>2</sub> u otra forma de estequiometría adecuada) / óxido de titanio (p. ej., TiO<sub>2</sub> u otra forma de estequiometría adecuada) / óxido de cinc (p. ej., ZnO<sub>2</sub> u otra forma de estequiometría adecuada); o similares. El espesor dieléctrico total (p. ej., por debajo de la Ag) puede permanecer aproximadamente igual (p. ej., a 38 nm o próximo a este valor en determinados ejemplos). Los valores Delta E\* pueden ser bajos (p. ej., inferiores o iguales a 3,0, más preferiblemente inferiores o iguales a 2,5, aún más preferiblemente inferiores o iguales a 2,0 y, posiblemente, incluso inferiores).

En determinadas realizaciones ilustrativas, algunas o todas las pilas de capas de ejemplo mostradas y descritas en relación con la Fig. 5 y su modificación pueden replicarse una o varias veces. Por ejemplo, en determinadas realizaciones ilustrativas, algunas o todas las capas 51, 53, 55, 57, 59 y 61 pueden disponerse sobre la capa 61 que incluye silicio en una, dos o más pasadas posteriores. En determinadas realizaciones ilustrativas, sin embargo, el revestimiento de baja E puede incluir una única capa reflectante IR.

Se apreciará que pueden utilizarse otros revestimientos de baja E en diferentes realizaciones ilustrativas. También se apreciará que es posible utilizar diferentes revestimientos de baja E dentro de un único conjunto de unidad de VA triple. Ejemplos de revestimientos de baja E se describen, por ejemplo, en las patentes US-7.455.910, US-7.771.571, US-7.166.359, US-7.189.458, US-7.198.851, US-7.419.725, US-7.521.096, US-7.648.769, US-7.964.284, y US-8.017.243, así como en los números de publicación de EE. UU. 2007/0036986, 2007/0036990, 2007/0128451, 2009/0205956, 2009/0324967, 2010/0075155, 2010/0279144, 2010/0295330, 2011/0097590, 2011/0117371, 2011/0210656, 2011/0212311, y 2011/0262726, y las solicitudes de EE. UU. n.º 13/064.066, presentada el 3 de marzo de 2011; 13/183.833, presentada el 15 de julio de 2011; y 13/317.176, presentada el 12 de octubre de 2011. Otro ejemplo de revestimiento de baja E que puede utilizarse en relación con determinadas realizaciones ilustrativas se expone en la tabla siguiente.

Capa	Preferido (Å)	Más preferido (Å)	Ejemplo 1 (Å)	Ejemplo 2 (Å)
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub> (p. ej., Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) [capa más inferior]	1-500	10-300	156	156
TiO <sub>x</sub> (p. ej., TiO <sub>2</sub> )	15-50	30-40	33	35
ZnO <sub>x</sub> (p. ej., ZnO <sub>2</sub> )	70-200	95-125	114	110
TiO <sub>x</sub> (p. ej., TiO <sub>2</sub> )	15-50	30-40	33	35
ZnO <sub>x</sub> (p. ej., ZnO)	70-200	95-125	114	110
Ag	70-120	80-100	90	90

Ni y/o Cr (p. ej., NiCrO <sub>x</sub> )	1-100	10-50	30	30
SnO <sub>x</sub> (p. ej., SnO <sub>2</sub> )	110-150	115-145	130	130
ZnO <sub>x</sub> (p. ej., ZnO <sub>2</sub> )	70-200	95-125	109	109
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub> (p. ej., Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )	115-185	125-155	140	140
ZrO <sub>x</sub> (p. ej., ZrO <sub>2</sub> ) [capa más superior]	1-200	10-80	40	40

Aunque algunas realizaciones ilustrativas han descrito sustratos de vidrio de 4 mm de espesor, pueden utilizarse distintos tipos de sustratos y/o espesores en una realización determinada y en diferentes realizaciones. En general, los sustratos de vidrio pueden tener de 2 a 6 mm de espesor en diferentes realizaciones de esta invención. También se observa que un determinado sustrato puede sustituirse por una pila laminada (p. ej., de sustrato de vidrio o que lo incluya / una capa intermedia con base de polímeros como, por ejemplo, PVB o EVA / otro sustrato de vidrio). En tales casos, el espesor de un único "panel" en el conjunto de triple acristalamiento puede considerarse más grueso y por ello puede oscilar, por ejemplo, entre 2-18 mm. De manera similar, la separación entre sustratos adyacentes puede ser de 10 a 18 mm en algunas realizaciones ilustrativas, con una separación ilustrativa de 14 mm.

Aunque se han descrito anteriormente técnicas de revestimiento en húmedo como opción para recubrir los sustratos con revestimientos AR, se pueden usar otras técnicas de revestimiento AR. Por ejemplo, los revestimientos AR pueden depositarse mediante pulverización catódica en determinadas realizaciones ilustrativas. Los revestimientos AR termotratables depositados mediante pulverización catódica se describen, por ejemplo, en los números de publicación de EE. UU. 2011/0157703, así como en las solicitudes de EE. UU. n.º 12/923.838, presentada el 8 de octubre de 2010 y 12/929.481, presentada el 27 enero de 2011.

La Fig. 6 muestra un ejemplo de revestimiento AR de cuatro capas termotratable depositado mediante pulverización catódica que se puede utilizar en relación con determinadas realizaciones ilustrativas. Estos revestimientos AR de cuatro capas aplicados mediante pulverización catódica pueden incluir, por ejemplo, una capa 61 de adaptación de índice y/o reductora de tensión, una capa 63 de índice medio, una capa 65 de índice alto y una capa 67 de índice bajo, en ese orden, alejándose del sustrato 10. En algunas realizaciones ilustrativas, la capa 61 de adaptación de índice y/o reductora de tensión puede comprender óxido de silicio u oxinitruro de silicio, la capa 63 de índice medio puede comprender oxinitruro de silicio, la capa 65 de índice alto puede comprender óxido de niobio y/u óxido de titanio, y la capa 67 de índice bajo puede comprender óxido de silicio.

La capa 61 de adaptación de índice y/o reductora de tensión puede coincidir sustancialmente con el índice de refracción del sustrato 10 de vidrio de soporte. Por "coincidir sustancialmente" se entiende que el índice de refracción de la capa está dentro de aproximadamente 0,2 del índice de refracción del sustrato de vidrio, más preferiblemente dentro de aproximadamente 0,1 y, con máxima preferencia, la diferencia no es superior a aproximadamente 0,05 o 0,04. Esta capa 61 de adaptación de índice y/o reductora de tensión puede tener un espesor de aproximadamente 50 a 300 nm, más preferiblemente de aproximadamente 60 a 120 nm, y con máxima preferencia, de aproximadamente 60 a 100 nm. Sin embargo, en otras realizaciones ilustrativas se puede usar una capa que tenga cualquier espesor suficiente para convertir la tensión neta del revestimiento en una tensión de compresión sin degradar significativamente las características ópticas y/o físicas del revestimiento. La inclusión de una capa de adaptación de índice/reductora de tensión adicional puede resultar ventajosa, ya que se ha descubierto que un revestimiento que incluye una capa adicional con una magnitud más alta de tensión de compresión tiene una tensión neta global inferior.

La capa 63 de índice medio puede tener un espesor de aproximadamente 30 a 150 nm, más preferiblemente de aproximadamente 40 a 80 nm y, con máxima preferencia, de aproximadamente 50 a 70 nm, con un rango de espesor ilustrativo de aproximadamente 53-65 nm. La capa 63 de índice medio puede tener un índice de refracción de aproximadamente 1,6 a 2,0, más preferiblemente de aproximadamente 1,65 a 1,95 y, con máxima preferencia, de aproximadamente 1,7 a 1,8 o 1,9.

La capa 65 de índice alto puede tener un índice de refracción de aproximadamente 2,0 a 2,6, más preferiblemente de aproximadamente 2,1 a 2,5 y, con máxima preferencia, de aproximadamente 2,2 a 2,4. La capa 65 de índice medio puede tener un espesor de aproximadamente 50 a 150 nm, más preferiblemente de aproximadamente 75 a 125 nm, aún más preferiblemente de aproximadamente 80 a 120 nm y, con máxima preferencia, de aproximadamente 85 a 105 nm. Sin embargo, en otras realizaciones ilustrativas, esta capa 65 de índice alto se puede hacer más fina con el fin de reducir la tensión de tracción neta del revestimiento AR, p. ej., de manera que tenga un espesor inferior a aproximadamente 50 nm, o incluso inferior a aproximadamente 25 nm en algunos casos. En otras realizaciones ilustrativas, la capa 65 de índice alto puede comprender un material de índice alto que tenga un valor de tensión de tracción inferior, antes y/o después del tratamiento térmico. En este sentido, puede comprender un óxido de niobio en algunos casos. En otros casos, puede comprender un óxido de titanio. En otras realizaciones ilustrativas, puede comprender otro material de índice alto adecuado.

La capa 67 de índice bajo tendrá un índice de refracción inferior al de las capas 63 y 65 de índice medio y alto, e incluso puede tener un índice de refracción inferior al de la capa 61 de adaptación de índice y/o reductora de tensión. En

determinados ejemplos, el índice de refracción de la capa 67 de índice bajo puede ser de aproximadamente 1,3 a 1,6, más preferiblemente de aproximadamente 1,35 a 1,55 y, con máxima preferencia, de aproximadamente 1,43 a 1,52. Su grosor puede ser de aproximadamente 40 a 200 nm, más preferiblemente de aproximadamente 50 a 110 nm y, con máxima preferencia, de aproximadamente 60 a 100 nm, con un espesor ilustrativo de aproximadamente 80 nm.

En determinadas realizaciones ilustrativas, la capa 61 de adaptación de índice y/o reductora de tensión y la capa 67 de índice bajo pueden tener sustancialmente los mismos espesores. Por ejemplo, según determinadas realizaciones ilustrativas, sus espesores pueden diferir en no más de aproximadamente 15 nm, más preferiblemente en no más de aproximadamente 10 nm y, con máxima preferencia, en no más de aproximadamente 5 nm.

En determinadas realizaciones ilustrativas puede utilizarse la deposición química en fase vapor mejorada con plasma (PE-CVD) para proporcionar revestimientos antirreflectantes duraderos. Estas capas depositadas mediante PE-CVD pueden incluir una o varias capas de adaptación de índice que incluyen silicio. Por ejemplo, para determinadas realizaciones ilustrativas puede utilizarse una pila de capas de índice alto/medio/bajo idéntica o similar a la descrita anteriormente. Algunas o todas estas capas pueden contener silicio (p. ej., óxido de silicio, nitruro de silicio y/u oxinitruro de silicio) y seleccionarse para que tengan índices de refracción que concuerden o coincidan sustancialmente con los indicados anteriormente para capas similares. En algunos casos, pueden disponerse capas que incluyan carburo de silicio u oxicarburo de silicio como revestimientos protectores.

Como se ha mencionado anteriormente, algunas realizaciones ilustrativas pueden incluir revestimientos AR que pueden tratarse térmicamente. En tales casos, los revestimientos AR pueden aplicarse antes del tratamiento térmico, lo que permite recubrir grandes láminas de material antes de su dimensionamiento y/o tratamiento térmico. En algunos casos, los revestimientos de baja E también pueden ser termotratables. En tales casos, los revestimientos de baja E pueden aplicarse antes del tratamiento térmico, lo que permite recubrir grandes láminas de material antes de su dimensionamiento y/o tratamiento térmico. En el caso de que se utilicen tanto revestimientos de baja E como AR termotratables, las dos superficies del sustrato pueden recubrirse antes de su dimensionamiento y/o tratamiento térmico. En determinadas realizaciones ilustrativas, los revestimientos mediante pulverización catódica y/o mediante PE-CVD, comparativamente más duraderos, pueden facilitar los procesos de revestimiento de baja E en las otras superficies de dichos sustratos.

Los separadores descritos, por ejemplo, en las publicaciones de EE. UU. n.º 2009/0120019, 2009/0120036, 2009/0120018, 2009/0120035, y 2009/0123694, así como la patente de EE. UU. n.º 13/067.419, presentada el 31 de mayo de 2011, pueden usarse en diferentes realizaciones de esta invención.

En la presente memoria, los términos “sobre”, “soportada por” y similares no deberían interpretarse en el sentido de que dos elementos están directamente adyacentes entre sí, salvo que así se indique expresamente. En otras palabras, puede decirse que una primera capa está “sobre” o “soportada por” una segunda capa, incluso si existen una o varias capas entre ellas.

Sin embargo, el templado requiere normalmente temperaturas de al menos 580 °C, más preferiblemente de al menos aproximadamente 600 °C y aún más preferiblemente de al menos 620 °C. Los términos “tratamiento térmico” y “tratado térmicamente”, tal como se utilizan en la presente memoria, significan calentar el artículo a una temperatura suficiente para lograr el templado térmico y/o el endurecimiento por calor del artículo que incluya vidrio. Esta definición incluye, por ejemplo, calentar un artículo revestido en un horno o fragua a una temperatura de al menos unos 550 °C, más preferiblemente de al menos unos 580 °C, más preferiblemente de al menos unos 600 °C, más preferiblemente de al menos unos 620 °C y, con máxima preferencia, de al menos unos 650 °C durante un período suficiente para permitir el templado y/o el endurecimiento por calor. En determinadas realizaciones ilustrativas, esto puede ser durante al menos unos dos minutos, o hasta unos 10 minutos.

Algunas descripciones se refieren a una unidad de vidrio aislante (VA).

Se proporcionan un primer, segundo y tercer sustratos de vidrio separados entre sí sustancialmente paralelos, siendo el primer sustrato un sustrato más exterior y el tercer sustrato un sustrato más interior. Un primer sistema separador se dispone alrededor de los bordes periféricos del primer y segundo sustratos, quedando definido un primer hueco entre el primer y segundo sustratos. Un segundo sistema separador se dispone alrededor de los bordes periféricos del segundo y tercer sustratos, quedando definido un segundo hueco entre el segundo y el tercer sustratos. Se disponen un primer y segundo revestimientos de baja emisividad (baja E) sobre las superficies interiores del primer y tercer sustratos respectivamente, de manera que el primer y segundo revestimientos de baja E quedan uno frente a otro. Se disponen un primer y segundo revestimientos antirreflectantes sobre superficies principales opuestas del segundo sustrato. Cada uno de dichos revestimientos de baja E comprende, para distanciarse del sustrato sobre el que está dispuesto: una capa que comprende óxido de titanio, una capa que comprende óxido de zinc, una capa reflectante infrarroja que comprende plata, una capa que comprende un metal, óxido o subóxido de Ni y/o Cr, una capa que comprende óxido de estaño y una capa que comprende nitruro de silicio.

Además de las características del párrafo anterior, en determinadas realizaciones ilustrativas, el primer y/o segundo hueco(s) puede(n) incluir gas Ar, Kr o SF<sub>6</sub>.

Además de las características de cualquiera de los dos párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas cada uno de dichos sustratos puede tener 2-6 mm de espesor (p. ej., 4 mm de espesor).

5 Además de las características de uno cualquiera de los tres párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas el primer y el segundo sustratos pueden estar separados entre sí por 10-18 mm (p. ej., 14 mm), y el segundo y el tercer sustratos pueden estar separados entre sí por 10-18 mm (p. ej., 14 mm).

10 Además de las características de uno cualquiera de los cuatro párrafos anteriores, se dispone un tercer revestimiento AR sobre una superficie más exterior del primer sustrato.

Además de las características del párrafo anterior, se dispone un cuarto revestimiento AR sobre una superficie más exterior del tercer sustrato.

15 Además de las características de uno cualquiera de los seis párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas el segundo sustrato no está tratado térmicamente.

Además de las características del párrafo anterior, el primer y tercer sustrato(s) están tratados térmicamente.

20 Además de las características de uno cualquiera de los ocho párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas la unidad de VA puede tener una transmisión visible de al menos aproximadamente el 70 %, un valor U inferior o igual a aproximadamente 0,80 (p. ej., inferior o igual a aproximadamente 0,70) y un valor g de al menos aproximadamente 60.

25 Además de las características del párrafo anterior, en determinadas realizaciones ilustrativas la emisividad normal de la unidad de VA puede estar entre aproximadamente 6,0 y 8,5 (p. ej., aproximadamente 8,0).

30 En algunas realizaciones ilustrativas, se proporciona una unidad de vidrio aislante (VA). Se proporcionan un primer, segundo y tercer sustratos de vidrio separados entre sí sustancialmente paralelos, siendo el primer sustrato un sustrato más exterior y el tercer sustrato un sustrato más interior. Se disponen un primer y segundo revestimientos de baja emisividad (baja E) sobre las superficies interiores del primer y tercer sustratos respectivamente, de manera que el primer y segundo revestimientos de baja E quedan uno frente a otro, en donde cada uno de dichos revestimientos de baja E incluye al menos una capa reflectante infrarroja (IR) que contiene Ag interpuesta entre una o varias capas dieléctricas. Se disponen un primer y segundo revestimientos antirreflectantes sobre superficies principales opuestas del segundo sustrato. El primer y tercer sustratos están tratados térmicamente, mientras que el segundo sustrato no está tratado térmicamente.

35 En determinadas realizaciones se proporciona un método de fabricación de una unidad de vidrio aislante (VA). Se disponen un primer, segundo y tercer sustratos de vidrio, en donde el segundo sustrato soporta un primer y segundo revestimientos antirreflectante (AR) sobre superficies principales opuestas de este, soportando el primer sustrato un primer revestimiento de baja emisividad (baja E) sobre una superficie principal de este, y soportando el tercer sustrato un segundo revestimiento de baja E sobre una superficie principal de este. El primer, segundo y tercer sustratos están dispuestos en una relación de separación sustancialmente paralela entre sí mediante un primer y un segundo sistemas separadores, en donde el primer sistema separador está ubicado alrededor de los bordes periféricos del primer y segundo sustratos, separándolos entre sí, y en donde el segundo sistema separador está situado alrededor de los bordes periféricos del segundo y tercer sustratos, separándolos entre sí. El primer sustrato es un sustrato más exterior y el tercer sustrato es un sustrato más interior. El primer y segundo revestimientos de baja E se disponen sobre las superficies interiores del primer y tercer sustratos respectivamente, de manera que el primer y segundo revestimientos de baja E quedan uno frente a otro. Cada uno de dichos revestimientos de baja E comprende, para distanciarse del sustrato sobre el que está dispuesto: una capa que comprende óxido de titanio, una capa que comprende óxido de zinc, una capa reflectante infrarroja que comprende plata, una capa que comprende un metal, óxido o subóxido de Ni y/o Cr, una capa que comprende óxido de estaño y una capa que comprende nitruro de silicio.

50 Además de las características del párrafo anterior, en determinadas realizaciones ilustrativas, puede utilizarse Ar u otro(s) gas(es) adecuado(s) en un primer hueco definido entre el primer y segundo sustratos y/o en un segundo hueco definido entre el segundo y tercer sustratos.

55 Además de las características de cualquiera de los dos párrafos anteriores, el primer sustrato soporta un tercer revestimiento AR dispuesto sobre una superficie más exterior de este.

60 Además de las características del párrafo anterior, el tercer sustrato soporta un cuarto revestimiento AR dispuesto sobre una superficie más exterior de este.

Además de las características de uno cualquiera de los cuatro párrafos anteriores, el segundo sustrato está tratado térmicamente.

65 Además de las características del párrafo anterior, en algunas realizaciones ilustrativas el primer y tercer sustratos pueden estar tratados térmicamente.

Además de las características de cualquiera de los seis párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas la unidad de VA puede tener una transmisión visible de al menos aproximadamente 70 %, un valor U inferior o igual a aproximadamente 0,80 y un valor g de al menos aproximadamente 60.

- 5 Además de las características de uno cualquiera de los siete párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas la emisividad normal de la unidad de VA puede ser de aproximadamente 8,0.

Además de las características de uno cualquiera de los ocho párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas, cada uno de dichos revestimientos AR puede ser un revestimiento depositado mediante PE-CVD.

- 10 Además de las características del párrafo anterior, en determinadas realizaciones ilustrativas, cada uno de dichos revestimientos de baja E puede ser un revestimiento depositado mediante pulverización catódica.

- 15 Además de las características de uno cualquiera de los diez párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas, los revestimientos AR y de baja E pueden formarse utilizando diferentes técnicas de recubrimiento.

- 20 En determinadas realizaciones se proporciona un método de fabricación de una unidad de vidrio aislante (VA). Se deposita un primer revestimiento de baja emisividad (baja E) sobre un primer sustrato. Se disponen un primer y segundo revestimientos antirreflectantes (AR) sobre superficies principales opuestas de un segundo sustrato. Se deposita un segundo revestimiento de baja E sobre un tercer sustrato. O bien (a) el primer, segundo y tercer sustratos están montados en una unidad VA, o bien (b) el primer, segundo y tercer sustratos se envían a un fabricante para montarlos en una unidad VA. En la unidad de VA montada, el segundo sustrato se sitúa entre el primer y tercer sustratos de manera que el primer y segundo revestimientos de baja E quedan uno frente a otro.

- 25 Además de las características del párrafo anterior, el primer y tercer sustratos están tratados térmicamente, y el segundo sustrato no está tratado térmicamente.

- 30 Además de las características de cualquiera de los dos párrafos anteriores, el primer y segundo revestimientos AR pueden estar dispuestos en el segundo sustrato a través de un proceso químico en húmedo, y el primer y segundo revestimiento de baja E se pueden depositar mediante pulverización catódica sobre el primer y tercer sustrato respectivamente.

- 35 Además de las características de uno cualquiera de los tres párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas, el primer y segundo revestimientos AR pueden estar dispuestos en el segundo sustrato mediante un proceso de PE-CVD, y el primer y segundo revestimientos de baja E se pueden depositar mediante pulverización catódica sobre el primer y tercer sustratos respectivamente.

- 40 Además de las características de uno cualquiera de los cuatro párrafos anteriores, cada revestimientos de baja E comprende, para distanciarse del sustrato sobre el que está dispuesto: una capa que comprende óxido de titanio, una capa que comprende óxido de zinc, una capa reflectante infrarroja que comprende plata, una capa que comprende un metal, óxido o subóxido de Ni y/o Cr, una capa que comprende óxido de estaño y una capa que comprende nitruro de silicio.

- 45 Además de las características de uno cualquiera de los cinco párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas, cada uno de dichos revestimientos AR puede comprender, para distanciarse de la superficie sobre la cual se deposita, una capa de índice medio, una capa de índice alto y una capa de índice bajo.

- 50 En algunas realizaciones ilustrativas, además de las características del párrafo anterior, la capa de índice medio puede comprender oxinitruro de silicio, la capa de índice alto puede comprender óxido de niobio y/u óxido de titanio y la capa de índice bajo puede comprender óxido de silicio.

- Además de las características de cualquiera de los dos párrafos anteriores, en determinadas realizaciones ilustrativas, la capa de índice medio puede tener un índice de refracción de 1,65 a 1,95, la capa de índice alto puede tener un índice de refracción de 2,1 a 2,5, y la capa de índice bajo puede tener un índice de refracción de 1,35 a 1,55.

- 55 Si bien la invención se ha descrito en relación con lo que actualmente se considera la realización más práctica y preferida, debe entenderse que la invención no debe limitarse a la realización descrita, sino que, por el contrario, pretende abarcar varias modificaciones incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una unidad de vidrio aislante (VA) que comprende:

5 un primer (20a), segundo (20b) y tercer (20c) sustratos de vidrio separados entre sí sustancialmente paralelos, siendo el primer sustrato (20a) un sustrato más exterior y el tercer sustrato (20c) un sustrato más interior;  
 un primer sistema separador dispuesto en las proximidades de los bordes periféricos del primer (20a) y segundo (20b) sustratos, quedando definido un primer hueco entre el primer y segundo sustratos;  
 10 un segundo sistema separador dispuesto en las proximidades de los bordes periféricos del segundo (20b) y tercer (20c) sustratos, quedando definido un segundo hueco entre el segundo y el tercer sustratos;  
 un primer (24a) y segundo (24b) revestimientos de baja emisividad (baja E) dispuestos sobre superficies interiores del primer (20a) y tercer (20b) sustratos respectivamente, de manera que el primer (24a) y segundo (24b) revestimientos de baja E quedan uno frente a otro; y  
 15 un primer (26a) y segundo (26b) revestimientos antirreflectante dispuestos sobre superficies principales opuestas del segundo sustrato (20b),  
 en donde cada uno de dichos revestimientos (24a, 24b) de baja E comprende, alejándose del sustrato (10) sobre el que está dispuesta:

una capa que comprende óxido (51) de titanio,  
 una capa que comprende óxido (53) de cinc,  
 una capa reflectante infrarroja que comprende plata (55),  
 25 una capa (57) que comprende un metal, óxido o subóxido de Ni y/o Cr,  
 una capa que comprende óxido (59) de estaño, y  
 una capa que comprende nitruro (61) de silicio, y

que además comprende un tercer revestimiento AR (26c) dispuesto sobre una superficie más exterior del primer sustrato (20c), y

en donde el primer y tercer sustratos de vidrio están tratados térmicamente, y el segundo sustrato no está tratado térmicamente.

2. La unidad de VA de la reivindicación 1, en donde el primer y/o segundo hueco(s) incluye(n) gas Ar, Kr o SF<sub>6</sub>.

3. La unidad de VA de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer (20a) y segundo (20b) sustratos están separados entre sí por 10-18 mm, y en donde el segundo (20b) y tercer (20c) sustratos están separados entre sí por 10-18 mm.

4. La unidad de VA de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un cuarto revestimiento AR (26d) dispuesto sobre una superficie más exterior del tercer sustrato (20c).

5. Un método para la fabricación de una unidad de vidrio aislante (VA), comprendiendo el método:

disponer un primer, segundo y tercer sustratos de vidrio, soportando el segundo sustrato un primer y segundo revestimientos antirreflectantes (AR) sobre superficies principales opuestas de este, soportando el primer sustrato un primer revestimiento de baja emisividad (baja E) sobre una superficie principal de este, y soportando el tercer sustrato un segundo revestimiento de baja E sobre una superficie principal de este;

orientar el primer, segundo y tercer sustratos en una relación de separación sustancialmente paralela entre sí utilizando un primer y un segundo sistemas separadores, estando ubicado el primer sistema separador alrededor de los bordes periféricos del primer y segundo sustratos, separándolos entre sí, y estando ubicado el segundo sistema separador alrededor de los bordes periféricos del segundo y tercer sustratos, separándolos entre sí,

en donde el primer sustrato es un sustrato más exterior y el tercer sustrato es un sustrato más interior,

en donde el primer y segundo revestimientos de baja E se disponen sobre superficies interiores del primer y tercer sustratos respectivamente, de manera que el primer y segundo revestimientos de baja E quedan uno frente a otro, y

en donde cada uno de dichos revestimientos de baja E comprende, para distanciarse del sustrato sobre el que está dispuesto:

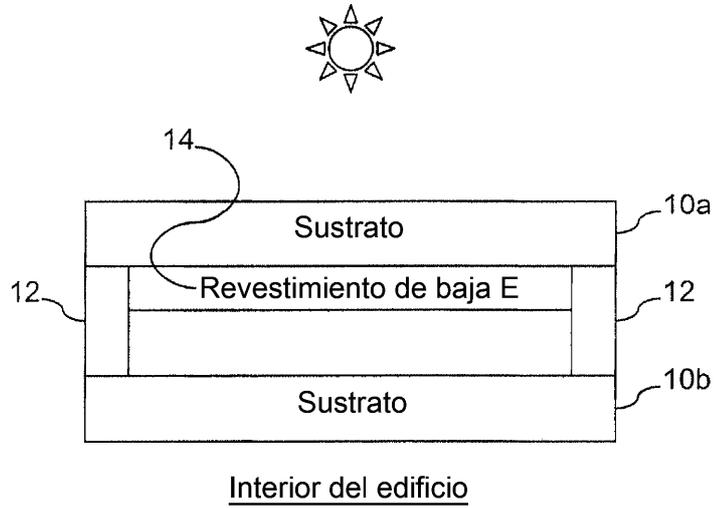
una capa que comprende óxido de titanio,  
 una capa que comprende óxido de cinc,

una capa reflectante infrarroja que comprende plata,  
una capa que comprende un metal, óxido o subóxido de Ni y/o Cr,  
una capa que comprende óxido de estaño, y  
una capa que comprende nitruro de silicio, y

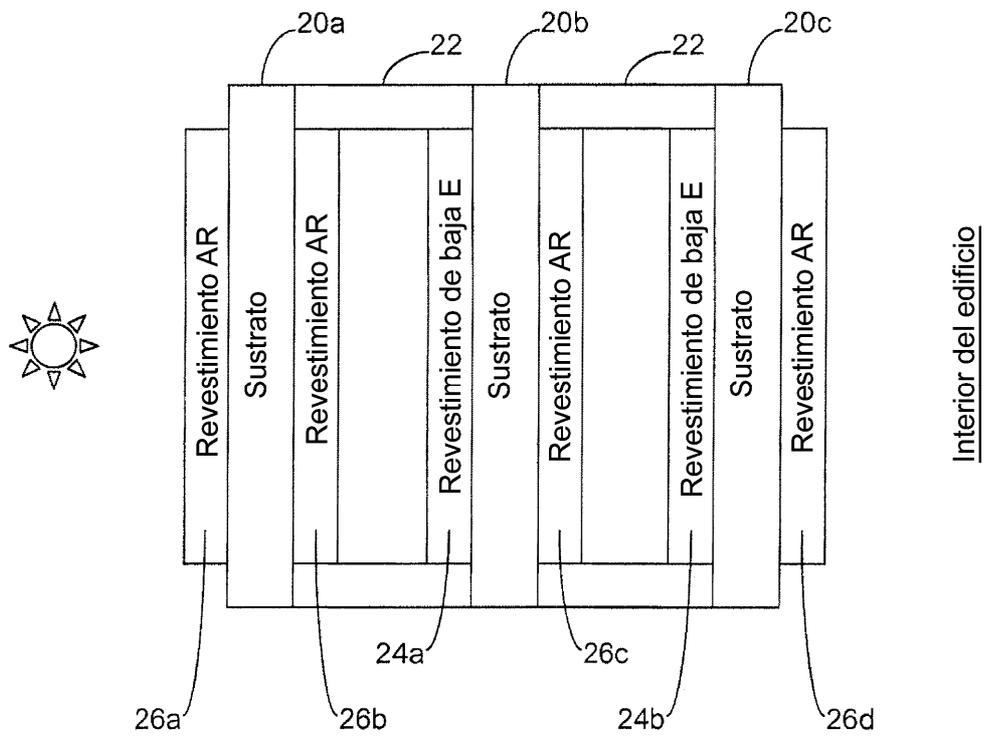
5 en donde el primer sustrato soporta un tercer revestimiento AR dispuesto sobre una superficie más exterior de este, y  
en donde el segundo sustrato no está tratado térmicamente y en donde el primer y tercer sustratos están tratados térmicamente.

10 6. El método de la reivindicación 5, que comprende además la disposición de gas Ar en un primer hueco definido entre el primer y segundo sustratos y/o en un segundo hueco definido entre el segundo y tercer sustratos.

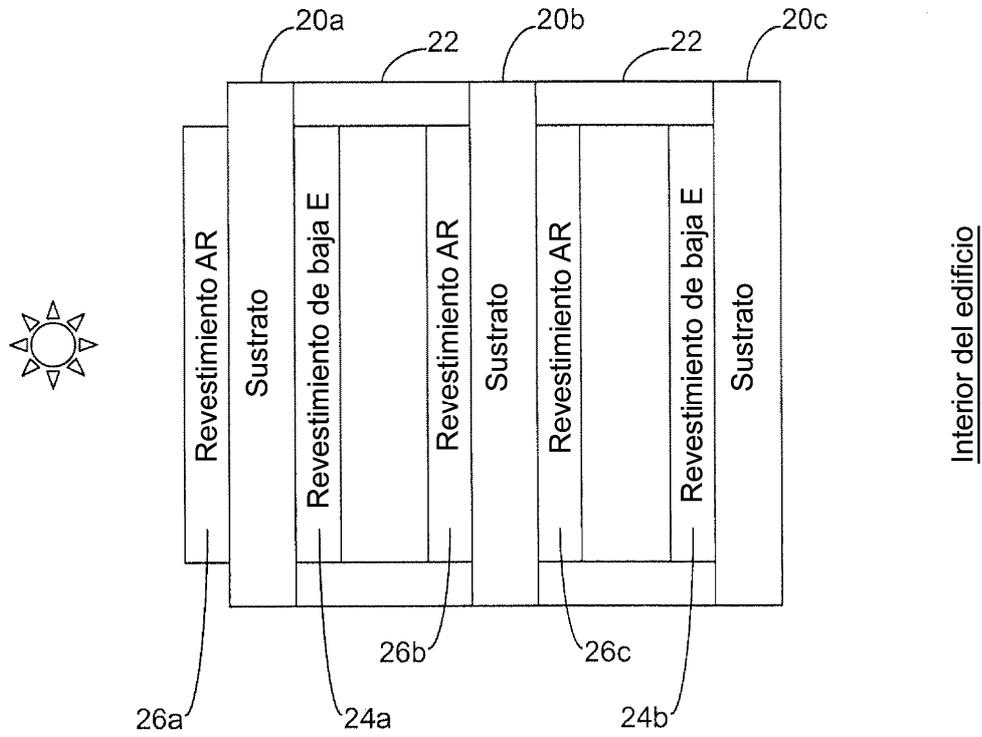
15 7. El método de la reivindicación 5, en donde el tercer sustrato soporta un cuarto revestimiento AR dispuesto sobre una superficie más exterior de este.



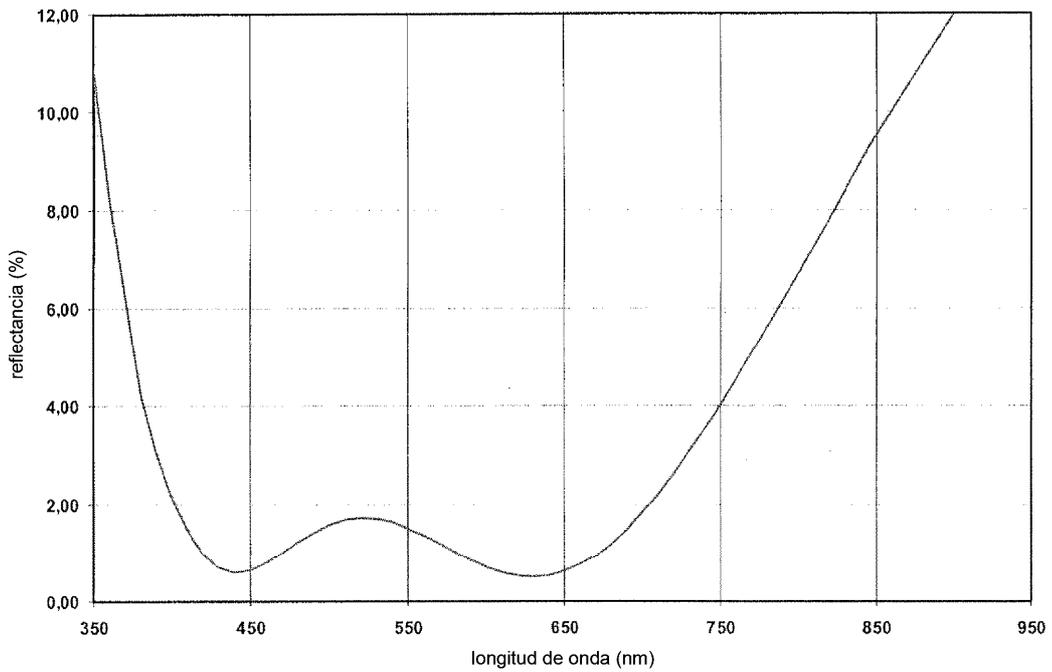
**Fig. 1**



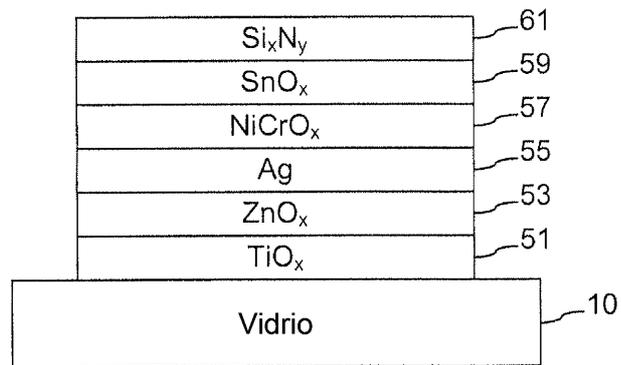
**Fig. 2**



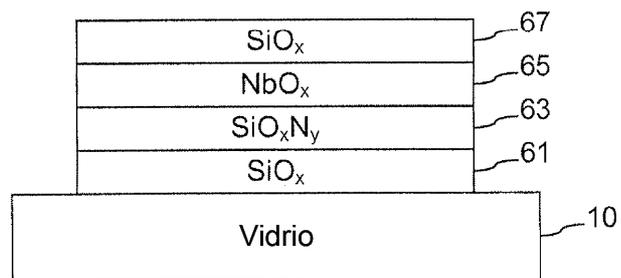
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**