



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 907**

51 Int. Cl.:
C03C 17/32 (2006.01)
B32B 17/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00983888 .9**
96 Fecha de presentación : **05.12.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **1240116**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.09.2002**

54 Título: **Laminados y unidades I.G. de baja E emparejables.**

30 Prioridad: **06.12.1999 US 455026**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.10.2011

73 Titular/es: **GUARDIAN INDUSTRIES Corp.**
2300 Harmon Road
Auburn Hills, Michigan 48326-1714, US

72 Inventor/es: **Lingle, Philip, J.;**
Stachowiak, Grzegorz y
Larson, Steven, L.

74 Agente: **Fàbrega Sabaté, Xavier**

ES 2 365 907 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).

DESCRIPCION

Laminados y unidades I.G. de baja E emparejables

5 Esta invención se refiere a laminados y unidades de vidrio aislantes con unos sistemas de capas recubiertas por pulverización catódica sobre las mismas. Más concretamente, esta invención se refiere a tales artículos termotratables y que son emparejables con su homólogo no tratado térmicamente.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 En la patente U.S. nº 5.688.585 (cuya propiedad de la invención coincide con la presente) se divulga un avance significativo en la técnica del recubrimiento de láminas de vidrio utilizadas con fines de gestión solar que deben poder tener un aspecto emparejable después del tratamiento térmico a su homólogo no tratado térmicamente. En esta patente se describía con precisión que, para los sistemas de capas que no contienen plata de esa invención, si ΔE se mantenía por debajo de un determinado valor mínimo no superior a aproximadamente 2,0, los sistemas de capas termotratables que no contenían plata en los mismos serían emparejables. La invención constituye una mejora a la invención de la mencionada patente '585.

15 A diferencia de la patente '585, la invención de este documento proporciona un sistema de capas que contiene plata que aprovecha las ventajas de gestión solar de plata. Por el descubrimiento de que si determinados parámetros además del ΔE se mantienen dentro de determinados límites, como se describe más adelante, ahora se ha descubierto sorprendentemente que puede emplearse plata en espesores bastante considerables al tiempo que se logra la termotratabilidad y la capacidad de emparejamiento si los sistemas de capas se emplean en unidades de vidrio (unidades I.G.) aislantes o laminados (u otros artículos similares con dos o más sustratos de vidrio que transmiten la luz). Por supuesto, se entiende que un sustrato no recubierto según lo contemplado en este documento puede ser vidrio o un equivalente del mismo, como un material plástico transparente. Además, es un descubrimiento adicional de esta invención que la capacidad de emparejamiento en tales artículos puede lograrse aunque el sustrato de vidrio monolítico recubierto empleado, al tiempo que es termotratable, no sea en y por sí mismo emparejable.

20 La necesidad de capacidad de emparejamiento es bien conocida en las técnicas de los parabrisas, las puertas y las ventanas de vidrio, como lo es la necesidad de tratabilidad térmica. Los sustratos de vidrio, normalmente los vidrios planos para ventanas, puertas, etc. a menudo suelen producirse en grandes cantidades y cortarse al tamaño necesario para satisfacer las necesidades de una situación concreta como un nuevo edificio de oficinas con múltiples puertas y ventanas. No sólo es deseable en estos edificios, sino a menudo una necesidad para ajustarse a diversas disposiciones del código, que algunas de las ventanas y puertas sean tratadas térmicamente (es decir, templadas, dobladas o reforzadas térmicamente) mientras que otras, principalmente para ahorrar dinero, no necesitan serlo, y por lo tanto no son tratadas térmicamente. Aún más, tales edificios suelen emplear unidades I.G. y/o laminados para el control térmico y/o de seguridad. Obviamente las unidades y/o laminados que se tratan térmicamente deben emparejar con (es decir, parecerse en el color, y preferentemente en la transmisividad y reflectancia también, para ser sustancialmente iguales a) las unidades I.G. y/o laminados no tratados térmicamente utilizados conjuntamente en el edificio, para fines arquitectónicos y estéticos. Además, actualmente, tales ventanas, puertas, etc. para muchos fines comerciales deberían ser preferentemente de un color prácticamente neutro, que tienda preferentemente al lado azul-verde del espectro.

25 Mediante pruebas de ensayo y error rigurosas, en el pasado fue posible lograr la capacidad de emparejamiento en sistemas distintos de los de la mencionada patente '585 pero sólo entre dos sistemas de capas diferentes, uno de los cuales se trata térmicamente y el otro no. La necesidad de desarrollar y utilizar dos sistemas de capas diferentes para lograr la capacidad de emparejamiento genera gastos de fabricación adicionales y necesidades de inventario no deseables. La mencionada invención divulgada en la patente '585 satisfacía una necesidad definida en la técnica que superaba este problema. Sin embargo, no podía, en ese sistema, aprovechar el uso de la plata por sus conocidas propiedades de reflectancia de los IR, y aun así lograr los resultados deseados.

30 Los sistemas de capas que contienen plata de la invención de este documento son útiles en los artículos de vidrio que genéricamente pueden describirse como un artículo o una estructura que incluye por lo menos dos sustratos de vidrio en relación de transmisión de la luz entre sí. Artículos preferentes incluyen ventanas y puertas arquitectónicas, como los laminados y las unidades I.G., así como, a veces ventanas y parabrisas de automóviles.

35 Tal como se utiliza en este documento, la expresión unidad I.G. es sinónima de expresión "unidad de vidrio aislante" y se utiliza de acuerdo con su significado convencional y conocido en la técnica. Las Figs. 2 y 4 ilustran, esquemáticamente, una unidad I.G. típica contemplada para su uso con los sistemas de recubrimiento de esta invención. En términos generales, según lo contemplado en este documento, las unidades I.G. están compuestas por dos o más láminas de vidrio separadas paralelas, mantenidas en relación separada por una estructura de marco apropiada. El espacio (o espacios) entre dos o más láminas, por lo general de aproximadamente media pulgada, contiene aire o un gas inerte como el argón, o se evacua parcialmente. La mayoría se proporciona con un desecante dentro del espacio para evitar el "empañamiento". Por supuesto, se entiende que las Figs. 2 y 4 son sólo ejemplos

de muchos tipos de unidades I.G. utilizadas con fines de aislamiento térmico y/o acústico, según lo contemplado en esta invención.

5 El término "laminado" también es bien comprendido en la técnica del vidrio y se utiliza en este documento de acuerdo con su significado conocido. Los laminados de vidrio normalmente incluyen dos o más sustratos de vidrio sin separación (láminas de vidrio conformadas o no conformadas) que, en los ejemplos de esta invención tendrán por lo menos un recubrimiento de un sistema de capas de esta invención sobre los mismos, normalmente pero no siempre situado en la interfaz de las dos láminas. Tales laminados pueden ser estructuras planas (p. ej., láminas cortadas al tamaño necesario) utilizadas en ventanas, puertas o parabrisas, o dobladas para satisfacer necesidades arquitectónicas o del vehículo específicas. Por ejemplo, la Fig. 5 ilustra esquemáticamente, de forma genérica, un laminado de dos láminas (cristal) típico utilizado como ventana curvada o parabrisas.

10 A modo de antecedentes adicionales relacionados con esta invención se dirige la atención al análisis de la técnica anterior en la mencionada patente '585. Con respecto a la misma, el BOC Group, Inc. (Wolfe *et al.*) así como dos de los inventores de este documento (los Sres. Larson y Lingle) de Guardian Industries, y otros han descrito en este documento un sistema de recubrimiento de diversas capas (algunos comerciales) que emplean plata metálica intercalada entre capas de nicromo seguido de capas de Si_3N_4 para lograr unos sistemas de recubrimiento de gestión solar termotratables o no termotratables. Otros ejemplos de tal estructura de estos inventores incluyen las patentes U.S. n^{os} 5.344.718; 5.376.455; 5.514.476 y 5.770.321. Los recubrimientos Super E-III y Super E-IV conocidos del BOC Group se citan en general en las patentes U.S. n^{os} 5.377.045 y 5.563.734 y se ejemplifican también como una estructura genérica conocida.

15 A este respecto la patente '455 anteriormente citada también logró cierto grado de capacidad de emparejamiento y tratabilidad térmica en determinadas circunstancias. En términos generales, sin embargo, esta patente anterior, como un todo, no logró el grado completo de capacidad de emparejamiento y tratabilidad térmica deseado para la fiabilidad en la fabricación y al mismo tiempo lograr la durabilidad y el color azul-verde prácticamente neutro deseable y unos valores U bajos y/o los coeficientes de sombreado en los laminados y las unidades I.G.

20 El documento EP 0 567 735 se refiere a vidrios de baja E que muestran una alta transmitancia a la luz visible y unas características de reflexión de la energía infrarroja excelentes. Este documento no se refiere a la cuestión de la capacidad de emparejamiento de los laminados o las unidades IG acabadas, en el que algunos de los laminados o las unidades IG acabadas incorporan sustratos recubiertos tratados térmicamente y los otros no.

25 El documento US 5.376.455 se refiere a un sistema de capas recubierto por pulverización catódica que tras ser tratado térmicamente tiene características ópticas que sustancialmente emparejan con las de los sustratos no tratados térmicamente. Esto se logra proporcionando una capa que refleja los infrarrojos intercalada entre dos capas de NiCr, de manera que una de las capas de NiCr sea sustancialmente más fina que la otra.

30 El documento EP 0 622 645 se refiere a un sistema de recubrimiento con un filtro de interferencia de película fina duradero que transmite la luz visible al tiempo que refleja la radiación infrarroja. Este documento sugiere utilizar capas de dióxido de titanio o nitruro de circonio con nitruro de silicio y capas que reflejan los IR relativamente gruesas.

35 En vista de lo anterior es evidente que existe una necesidad en la técnica de un nuevo sistema de recubrimiento de capas que sea de un color comercialmente aceptable, y que sea también termotratable así como emparejable cuando se utiliza en artículos que emplean dos o más sustratos de vidrio que transmiten la luz en relación de transmisión de la luz entre sí.

40 Es un propósito de esta invención satisfacer esta y otras necesidades en la técnica que se pondrán de manifiesto para el experto en la materia una vez dada la siguiente divulgación.

RESUMEN DE LA INVENCION

45 Esta invención, satisface en términos generales las necesidades anteriormente descritas en la técnica proporcionando determinados artículos que incluyen dos o más estructuras de vidrio en comunicación de transmitancia de la luz entre sí y que tienen un sistema único de capas según la reivindicación 1 de esta invención en por lo menos una de sus superficies.

50 La siguiente información facilita la comprensión de la invención:

55 En un artículo de vidrio que tiene por lo menos dos sustratos de vidrio en comunicación de transmisión de la luz entre sí y que tiene un sistema de capas termotratables recubiertas por pulverización catódica sobre por lo menos uno de dichos sustratos, sustrato recubierto que se trata térmicamente, la mejora consiste en que dicho artículo de vidrio sea emparejable y en el que dicho sistema de capas recubiertas por pulverización catódica comprende desde el sustrato de vidrio sobre el que está recubierto, hacia fuera:

- a) una capa de nitruro de silicio;
 b) una capa sustancialmente metálica de níquel o una aleación de níquel con un contenido de níquel de por lo menos aproximadamente un 10% en peso de Ni, estando esta capa sustancialmente libre de un nitruro u óxido de dicho metal;
 5 c) una capa sustancialmente metálica de plata;
 d) una capa sustancialmente metálica de níquel o de una aleación de níquel con un contenido de níquel de por lo menos aproximadamente un 10% en peso de Ni, estando esta capa sustancialmente libre de un nitruro o un óxido de dicho metal; y
 10 e) una capa de nitruro de silicio; en la que dicho sistema de recubrimiento de capas tratado térmicamente tiene una transmitancia visible por lo menos aproximadamente un 4% mayor que antes de ser tratada térmicamente, y en la que los espesores relativos de dichas capas se combinan para resultar en dicho sustrato recubierto tratado térmicamente que al verse monolíticamente desde el lado del vidrio de dicho recubrimiento tiene un ΔE^*_{ab} no superior a 5,0 y un Δa^* inferior a 0,8.

15 En otro aspecto se proporciona, en el procedimiento de fabricación de un artículo de vidrio emparejable que tiene por lo menos dos sustratos de vidrio en comunicación de transmisión de la luz entre sí y que tiene un sistema de capas recubierto por pulverización catódica en por lo menos una superficie de dicho sustrato, sustrato recubierto que se trata térmicamente, la mejora que comprende las etapas de:

- 20 a) recubrir de manera secuencial por pulverización catódica sobre una superficie de por lo menos uno de los sustratos de vidrio un dicho sistema de capas termotratable que comprende desde el sustrato de vidrio sobre el que está recubierto, hacia fuera:

- 25 una capa de nitruro de silicio;
 una capa sustancialmente metálica de níquel o una aleación de níquel con un contenido de níquel de por lo menos aproximadamente un 10% en peso de Ni, estando esta capa sustancialmente libre de un nitruro o de un óxido de dicho metal;
 una capa sustancialmente metálica de plata;
 30 una capa sustancialmente metálica de níquel o de una aleación de níquel con un contenido de níquel de por lo menos aproximadamente un 10% en peso de Ni, estando esta capa sustancialmente libre de un nitruro o de un óxido de dicho metal; y
 una capa de nitruro de silicio; en la que los espesores relativos de dichas capas se combinan para resultar en dicho artículo cuando se ve desde un lado del vidrio con un ΔE^*_{ab} no superior a 3,0 y un Δa^* inferior a 0,7;

- 35 b) someter dicho sustrato con dicho recubrimiento sobre el mismo a un tratamiento térmico que aumenta la transmitancia visible de dicho sustrato recubierto por lo menos aproximadamente un 4%; y
 40 c) después fabricar dichos sustratos de vidrio para que estén en comunicación de transmitancia de la luz entre sí para formar así dicho artículo de vidrio emparejable.

45 En determinadas formas de realización preferentes el color deseado es sustancialmente neutro pero preferentemente se encuentra en el cuadrante azul-verde como se representa mediante a^* y b^* siendo negativos. En unas formas de realización preferentes adicionales de esta invención el artículo de vidrio es una ventana o una puerta formada a partir de por lo menos dos láminas de vidrio y fabricadas como una unidad I.G. o un laminado de vidrio. En este sentido el tratamiento térmico empleado en las formas de realización preferentes de esta invención se selecciona de entre doblado, templado, o fortalecimiento por calor, y lo más preferible es el templado.

50 A continuación se describirá esta invención con respecto a determinadas formas de realización de la misma como se ilustra en los siguientes dibujos, en los que:

EN LOS DIBUJOS

55 La Fig. 1 es una vista lateral en sección transversal parcial de una forma de realización de un sistema de capas según esta invención.

La Fig. 2 es una vista en sección transversal parcial de una unidad I.G. según lo contemplado en esta invención.

La Fig. 3 es una vista en perspectiva esquemática parcial de una casa que emplea como ventana, puerta o pared una unidad I.G. y un laminado según esta invención.

60 La Fig. 4 es una vista esquemática en sección transversal parcial de una forma de realización de una unidad I.G. en la fase de pre-fabricación.

La Fig. 5 es una vista esquemática en sección transversal parcial de un laminado doblado según lo contemplado en esta invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

Determinados términos se utilizan fundamentalmente en la técnica del recubrimiento de vidrio, especialmente al definir las propiedades y las características de gestión solar del vidrio recubierto. En este documento se utilizan tales términos de acuerdo con su significado conocido. Por ejemplo, tal como se utilizan en este documento:

La intensidad de la longitud de onda de la luz visible reflejada, es decir, la "reflectancia" se define por su porcentaje y se indica como R_xY (es decir, el valor Y citado más adelante en ASTM E-308-85), en el que "X" es "G" para el lado de vidrio o "F" para el lado de película. "Lado de vidrio" (p. ej., "G") significa, visto desde el lado del sustrato de vidrio opuesto a aquel en el que se encuentra el recubrimiento, mientras que "lado de película" (es decir, "F") significa, visto desde el lado del sustrato de vidrio en el que se encuentra el recubrimiento.

Las características de color se miden y se describen en este documento utilizando la escala y las coordenadas a^* , b^* de CIE LAB 1976, (es decir, el diagrama a^*b^* de CIE 1976). Otras coordenadas similares pueden utilizarse de manera equivalente como mediante el subíndice "h" para indicar el uso convencional del procedimiento (o unidades) Hunter I11. C, observador de 10° , o las coordenadas u^*v^* de CIE LUV. Estas escalas se definen en este documento según el ASTM D-2244-93 "Standard Test Method for Calculation of Color Differences From Instrumentally Measured Color Coordinates" 9/15/93 ampliado en ASTM E-308-85, Libro Anual de Normas ASTM, Vol. 06.01 "Standard Method for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System" y/o como se describe en el Volumen de Referencia de IES LIGHTING HANDBOOK de 1981.

Los términos "emisividad" y "transmitancia" se entienden bien en la técnica y se utilizan en este documento de acuerdo con su significado conocido. Por lo tanto, por ejemplo, el término "transmitancia" significa en este documento la transmitancia solar, que se compone de la transmitancia de la luz visible (TY), la transmitancia de la energía infrarroja, y la transmitancia de la luz ultravioleta. La transmitancia de la energía solar total (TS), suele caracterizarse entonces como un promedio ponderado de estos otros valores. Con respecto a estas transmitancias, la transmitancia visible, como se describe en este documento, se caracteriza por la técnica del iluminante estándar C a 380-720 nm; el infrarrojo es 800-2100 nm; el ultravioleta es 300-400 nm; y el solar total es 300-2100 nm. Sin embargo, para fines de emisividad, se emplea un rango infrarrojo concreto (es decir, 2.500-40.000 nm).

La transmitancia visible puede medirse utilizando técnicas convencionales conocidas. Por ejemplo, utilizando un espectrofotómetro, como un Beckman 5240 (Beckman Sci. Inst. Corp.), se obtiene una curva espectral de transmisión. A continuación se calcula la transmisión visible utilizando la mencionada metodología ASTM 308/2244-93. Puede emplearse un número menor de puntos de longitud de onda de los establecidos, si se desea. Otra técnica para medir la transmitancia visible es emplear un espectrómetro como un espectrofotómetro Spectrogard comercialmente disponible fabricado por Pacific Scientific Corporation. Este dispositivo mide e indica directamente la transmitancia visible. Como se ha descrito y medido en este documento, la transmitancia visible (es decir, el valor Y en los valores triestimulares CIE, ASTM E-308-85) utiliza el I11. C., observador de 10° .

"Emisividad" (E) es una medida, o característica de absorción y reflectancia de la luz a longitudes de onda dadas. Suele representarse mediante la fórmula:

$$E = 1 - \text{Reflectancia}_{\text{película}}$$

Para fines arquitectónicos, los valores de emisividad llegan a ser bastante importantes en el denominado "rango medio", también denominado a veces "rango lejano" del espectro infrarrojo, es decir, aproximadamente 2.500-40.000 nm., por ejemplo, según lo especificado en el programa WINDOW 4.1, LBL-35298 (1994) de Lawrence Berkeley Laboratories, como se cita más adelante. El término "emisividad" tal como se utiliza en este documento, se utiliza por lo tanto para referirse a valores de emisividad medidos en este rango infrarrojo según lo especificado en el Estándar ASTM Propuesto 1991 para medir la energía infrarroja para calcular la emitancia, según lo propuesto por el Primary Glass Manufacturers' Council y titulado "Test Method for Measuring and Calculating Emissance of Architectural Flat Glass Products Using Radiometric Measurements". Este Estándar, y sus disposiciones, se incorporan en este documento por referencia. En este Estándar, la emisividad se describe como emisividad hemisférica (E_h) y emisividad normal (E_n).

La acumulación real de datos para la medición de tales valores de emisividad es convencional y puede hacerse utilizando, por ejemplo, un espectrofotómetro Beckman modelo 4260 con accesorio "VW" (Beckman Scientific Inst. Corp.). Este espectrofotómetro mide la reflectancia frente a la longitud de onda, y a partir de ello, se calcula la emisividad utilizando el mencionado Estándar ASTM Propuesto 1991 que se ha incorporado en este documento por referencia.

Otra expresión empleada en este documento es la "resistencia laminar". La resistencia laminar (R_s) es un término conocido en la técnica y se utiliza en este documento de acuerdo con su significado conocido. En este documento se indica en ohmios por unidades cuadradas. En términos generales, este término se refiere a la resistencia en ohmios para cualquier cuadrado de un sistema de capas en un sustrato de vidrio a una corriente eléctrica que pasa por el

sistema de capas. La resistencia laminar es una indicación de cómo la capa está reflejando la energía infrarroja, y por tanto se utiliza a menudo junto con la emisividad como una medida de esta característica. La "resistencia laminar" se mide convenientemente utilizando un óhmetro de sondeo de 4 puntos, como una sonda de resistividad de 4 puntos desechable con una cabeza de Magnetron Instruments Corp, modelo M-800 producida por Signatone Corp. de Santa Clara, California.

"Durabilidad química" o "químicamente duradero" se utiliza en este documento como sinónimo del término de la técnica "químicamente resistente" o "estabilidad química". La durabilidad química se determina haciendo hervir una muestra de 2"x5" de un sustrato de vidrio recubierto en aproximadamente 500 cc de HCl al 5% durante una hora (es decir, a aproximadamente 220°F). Se considera que la muestra pasa esta prueba (y por tanto el sistema de capas es "químicamente resistente" o se considera "químicamente duradero" o que tiene "durabilidad química") si el sistema de capas de la muestra no presenta una decoloración visible o no presenta perforaciones superiores a aproximadamente 0,003" de diámetro después de una hora hirviendo.

"Durabilidad mecánica" como se utiliza en este documento se define mediante las siguientes pruebas (una de dos pruebas alternativas). La prueba utiliza un Pacific Scientific Abrasion Tester (o equivalente) en el que se pasa cíclicamente un cepillo de nailon de 2"x4"x1" sobre el sistema de capas en 500 ciclos empleando 150 gm de peso, aplicado a una muestra de 6"x17". En esta prueba, si no aparecen arañazos perceptibles considerables cuando se ve a simple vista a la luz visible, la prueba se considerará aprobada, y se dice que el artículo es "mecánicamente duradero" o que tiene "durabilidad mecánica".

Los espesores de las diversas capas en los sistemas descritos se miden por, y por tanto el término, "espesor" tal como se utiliza en este documento se define por, técnicas alternativas. En una técnica, se emplean curvas ópticas conocidas, o, alternativamente, el uso de profilometría con agujas convencionales. En otra y especialmente ventajosa técnica, se utiliza un elipsómetro espectrofotométrico de ángulo variable de múltiples longitudes de onda fabricado por J.A. Woollam Co., Lincoln, Nebraska.

El término "valor U" (sinónimo de "transmitancia térmica") es un término bien entendido en la técnica y se utiliza en este documento de acuerdo con este significado conocido. "Valor U" en este documento se describe en términos de BTU/hr/ft²/°F, y puede determinarse según el procedimiento de la caja caliente guardada como se describe en, y de acuerdo con la denominación del ASTM: C236-89 (reaprobado en 1993).

La expresión "coeficiente de sombreado" es un término bien entendido en la técnica y se utiliza en este documento de acuerdo con su significado conocido. Se determina según el Estándar ASHREA 142 "Standard Method for Determining and Expressing the Heat Transfer and Total Optical Properties of Fenestration Products" del Standards Project Committee, SPC 142, septiembre de 1995.

Para emplear correctamente la expresión "termotratable" (o su sinónimo "tratabilidad térmica") cuando se utiliza como una característica de esta invención, debe definirse más detalladamente de lo hasta ahora empleado en la técnica anterior representada por la mencionada patente '585. En este caso, como en la técnica anterior, la expresión sigue refiriéndose a la capacidad del sistema de capas recubierto de resistir el tipo de tratamiento térmico al que es sometido sin efectos adversos en sus características requeridas. Sin embargo, para ser "termotratable" (o para tener "tratabilidad térmica") para los fines de esta invención, el tratamiento térmico al que se somete el sistema de recubrimiento de capas también debe aumentar la transmitancia visible por lo menos aproximadamente un 4% y preferentemente aproximadamente un 5-7%. Es un descubrimiento de esta invención que este aumento es importante para lograr la "capacidad de emparejamiento" o para ser "emparejable" ya que estos dos términos se emplean en este documento para la mayoría de los sistemas de capas contemplados en este documento.

Siempre que el tratamiento térmico resulte en esta mayor transmitancia visible, entonces, en todos los demás aspectos la definición de "termotratable" y "tratabilidad térmica" siguen siendo iguales a los empleados hasta ahora en la técnica (p. ej., como en la patente '585 anteriormente citada). Por ejemplo, tales tratamientos térmicos como se contemplan en general en este documento pueden ser cualquier proceso que emplee temperaturas relativamente altas y que en circunstancias normales perjudicaría la mayoría de los recubrimientos de la técnica anterior. Tales tratamientos térmicos incluyen el templado, el doblado, el fortalecimiento por calor y determinados procesos utilizados para formar unidades I.G. o laminados de vidrio que emplean altas temperaturas de fabricación o de sellado. Tales tratamientos térmicos, p. ej., el templado y el doblado, a menudo requieren calentar el sustrato recubierto a temperaturas por encima de 1100°F (593°C) y hasta 1450°F (788°C) durante un período de tiempo suficiente para asegurar el resultado final.

Tolerables, para incluirse en la definición de "termotratable", son los cambios para mejorar el sistema de capas que resulta del tratamiento térmico empleado. Además de una mayor transmitancia visible, tales tratamientos térmicos por ejemplo, pueden resultar beneficiosamente en valores de resistencia laminar y emisividad más bajos. Tales cambios beneficiosos no hacen los sistemas de capas de esta invención no termotratables. Para la mayoría de fines comerciales, por ejemplo, un cambio para mejorar la emisividad (es decir, disminuir el valor E) debido al tratamiento térmico no solo es tolerable sino deseable porque no afecta al aspecto visual y, por tanto, capacidad de

emparejamiento, aunque normalmente es importante que el cambio tenga lugar de manera uniforme por todo el sustrato y sea independiente de los parámetros utilizados para llevar a cabo el tratamiento térmico.

5 El término "emparejable" y su definición tal como se utiliza en este documento, se deriva por lo tanto del término (y la definición anterior, de) "termotratable". Según lo contemplado en esta invención el término "emparejable" significa simplemente que un artículo de vidrio que tiene por lo menos dos sustratos de vidrio en relación de transmitancia de la luz entre sí, en el que por lo menos uno de los sustratos de vidrio tiene un sistema de recubrimiento de capas recubierto por pulverización catódica de esta invención sobre el mismo, parecerá a simple vista prácticamente el mismo al comparar su aspecto no tratado térmicamente con su aspecto después del tratamiento térmico, por lo
10 menos visto desde el denominado lado de vidrio (es decir, mirando a través de por lo menos un sustrato de vidrio antes de ver el recubrimiento).

15 Los artículos de vidrio contemplados en esta invención no son láminas de vidrio monolítico. Más bien, como se ha descrito anteriormente, son artículos que comprenden por lo menos dos sustratos de vidrio (p. ej., láminas) que están en relación de transmisión de la luz (y, por tanto, de reflexión) entre sí. La forma habitual de un artículo de este tipo es, por supuesto, una unidad I.G. o un laminado.

20 Aunque los sistemas de recubrimiento de esta invención son termotratables monolíticamente, no necesitan ser, y a menudo no son, emparejables monolíticamente. De hecho, muchos sistemas contemplados en este documento sólo alcanzan la capacidad de emparejamiento cuando se utilizan en una estructura de vidrio doble o múltiple como se ha descrito. Aunque la razón precisa de ello puede no ser comprendida totalmente, se cree, y por lo tanto es un descubrimiento de esta invención, que utilizando dos o más sustratos de vidrio situados en relación de transmisión (y, por tanto, de reflexión) entre sí, la reflexión de la luz visible desde el sustrato de vidrio opuesto al sustrato visto tiende a enmascarar o anular cualquier diferencia de aspecto entre el sustrato recubierto tratado térmicamente visto
25 en comparación con su homólogo no tratado térmicamente. Además se cree que cuando la transmitancia de la luz de los recubrimientos de esta invención aumenta durante el tratamiento térmico, esto aumenta el mencionado efecto de enmascaramiento, anulando así cualquier diferencia.

30 Por lo tanto, se convierte en una característica beneficiosa inesperada de esta invención debido a este efecto de enmascaramiento, que, como se ha mencionado anteriormente, si el sustrato recubierto termotratado se emplea monolíticamente, es decir, en comparación a sí mismo cuando no se trata térmicamente, no necesita ser emparejable para lograr la capacidad de emparejamiento en los artículos de esta invención. Esto, a su vez, crea el beneficio considerable de no imponer en el sustrato tratado térmicamente la característica que hasta ahora se creía necesaria de tener que emplear un ΔE inferior a 2,0. Más bien, como se describe más adelante el ΔE del sustrato monolítico (individual) puede ser considerablemente superior a 2,0 y lograrse todavía la capacidad de emparejamiento en los artículos de dos o múltiples cristales de esta invención.

35 Es otro descubrimiento más de esta invención para los artículos y sistemas contemplados en este documento que la capacidad de emparejamiento puede definirse mejor por referencia a determinadas características además del ΔE . De hecho, recientemente se ha descubierto sorprendentemente que para la capacidad de emparejamiento de los sistemas en este documento, debe definirse un límite para Δa^* . Preferentemente, y de manera opcional, también puede definirse el color para maximizar el grado de capacidad de emparejamiento logrado. Este color, por supuesto, puede describirse convenientemente por referencia a los mencionados valores a^* , b^* convencionales, que para los fines de esta invención, de mantener el color en el rango de color prácticamente neutro deseado que tiende al cuadrante azul-verde, ambos deberían ser negativos. Si el color deseado es diferente, entonces los valores a^* , b^* cambiarán por consiguiente para satisfacer las necesidades del cliente mientras se mantiene la capacidad de emparejamiento a través de la selección apropiada de un ΔE y Δa^* concretos.

40 Estrechamente relacionado con los descubrimientos anteriormente indicados es el otro descubrimiento más de esta invención de que para lograr la capacidad de emparejamiento para cualquier sistema de capas concreto de este documento, en particular si se desean colores distintos del azul-verde relativamente neutro, deben seguirse las siguientes directrices generales:

- 55 a) el rango de ΔE necesario para asegurar la capacidad de emparejamiento generalmente varía en función del cuadrante de color en el que reside el color; y
b) el componente denominado b^* al definir el color por sus coordenadas a^*b^* es menos importante para el control que el componente a^* , y por tanto Δa^* .

60 El término "delta E" (es decir, " ΔE ") se entiende bien en la técnica y se describe, junto con diversas técnicas para determinarlo, en el mencionado estándar ASTM-2244-93 así como se describe en Hunter *et al.*, "The Measurement of Appearance", 2ª Ed. Cptr. Nine, p162 *et seq.* [John Wiley & Sons, 1987].

65 Tal como se utiliza en la técnica, " ΔE " es una forma de expresar adecuadamente el cambio (o la falta del mismo) en la reflectancia y/o la transmitancia (y por tanto en la apariencia del color, también) en un artículo. ΔE puede calcularse mediante la técnica de "ab", mediante la técnica de Hunter (indicada empleando un subíndice "H") y/o

mediante la técnica de Friele-MacAdam-Chickering (FMC-2). Todas se consideran útiles y equivalentes para los fines de esta invención. Por ejemplo, como se describe en Hunter et al., citado anteriormente, puede utilizarse la técnica de coordenadas rectangulares/escala (CIE LAB 1976) conocida como la escala L*, a*, b*, en la que:

- 5 L* es unidades de luminosidad (CIE 1976)
- a* es unidades de rojo-verde (CIE 1976)
- b* es unidades de amarillo-azul (CIE 1976)

y la distancia ΔE entre L*_o a*_o b*_o y L*₁ a*₁ b*₁ son las coordenadas rectangulares:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

donde:

$$\Delta L^* = L^*_1 - L^*_o$$

$$\Delta a^* = a^*_1 - a^*_o$$

$$\Delta b^* = b^*_1 - b^*_o$$

En esta técnica, tal como se utiliza en esta invención, el subíndice "o" representa el recubrimiento (artículo recubierto) antes del tratamiento térmico y el subíndice "1" representa el recubrimiento (artículo recubierto) después del tratamiento térmico.

25 Cuando en lo sucesivo, y en las reivindicaciones, se cuantifique el término ΔE, los números empleados son los calculados por la mencionada técnica de las coordenadas L*, a*, b* (CIE LAB 1976) y por lo tanto ΔE se indica como ΔE*_{ab}. Sin embargo, dentro del alcance de esta invención y la cuantificación de ΔE son, por supuesto, los números equivalentes si se convierten a los calculados mediante cualquier otra técnica que emplee el mismo concepto de ΔE como se ha definido anteriormente.

35 Como directriz general, en este sentido, entonces, se ha descubierto que, para los sistemas de capas según lo contemplado en esta invención, cuando el sustrato de vidrio recubierto monolítico tiene un color antes del tratamiento térmico que entra dentro del siguiente rango:

	General (aproximadamente)	Preferente (aproximadamente)
a*	-2,6 a -6,0	-3,6 a -5,0
b*	-3,5 a -9,5	-5,5 a -7,5

40 La "capacidad de emparejamiento" (es decir, ser "emparejable") se suele lograr en los artículos de esta invención cuando se ven desde el lado de vidrio si el tratamiento térmico resulta en un aumento de la transmitancia de la luz visible de por lo menos aproximadamente un 4% y preferentemente aproximadamente un 5-7% y si monolíticamente:

	General (aproximadamente)	Preferente
ΔE* _{ab} es	≤5,0	<4,0
Δa* es	<0,8	<0,5

45 Un ΔE*_{ab} y Δa* de cero es, por supuesto, la situación ideal que el experto en la materia debería esforzarse en conseguir.

50 El término "aproximadamente" se utiliza en los rangos anteriores y en este documento en general, para tener en cuenta pequeñas variaciones que pueden producirse dependiendo del sistema de capas concreto empleado, la naturaleza algo subjetiva del ojo humano y en reconocimiento del hecho de que la definición de "emparejable" es la similitud de aspecto a simple vista para los fines contemplados, así como la comprensión de que ΔE y Δa* son técnicas científicas para describir este concepto en lo que se refiere al ojo humano.

55 Como directriz adicional, y debido al efecto de enmascaramiento descrito anteriormente de los sustratos de vidrio colocados apropiadamente según lo contemplado en este documento, una lámina monolítica proporcionada con un recubrimiento de esta invención y empleada como uno de dos o más sustratos en los artículos contemplados en este documento, puede tener ahora un ΔE mayor que el que se consideraba tolerable anteriormente en este documento para la capacidad de emparejamiento. De hecho se ha descubierto sorprendentemente que la lámina de vidrio

recubierto termotratable monolítico sólo necesita tener un ΔE^*_{ab} inferior a aproximadamente 5,0 y preferentemente inferior a aproximadamente 4,0 para obtener la capacidad de emparejamiento en el producto final. Además, como directriz general adicional, Δa^* correspondiente en esta lámina sólo necesita ser inferior a aproximadamente 0,8 y preferentemente inferior a aproximadamente 0,5.

Volviendo ahora a la Fig. 1, se ilustra una vista parcial en sección transversal de una forma de realización típica de un substrato de vidrio termotratable que tiene un sistema de capas recubiertas por pulverización catódica sobre el mismo de acuerdo con esta invención. En la misma el substrato de vidrio 1 tiene dispuesto sobre el mismo una capa base 3 de Si_3N_4 , una primera capa intermedia 5 de níquel o una aleación de níquel no oxidada y no nitrurada (preferentemente un nicromo, en porcentaje en peso, de 80/20 de níquel), una capa que refleja la energía infrarroja 7 de plata, una segunda capa intermedia 9 de níquel o una aleación de níquel no oxidada y no nitrurada (preferentemente un nicromo, en porcentaje en peso, de 80/20 de níquel/cromo) y una capa superior 11 de Si_3N_4 .

Los espesores de estas capas pueden variar y en este sentido más adelante se proporcionan los rangos útiles de los mismos para determinadas formas de realización. Se entiende que son, en términos generales, los espesores relativos del sistema, que en general se eligen para lograr los resultados deseados de este documento.

Aunque los sistemas de capas de esta invención encuentran uso en las técnicas de las ventanas y los parabrisas de automóviles, son particularmente útiles como recubrimientos de gestión solar en el denominado campo arquitectónico (es decir, ventanas y puertas para las estructuras de edificios como edificios de oficinas, apartamentos, y casas residenciales). Cuando se emplean de esta manera en el campo de la arquitectura, se emplean, normalmente pero no necesariamente por su capacidad de emparejamiento en unidades de vidrio aislante de cristales múltiples ("unidades I.G.") como del tipo ilustrado en las Figs. 2 y 4, o como puertas y ventanas en residencias como se muestra en la Fig. 3, o como en laminados como se ilustra en la Fig. 5.

La Fig. 3 es una vista esquemática de una típica vivienda unifamiliar 28 que tiene diversos portales en los que pueden emplearse el objeto de la invención. Por ejemplo, puede emplearse una ventana no tratada térmicamente 30 como "contraventana" o sistema de amortiguamiento del ruido, una unidad I.G. de esta invención como la ilustrada en la Fig. 2. Una puerta corredera 50 o un cristal de puerta de vidrio no corredera 52 así como un cristal de puerta delantera 54 pueden construirse de este modo empleando esta invención como una unidad I.G. tratada térmicamente. Esto requiere lograr la capacidad de emparejamiento entre las ventanas/puertas tratadas térmicamente y no tratadas térmicamente por razones estéticas obvias. Por supuesto, la capacidad de emparejamiento se logra en este caso mediante el uso del sistema de capas 24 de acuerdo con esta invención.

Con respecto a la Fig. 2, se ilustra, algo esquemáticamente, una unidad I.G. típica de acuerdo con esta invención. Para diferenciar el "interior" de la unidad I.G. (marcado "Dentro") de su "exterior" (marcado "Fuera"), se presenta esquemáticamente el sol 19. Como puede verse, una unidad de I.G. de este tipo se compone de un cristal de vidrio "exterior" (lámina) 21 y de un cristal de vidrio "interior" (lámina) 23. Estos dos cristales de vidrio (p. ej., vidrio flotado de 2mm-8mm de espesor) se sellan en sus bordes periféricos mediante un sellante convencional 25 y se proporcionan con una tira secante convencional 27. A continuación, los cristales se retienen en un marco de retención de puerta o ventana convencional 29 (mostrado de forma parcial esquemática). Sellando los bordes periféricos de las láminas de vidrio y reemplazando el aire en la cámara 30 con un gas como el argón, se forma una unidad I.G. típica de alto valor aislante. La cámara 20 en este sentido es por lo general de aproximadamente 1/2" de ancho. La pared interior 24 o la 26 (o ambas) pueden contar con un sistema de capas de esta invención. Como se ilustra, la pared interior 24 de la lámina de vidrio exterior 21 en esta forma de realización, se ha proporcionado con un sistema 22 de recubrimiento de capas recubiertas por pulverización catódica aplicado al mismo utilizando técnicas convencionales de recubrimiento por pulverización catódica. Como puede verse, un sistema de este tipo incluye de manera eficaz el principio de "enmascaramiento" descubierto como parte de esta invención puesto que, por ejemplo, un observador de la casa desde el exterior mirará a través del cristal 21, el recubrimiento 24, el espacio 30 y el cristal 23. Sin embargo, al hacerlo, dado que parte de la luz solar que pasa por el cristal 21 y que da en el cristal 23 es reflejada de vuelta desde el cristal 23, alcanzando el ojo del observador, el efecto de enmascaramiento ayuda a neutralizar cualquier pequeña diferencia que pudiera existir en caso contrario (p. ej., si las ventanas/puertas fueran láminas monolíticas) para crear así la capacidad de emparejamiento deseada.

A continuación se dirige la atención a la Fig. 4 en la que se ilustra esquemáticamente una pila típica de unidades I.G. de dos cristales antes del sellado. En la unidad I.G. de la Fig. 4, la pila previa emplea dos láminas de vidrio flotante transparentes típicas 31 y 33 separadas una distancia seleccionada (p. ej., 0,1 mm) por unas perlas de vidrio 35. La lámina inferior 33, de tamaño ligeramente mayor que la lámina superior 31, tiene un sistema capas 37 de acuerdo con esta invención recubierta por pulverización catódica mediante técnicas convencionales sobre su superficie plana interior 34. Opcionalmente, puede utilizarse la superficie plana interior 32 de la lámina 31 para el recubrimiento de capas, o pueden emplearse ambas superficies 32 y 34 para ello. A continuación se proporciona un sellante convencional 39 (p. ej., una cerámica de fusión relativamente baja) en la zona periférica 41 definida centrando la lámina más pequeña 31 en la lámina más grande 33.

De manera convencional, a continuación se aplica calor suficiente para hacer que el sellante 39 fluya y selle las dos láminas juntas para crear así una cámara aislante 43. Posteriormente, después de enfriarse, se aplica un vacío para

eliminar tanto aire y vapor de agua como sea económicamente viable, y opcionalmente para dejar un vacío o sustituir el aire y el vapor de agua con un gas inerte como el argón. En una técnica alternativa los bordes del vidrio se sellan a la llama, en lugar de utilizar un sellante. En cualquier caso, debe aplicarse calor para crear el sello y expulsar el vapor de agua. De esta manera las formas de realización termotratables de esta invención encuentran una aplicabilidad única en las unidades I.G. del tipo mostrado en la Fig. 4 en la que el sistema de capas debe ser capaz de soportar el calor empleado durante el sellado sin perjudicar sus características deseadas.

En otra alternativa más, no se emplea un proceso de vacío y se hace un espacio de 1/2" para la cámara mediante diversas técnicas convencionales conocidas. En un proceso de este tipo la cámara aislante suele rellenarse con argón para desplazar el aire y el vapor de agua (es decir, la humedad o el vaho) que pudieran estar presentes. En ambos casos el uso de dos láminas (o más, si se construyen I.G.s de tres cristales), colocadas en relación de transmisión de la luz una con respecto a la otra, lleva al efecto de enmascaramiento de manera que la unidad I.G. sea emparejable incluso si, monolíticamente, el cristal 21 no lo es, debido al excesivo ΔE .

A este respecto, el término "termotratable" tal como se utiliza en este documento incluye aquellas técnicas de sellado de la unidad I.G. que emplean temperaturas suficientemente altas que normalmente perjudicarían o destruirían un sistema de capas convencional, pero no incluye aquellas técnicas de sellado que emplean tales bajas temperaturas para no afectar a prácticamente todos los recubrimientos utilizados para este fin.

Al formar la mayoría de las unidades I.G., a menudo se requieren múltiples etapas de "manipulación", necesitando así un sistema de capas que sea mecánicamente duradero. Además, debido a la naturaleza del proceso y de los materiales empleados, se requiere una durabilidad química. Las formas de realización preferentes de los sistemas de capas de esta invención logran la durabilidad química y mecánica, haciéndolas por tanto especialmente útiles en la formación de unidades I.G. con excelentes valores U y otras propiedades de gestión solar, al tiempo que son emparejables.

El dispositivo y los procesos preferentes utilizados para formar los sistemas de recubrimiento de capas de esta invención pueden ser cualquier sistema de recubrimiento por pulverización catódica convencional conocido. Un ejemplo de tales sistemas son los sistemas multicámara producidos por Airco, Inc., como la máquina de recubrimiento por pulverización catódica de vidrio plano de gran área G-49 fabricada por esta compañía. Hay que reseñar aquí que es un aspecto de esta invención que sus resultados únicos se logran mediante el uso de técnicas de recubrimiento por pulverización catódica convencionales sin la necesidad de procesos especiales para aliviar las tensiones intrínsecas como se describe en la patente U.S. nº 5.377.045.

A continuación se dirige la atención a la Fig. 5 que, en forma de sección transversal parcial, ilustra un laminado 60 doblado típico de acuerdo con esta invención. Se entiende, por supuesto, que el laminado 60 no necesita doblarse, es decir, podría ser plano. Sin embargo, puesto que el laminado 60 está doblado, a menudo tendrá que ser emparejable con su homólogo no doblado, como en el caso en el que se utiliza como claraboya doblada en la casa 28 (no mostrada), que a continuación debe emparejar con las ventanas y las puertas 50, 52, etc., que pueden estar doblada o ser planas (como se ilustra).

El laminado 60 incluye dos cristales de vidrio transparente 62, 64 respectivamente, que se sellan juntos de manera convencional. Una o ambas superficies faciales interiores de los cristales 62, 64 tienen, antes de su fabricación y doblado, un sistema de capas 66 pulverizado catódicamente sobre las mismas de acuerdo con esta invención. A continuación se fabrica y dobla el laminado, como por termoformación por calor a la temperatura de termoformación del vidrio en forma de trineo o cuna (a veces denominado "ataúd") de manera convencional para formar el artículo laminado curvado que posteriormente puede proporcionarse con un elemento de marco convencional (no mostrado por motivos prácticos). Durante el doblado, la transmisión del(los) cristal(es) recubierto(s) aumenta por lo menos aproximadamente un 4% para asegurar la capacidad de emparejamiento.

Como puede verse, el cristal 62 y el cristal 64 se colocan para estar en relación de transmisión de la luz entre sí. Por lo tanto, no importa desde qué lado ("A" o "B" en la Fig. 5) del laminado se mire la estructura, el efecto de enmascaramiento de reflexión desde el cristal opuesto al observador (p. ej., el cristal 62 si el observador está en el lado "B" ayuda a lograr la capacidad de emparejamiento de la unidad, aunque el(los) cristal(es) con el recubrimiento sobre el mismo, por sí mismo, no sea necesariamente emparejable, aunque puede serlo. Preferentemente sólo un cristal está recubierto, estando el otro sin recubrir. También se considera una parte de esta invención que pueden estar presentes más de dos sustratos en el laminado, así como que por lo menos uno de ellos puede ser templado o reforzado por calor, así como doblado.

Como se ilustra en la Fig. 1, el sustrato 1 es preferentemente vidrio o un equivalente y los sistemas de capas preferentes de esta invención consisten básicamente en cinco (5) capas. Aunque pueden emplearse otras capas, no deben restar valor de manera significativa a la característica de por lo menos "tener la capacidad de emparejamiento" lograda en este documento por estas cinco capas. Con respecto a los números de la Fig. 1, se ha descubierto que el siguiente rango de espesores es deseable para asegurar el logro de la "capacidad de emparejamiento" y la tratabilidad térmica, y en la mayoría de los casos también las demás características, como se indica a continuación.

Nº de capa de la Fig. 1	Espesores "Aproximadamente" (Å)	Espesores Preferentes (Å)
3	310-350	330
5	10-20	13
7	52-62	57
9	10-20	12
11	390-440	410

5 Con respecto a las capas 3 y 11 que consisten básicamente en Si₃N₄, la diana del Si empleado para formar este sistema de capas (en un ambiente de nitrógeno como se conoce en la técnica) puede ser mezclado con hasta un 6% en peso de aluminio o acero inoxidable (p. ej., SS#316), apareciendo después aproximadamente esta cantidad en la capa así formada. Aunque las capas 5 y 9 pueden ser níquel metálico, puede emplearse un nicromo que preferentemente consiste esencialmente, en peso, en aproximadamente un 80-90% de Ni y un 10-20% de Cr. 10 Además, aunque tal vez sea posible emplear como capa 7 otros determinados metales que reflejan los IR, como el oro o el platino, preferente la capa 7 de este documento consiste esencialmente en plata metálica, considerándose los demás un equivalente menos deseable mientras logren el resultado deseado.

15 Un ejemplo de las capas 5 y 9 incluye no sólo SS-316 que consiste esencialmente en un 10% de Ni y un 90% de otros ingredientes, principalmente Fe y Cr, sino también la aleación de Haynes 214, que en peso consiste esencialmente (como composición nominal):

Elemento	% en Peso
Ni	75,45
Fe	4,00
Cr	16,00
C	,04
Al	4,50
Y	,01

20 Se cree importante para lograr la máxima durabilidad química que las capas 5 y 9 incluyan por lo menos un 10% en peso de níquel, y que estas capas estén presentes en forma sustancialmente no oxidada (o hayan sufrido sólo una cantidad menor de oxidación) y estén preferentemente, sustancialmente libres de un nitruro del níquel o cromo u otros elementos metálicos empleados.

25 Para la mayoría de las formas de realización contempladas en esta invención, las siguientes características estarán presentes en una lámina de vidrio monolítico útil en una unidad I.G. para crear la capacidad de emparejamiento cuando se utiliza el sistema de capas anteriormente descrito, recubierta por pulverización catódica sobre una de sus superficies planas dentro del rango de espesores como se ha descrito anteriormente. Las características indicadas se basan en un sustrato de vidrio formado de vidrio flotante convencional transparente (es decir, hecho mediante el proceso de flotación convencional) con un espesor de 6 mm. Para los vidrios de espesores distintos o si están coloreados, determinadas características dependientes del espesor como se conocen en la técnica, cambiarán por 30 consiguiente.

LÁMINA MONOLÍTICA (6mm de ESPESOR)

CARACTERÍSTICA	RANGO	RANGO PREFERENTE	EJEMPLO ESPECÍFICO
TY (%)			
antes del h.t.	63 - 73	67 - 72	70
después del h.t.	68 - 78	72 - 77	75
R _G Y (%)			
antes del h.t.	7 - 13	8 - 12	10
después del h.t.	7 - 13	8 - 12	8
a*			
antes del h.t.	-2,6 a -6,0	-3,6 a -5,0	-4,3
después del h.t.	-2,3 a -6,3	-3,3 a -5,3	-4,3
b*			
antes del h.t.	-3,5 a -9,5	-5,5 a -7,5	-6,5
después del h.t.	-4,5 a -10,5	-6,4 a -9,0	-7,7
R _T Y (%)			
antes del h.t.	3 - 7	4 - 6	5,0 0
después del h.t.	2 - 6,4	3 - 5,4	4,2
a*			
antes del h.t.	+1,4 a -3,4	+0,4 a -2,4	-1,0
después del h.t.	-0,6 a -6,0	-1,6 a -5,0	-3,3

b*	antes del h.t. después del h.t.	+2,5 a -6,5 -3 a -12	+0,5 a -4,5 -5,0 a -10,0	-2,0 -7,5
E _n	antes del h.t. después del h.t.	0,16 - 0,25 0,18 - 0,23	0,18 - 0,22 0,16 - 0,20	0,20 0,18
E _h	antes del h.t. después del h.t.	0,17 - 0,26 0,15 - 0,24	0,19 - 0,23 0,17 - 0,21	0,21 0,19
R _s (ohms/cuad)	antes del h.t. después del h.t.	15 - 20 10 - 20	15,5 - 18,5 11,5 - 14,5	17,0 13,0
ΔE* _{ab}		<5,0	<4,0	3,6
Δa*		<0,8	<0,5	0,0

En la tabla anterior, TY es la transmitancia visible, "h.t." significa tratamiento térmico (en este caso templado), RY es reflectancia, el subíndice "f", significa lado de película (es decir, lado de recubrimiento) y el subíndice "G" lado de vidrio. Los números a* y b* son las coordenadas de color medidas de acuerdo con la técnica CIE LAB 1976, I11.C.observador de 10° anteriormente descrita, E_n es la emisividad normal, E_h es la emisividad hemisférica y R_s es la resistencia laminar, indicada aquí en ohmios por cuadrado, ΔE*_{ab} y Δa* se utilizan aquí como se ha definido anteriormente.

Como puede verse en el ejemplo específico dado en la tabla anterior, ΔE*_{ab} es 3,6. Aunque Δa* es un muy aceptable 0,0, este valor de ΔE es demasiado grande para que la propia lámina monolítica logre la capacidad de emparejamiento (es decir, comparando su forma tratada térmicamente con su forma no tratada térmicamente, monolíticamente). Sin embargo, cuando este ejemplo concreto se emplea en una unidad I.G. o un laminado, la diferencia entre la forma tratada térmicamente y la forma no tratada térmicamente se enmascara y los dos productos finales son emparejables.

EJEMPLO Nº 2

Como otro ejemplo de la tratabilidad térmica y la capacidad de emparejamiento del objeto de la invención, otra lámina de vidrio flotante transparente de 6 mm se recubre con un sistema de capas de acuerdo con esta invención y se corta para formar dos cristales de vidrio útiles en dos unidades I.G. separados con una separación de aire de 1/2" cada uno que emplean otra lámina de vidrio flotante transparente recocido de 6 mm de espesor. A continuación, una de las láminas cortadas recubiertas se temple en un horno de templado convencional a aproximadamente 1265°F durante ciclos de tres minutos y se enfría a temperatura ambiente.

Las mediciones de los espesores de las capas de recubrimiento se hacen de acuerdo con la técnica del elipsómetro (J.A. Woollam Co.) descrita anteriormente. La máquina de recubrimiento emplea cinco zonas de recubrimiento aisladas, utilizándose sólo tres zonas, de manera convencional, y la configuración operativa para cada una es la siguiente:

CONFIGURACIÓN GENERAL

Zona de recubrimiento	CZ-1	CZ-2	CZ-3	CZ-4			CZ-5
Material	Ti	Ti	Si*	NiCr	Ag	NiCr	Si*
Energía	Apagado	Apagado	Encendido	Encendido	Encendido	Encendido	Encendido
Gases	Apagado	Apagado	Encendido	Encendido	Encendido	Encendido	Encendido
Velocidad de línea	200 pulg/min						

* Como se ha dicho anteriormente esta diana se dopa con aproximadamente un 5%-11% de Al para facilitar la pulverización catódica que en el entorno con nitrógeno empleado resulta en la formación de AlN como un componente con propiedades ópticas muy similares al Si₃N₄. Se ha descubierto que la aparición o no aparición de AlN en los recubrimientos de esta invención es insignificante y por tanto totalmente opcional para facilitar la pulverización catódica solamente.

ZONA DE RECUBRIMIENTO #1, PARÁMETROS DE PROCESO:

Cátodo#	1	2	3	4	5	6
Material	Ti	Ti	Ti	Ti	Ti	Ti
Tipo	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag
Gas	Argón	Oxígeno	Nitrógeno			
Flujo, sccm	0	0	2000			

Presión	2,5x10 ⁻³ torr					
Energía, kw	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado
Velocidad de línea	200 pulg/min					

ZONA DE RECUBRIMIENTO #2, PARÁMETROS DE PROCESO:

Cátodo#	7	8	9	10	11	12
Material	Ti	Ti	Ti	Ti	Ti	Ti
Tipo	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag
Gas	Argón	Oxígeno	Nitrógeno			
Flujo, sccm	0	0	1700			
Presión	2,5x10 ⁻³ torr					
Energía, kw	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado
Velocidad de línea	200 pulg/min					

5 ZONA DE RECUBRIMIENTO #3, PARÁMETROS DE PROCESO:

Cátodo#	13	14	15	16	17	18
Material	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Tipo	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag
Gas	Argón	Nitrógeno				
Flujo, sccm	950	1150				
Presión	2,5x10 ⁻³ torr					
Energía, kw	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2
Velocidad de línea	200 pulg/min					

ZONA DE RECUBRIMIENTO #4, PARÁMETROS DE PROCESO:

Cátodo#	31		32		33	
Material	NiCr		Ag		NiCr	
Tipo	Plano		Plano		Plano	
Gas	Argón		Total			
Flujo, sccm	1814		1814			
Configuración	100					
Presión	2,5x10 ⁻³ torr					
Energía, kw	4,6		4,0		4,25	
Velocidad de línea	200 pulg/min					

10

ZONA DE RECUBRIMIENTO #5, PARÁMETROS DE PROCESO:

Cátodo#	25	26	27	28	29	30
Material	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Tipo	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag	C-Mag
Gas	Argón	Nitrógeno				
Flujo	900	1502				
Configuración	18					
Presión	2,5x10 ⁻³ torr					
Energía, kw	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Velocidad de línea	200 pulg/min					

Con respecto a la Fig. 1, el proceso anterior resulta en un sistema de recubrimiento de cinco capas con los siguientes espesores de capa donde:

Nº de Capa en el Dibujo	Espesores (aprox) (Å)
3 (Si ₃ N ₄)	310
5 (80/20, Ni/Cr)	13
7 (plata)	57
9 (80/20, Ni/Cr)	12
11 (Si ₃ N ₄)	410

5

y donde las capas 5 y 9 están sustancialmente libres de cualquier óxido o nitruro de Ni o Cr. El sistema de capas es químicamente y mecánicamente duradero tal como se definen estos términos más arriba, tanto antes como después del tratamiento térmico.

10

Como se ha dicho anteriormente, la lámina así recubierta se corta al tamaño requerido. A continuación, una sección cortada de la lámina recubierta se transforma en una unidad I.G. como se muestra en la Fig. 2 utilizando técnicas convencionales y un sellante orgánico conocido. El espacio 30 es 1/2" nominal y el recubrimiento está en el interior de la lámina 21 para formar una unidad I.G. no tratada térmicamente. La otra sección cortada de la lámina recubierta se temple como se ha descrito anteriormente y se fabrica de manera similar a la primera unidad I.G., pero en este caso para formar una unidad I.G. tratada térmicamente.

15

La lámina de vidrio monolítica tenía las siguientes características de rendimiento óptico.

LÁMINA MONOLÍTICA

20

Característica	Antes del Tratamiento Térmico	Después del Tratamiento Térmico	ΔE^*_{ab}	Δa^*
TY	69,83	74,81	2,6	
a*	-1,73	-1,98		
b*	-2,10	-0,95		
R _G Y	9,91	8,20	3,95	
a*	-4,58	-4,55		-,03
b*	-6,21	-8,04		
R,Y	4,67	4,03	5,50	
a*	-1,16	-3,10		
b*	-2,87	-7,65		
R _s	16,3	12,9		
E _n	0,197	0,172		
E _h	0,214	0,187		

25

Como puede verse la lámina monolítica ha logrado valores de baja E y termotratabilidad así como un color azul-verde aceptable. El ΔE^*_{ab} del lado de la película es bastante alto, pero este no es el lado importante a tener en cuenta. Más bien, es el ΔE^*_{ab} característico del lado del vidrio el que es importante para la capacidad de emparejamiento. En este caso el ΔE^*_{ab} visto desde el lado del vidrio es 3,95 mientras que Δa^* es -,03, y por tanto no es, monolíticamente, emparejable. Sin embargo, y reseñando el aumento necesario de la transmitancia visible TY que ha tenido lugar, las unidades I.G. formadas son emparejables como se demuestra en el gráfico siguiente:

UNIDAD I.G.

30

Característica	Unidad I.G. No Tratada Térmicamente	Unidad I.G. Tratada Térmicamente	ΔE^*_{ab}	Δa^*
T _{vis}	61,68	65,96	2,47	
a*	-3,22	-3,52		
b*	-2,12	-1,11		
R _{G(vis)}	13,93	12,63	1,76	
a*	-4,27	-4,31		-,04
b*	-6,93	-8,13		
R _{F(vis)}	11,65	11,62	2,11	
a*	-1,62	-1,97		
b*	-2,5	-4,58		
T, uv	39	42		
T, solar	42	44		
R, solar	14	15		
Valor U (invierno)	0,35	0,34		
Valor U (verano)	0,38	0,37		

Coeficiente de sombreado	0,59	0,60		
S.h.g.C	0,503	0,519		
R.H.G.	122	126		

Esta comparación demuestra la eficacia de esta invención. No sólo se logra la capacidad de emparejamiento, sino que también se logran un color comercial y unos valores U y unos coeficientes de sombreado muy aceptables, como reconocerá claramente el experto en la materia al comparar estos datos con las exigencias comerciales conocidas.

5

Como se demuestra adicionalmente, manteniendo ΔE^*_{ab} y Δa^* dentro de los rangos anteriormente indicados, aunque Δb^* se haga relativamente grande, los laminados y las unidades I.G. se forman a partir de láminas monolíticas recubiertas que a su vez, aunque son termotratables, pueden no ser emparejables, y sin embargo la unidad I.G. y el laminado son de hecho muy emparejables. Además, las ventajas de la plata están ahora presentes en el producto final resultando en valores U y coeficientes de sombreado muy aceptables. Como también se ha demostrado, se logra un color azul-verde sustancialmente neutro, deseable para la mayoría de los fines arquitectónicos porque a^* y b^* permanecen en el negativo.

10

15

Una vez dada la divulgación anterior muchas otras características, modificaciones y mejoras se pondrá de manifiesto para los expertos en la materia. Por lo tanto, tales otras características, modificaciones y mejoras se consideran parte de esta invención, cuyo alcance debe determinarse por las siguientes reivindicaciones:

REIVINDICACIONES

- 5
1. Un artículo recubierto que comprende unos sustratos de vidrio separados primero y segundo; incluyendo por lo menos uno de dichos sustratos primero y segundo un sistema de recubrimiento proporcionado sobre el mismo, en el que dicho sistema de recubrimiento incluye el siguiente sistema de 5 capas que consiste en:
- 10
- a) una primera capa que incluye nitruro de silicio con un espesor de 310-350 Å,
 - b) una primera capa que incluye NiCr con un espesor de 10-20 Å,
 - c) una capa que incluye Ag con un espesor de 52-62 Å,
 - d) una segunda capa que incluye NiCr con un espesor de 10-20 Å y
 - e) una segunda capa que incluye nitruro de silicio con un espesor de 390-440 Å en secuencia.
- 15
2. El artículo recubierto de la reivindicación 1, en el que dicha primera capa que incluye nitruro de silicio está en contacto con dicho por lo menos un sustrato.
3. El artículo recubierto de una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dichas capas que incluyen nitruro de silicio primera y segunda comprenden Si_3N_4 .
- 20
4. El artículo recubierto de una de las reivindicaciones 1-3, en el que dichas capas que incluyen NiCr primera y segunda son sustancialmente no oxidadas y sustancialmente no nitruradas.

Fig.1

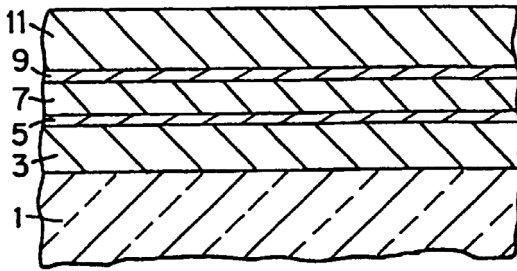


Fig.2

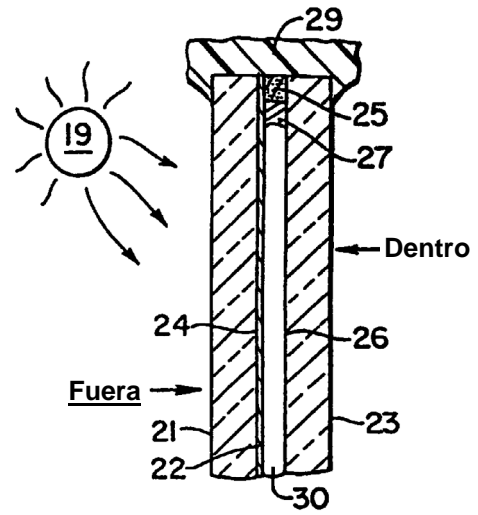


Fig.3

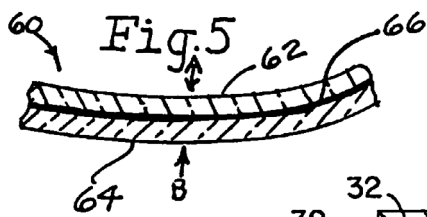
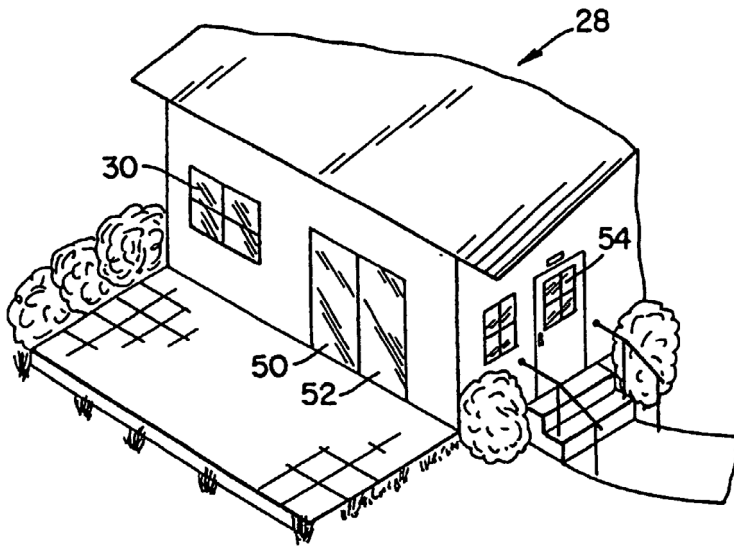


Fig.4

