

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 742**

51 Int. Cl.:

**B32B 15/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2010 PCT/US2010/038182**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2010 WO10144709**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2010 E 10782069 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 2440403**

54 Título: **Acrilamiento de avión con propiedades de control solar**

30 Prioridad:

**12.06.2009 US 186465 P**  
**19.08.2009 US 235130 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.09.2020**

73 Titular/es:

**PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)**  
**3800 West 143rd Street**  
**Cleveland, OH 44111, US**

72 Inventor/es:

**RASHID, ALI;**  
**BUHAY, HARRY;**  
**HARRIS, CAROLINE S.;**  
**BASIL, JOHN D. y**  
**HUNIA, ROBERT M.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 784 742 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

Acristalamiento de avión con propiedades de control solar

5 **Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

Esta invención se refiere en general a un acristalamiento de avión que tiene propiedades de control solar.

10

**2. Consideraciones técnicas**

Los acristalamientos para aviones, como la cabina del avión o ventanas de la cabina, normalmente están hechos de uno o más sustratos poliméricos montados en un bastidor. Los sustratos poliméricos son más ligeros que los sustratos de vidrio, que disminuyen el peso total del avión, que a su vez ahorra combustible. Además, estos sustratos poliméricos tienen una mayor resistencia a la fractura que los sustratos de vidrio, proporcionando una mayor seguridad. Estas ventanas de cabina convencionales permiten a los pasajeros ver fuera del avión y permiten que la luz solar entre en la cabina. Sin embargo, la transmisión de energía solar a través de la ventana de la cabina puede aumentar la temperatura dentro de la cabina, que puede aumentar la carga en el sistema de aire acondicionado del avión.

15

20

En un esfuerzo por disminuir la carga de calor transmitida a través de las ventanas de cabina convencionales, se han desarrollado varios dispositivos de sombreado. Estos pueden variar desde dispositivos simples, como un parasol opaco que se puede subir y bajar, a dispositivos complejos, como dispositivos electrocrómicos que se oscurecen con la aplicación de un potencial eléctrico. Sin embargo, estos dispositivos de sombreado también tienen algunos inconvenientes. Si un pasajero usa el parasol u oscurece el dispositivo electrocrómico para reducir la transferencia de calor a la cabina, el pasajero ya no puede disfrutar de la vista por la ventana. Además, la energía solar que pasa a través de la ventana de la cabina puede calentar o dañar los componentes del dispositivo electrocrómico.

25

30

Por lo tanto, sería ventajoso proporcionar un acristalamiento de avión, como la ventana de la cabina de un avión, que tuviera propiedades de control solar mejoradas en comparación con los acristalamientos anteriores del avión pero eso no tiene un impacto adverso sustancial en la visión del pasajero fuera del acristalamiento del avión.

35

US 2007/0122598 A1 se refiere a revestimientos dúplex que incluyen un revestimiento blando a base de siloxano y un revestimiento de  $\text{SiO}_x\text{C}_y$  a base de plasma aplicado a sustratos acrílicos estirados para mejorar su durabilidad en aplicaciones de ventanas de aviones. Se menciona que el revestimiento blando a base de siloxano se prepara como un revestimiento de polisiloxano sol-gel a partir de mezclas de un disolvente, un organosiloxano, alcóxido y un catalizador.

40

WO 2009/064742 A1 se refiere a dispositivos de protección contra la radiación electromagnética que incluyen una primera capa que tiene una superficie N.º 1 y una superficie N.º 2 y una segunda capa que tiene una superficie N.º 3 y una superficie N.º 4, en donde la superficie N.º 2 de la primera capa se enfrenta a la superficie N.º 3 de la segunda capa. Se proporciona un primer revestimiento que tiene tres o más capas metálicas sobre al menos una parte de la primera capa, en particular la superficie N.º 2, y un segundo revestimiento que comprende al menos tres capas metálicas se forma sobre al menos una parte de la segunda capa, en particular la superficie N.º 3.

45

WO 2008/127370 A2 se refiere a artículos como acristalamientos para aviones, que están revestidos con una imprimación específica, el cebador que comprende el producto de reacción de un poliepóxido y un silano amino-funcional, en donde el producto de reacción, cuando se hidroliza, comprende al menos seis grupos silanol.

50

US 2003/0180547 A1 se refiere a un revestimiento de control solar multicapa, que comprende un apilamiento de capas antirreflectantes alternas y películas reflectantes infrarrojas.

55

US 2007/026235 A1 desvela un sistema de acristalamiento para vehículos automóviles que incluye un panel que está provisto en su lado superior con un primer sistema de revestimiento protector que comprende una capa de intemperie y al menos dos capas resistentes a la abrasión y en el lado inferior con un segundo protector sistema que comprende al menos dos capas resistentes a la abrasión.

60

**Sumario de la invención**

La presente invención se refiere a un método para fabricar un acristalamiento de avión que sea transparente, que comprende las etapas de: proporcionar una primera capa acrílica estirada que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal; proporcionar una segunda capa acrílica estirada que tiene una tercera superficie principal y una cuarta superficie principal; y proporcionar un apilamiento de revestimiento que tiene propiedades de control solar sobre al menos una parte de una o más de las superficies principales. El apilamiento de revestimiento

65

comprende: una primera capa de imprimación formada sobre al menos una parte de una de las superficies principales, la primera capa de imprimación comprendiendo un material epoxi que contiene amino siloxano; un revestimiento solar formado sobre al menos una parte de la primera capa de imprimación, el revestimiento de control solar comprendiendo al menos tres capas de plata metálica; un revestimiento protector formado sobre al menos una parte del revestimiento de control solar, el revestimiento protector comprendiendo sílice y alúmina; un revestimiento superior formado sobre al menos una parte del revestimiento protector y que comprende un material de polisiloxano; y un revestimiento de acabado formado sobre al menos una parte de la capa superior y que comprende un revestimiento de tipo carbono similar al diamante. El material de polisiloxano de la capa superior comprende el producto de reacción de (a) un copolímero híbrido que comprende (i) un primer monómero que comprende un organoacrilato con funcionalidad hidroxilo; y (ii) un segundo monómero que comprende un organoalcoxisilano, y (b) un segundo material que comprende un organoalcoxisilano.

La presente invención se refiere además a un acristalamiento de avión, que comprende una capa acrílica estirada que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal. Una capa de acabado se forma sobre al menos una parte de al menos una superficie principal de la capa, por ejemplo la superficie exterior, y comprende un material de polisiloxano. Una capa de acabado se forma sobre al menos una parte de la capa superior y comprende un revestimiento de oxycarburo de silicio. La capa superior comprende un polímero de polisiloxano que comprende el producto de reacción de: (a) un copolímero híbrido que comprende (i) un primer monómero que comprende un organoacrilato hidroxifuncional y (ii) un segundo monómero que comprende un organoalcoxisilano, y (b) un segundo material que comprende un organoalcoxisilano.

### Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá con referencia a las siguientes figuras de dibujos en las que los números de referencia iguales identifican partes iguales de principio a fin.

Fig. 1 es una vista en sección (no a escala) lateral de un acristalamiento de avión en forma de un conjunto de ventana de cabina que incorpora características de la invención;  
 Fig. 2 es una vista en sección transversal (no a escala) de una capa de ventana de cabina revestida de Fig. 1;  
 Fig. 3 es una vista en sección transversal (no a escala) de un revestimiento de control solar útil para la invención;  
 Fig. 4 es una vista en sección transversal (no a escala) de una parte de un apilamiento de revestimiento que incorpora características de la invención;  
 Fig. 5 es una vista en sección transversal (no a escala) de una parte de un apilamiento de revestimiento que incorpora características de la invención;  
 Fig. 6 es una vista en sección (no a escala) lateral de otro acristalamiento de avión no limitante de la invención en forma de un conjunto de ventana de cabina;  
 Fig. 7 es una vista en sección transversal (no a escala) de una capa de ventana de cabina revestida de Fig. 6; y  
 Fig. 8 es una vista en sección (no a escala) lateral de otro acristalamiento de avión no limitante de la invención en forma de un conjunto de ventana de cabina.

### Descripción de las realizaciones preferidas

Como se usa en este documento, los términos espaciales o direccionales, tales como "izquierda", "derecha", "interno/a", "externo/a", "encima", "por debajo", y similares, se refieren a la invención tal como se muestra en las figuras de dibujos. Sin embargo, debe entenderse que la invención puede adoptar diversas orientaciones alternativas y, en consecuencia, tales términos no deben considerarse como limitantes. Además, como se usa en este documento, todos los números que expresan dimensiones, características físicas, parámetros de procesamiento, cantidades de ingredientes, condiciones de reacción, y similares, usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, deben entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". En consecuencia, a menos que se indique lo contrario, los valores numéricos expuestos en la siguiente memoria descriptiva y las reivindicaciones pueden variar en función de las propiedades deseadas que se pretenden obtener mediante la presente invención. Como mínimo, y no en un intento de limitar la aplicación de la doctrina de los equivalentes al alcance de las reivindicaciones, cada valor numérico debe interpretarse al menos a la luz del número de dígitos significativos indicados y mediante la aplicación de las técnicas de redondeo habituales. Además, debe entenderse que todos los intervalos divulgados en este documento abarcan los valores de intervalo iniciales y finales y cualquiera y todos los subintervalos subincluidos en el mismo. Por ejemplo, se debe considerar que un intervalo establecido de "1 a 10" incluye cualquiera y todos los subintervalos entre (y que incluyen) el valor mínimo de 1 y el valor máximo de 10; es decir, todos los subintervalos que comienzan con un valor mínimo de 1 o superior y que terminan con un valor máximo de 10 o inferior, por ejemplo, de 1 a 3,3, de 4,7 a 7,5, de 5,5 a 10 y similares. Además, como se usa en este documento, los términos "formado/a sobre", "depositado/a sobre" o "proporcionado/a sobre" significan formado/a, depositado o proporcionar en una superficie subyacente pero no necesariamente en contacto directo con la superficie. Por ejemplo, una capa de revestimiento "formada sobre" un sustrato no excluye la presencia de una o más capas o películas de revestimiento diferentes de la misma o diferente composición colocadas entre la capa de revestimiento formada y el sustrato. Como se usa en este documento, el término "película" se refiere a una región de revestimiento de una composición de revestimiento deseada o seleccionada. Una "capa" puede comprender una o más "películas". Un "revestimiento" o "apilamiento de revestimiento" puede

comprender una o más "capas". Como se usa en este documento, los términos "polímero" o "polimérico/a" incluyen oligómeros, homopolímeros, copolímeros y terpolímeros, por ejemplo, polímeros formados a partir de dos o más tipos de monómeros o polímeros. Los términos "región visible" o "luz visible" se refieren a radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el intervalo de 380 nm a 780 nm. Las expresiones "región infrarroja" o "radiación infrarroja" se refieren a radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el intervalo de mayor que 780 nm a 100.000 nm. Las expresiones "región ultravioleta" o "radiación ultravioleta" significan energía electromagnética que tiene una longitud de onda en el intervalo de 100 nm a menos de 380 nm.

Para los fines de la siguiente discusión, la invención se discutirá con referencia al uso de un acristalamiento de avión en forma de ventana de cabina de avión. Sin embargo, Debe entenderse que la invención no se limita al uso de ventanas de cabina de avión. Por lo tanto, debe entenderse que las realizaciones a modo de ejemplo específicamente divulgadas se presentan simplemente para explicar los conceptos generales de la invención y que la invención no se limita a estas realizaciones a modo de ejemplo específicas.

En la Fig. 1 se ilustra un acristalamiento 10 no limitante del avión (por ejemplo, conjunto de ventana de cabina o conjunto de ventana de cabina). El acristalamiento 10 puede tener cualquier luz visible deseada, radiación infrarroja, o transmisión y reflexión de radiación ultravioleta. Por ejemplo, el acristalamiento 10 puede tener una transmisión de luz visible de cualquier cantidad deseada, por ejemplo, mayor que 0 % a 100 % para una longitud de onda de referencia de 550 nanómetros (nm). En una realización no limitante, la transmisión de luz visible a una longitud de onda de referencia de 550 nm puede ser al menos del 20 %, tal como al menos el 30 %, tal como al menos el 40 %, tal como al menos el 50 %, tal como al menos el 60 %, tal como al menos el 70 %, tal como al menos el 80 %, como al menos 90 %.

Como se muestra en la Fig. 1, el acristalamiento 10 incluye una primera capa 12 con una primera superficie principal 14 orientada hacia el exterior del avión, es decir, una superficie principal externa (superficie N.º 1) y una segunda superficie principal opuesta o interna 16 (superficie N.º 2). El acristalamiento 10 también incluye una segunda capa 18 que tiene una superficie principal externa (primera) 20 (superficie N.º 3) y una superficie principal interna (segunda) 22 (superficie N.º 4). Esta numeración de las superficies de las capas está en consonancia con la práctica convencional en la técnica del revestimiento. La primera capa 12 y la segunda capa 18 se mantienen en un conjunto de bastidor 24 y están separadas con un espacio de aire 26 entre ellas. Un conjunto electrocrómico opcional 28 puede mantenerse en el conjunto de bastidor 24 y separarse de la segunda capa 18. En la realización no limitante mostrada en la Fig. 1, un apilamiento de revestimiento 30 que tiene propiedades de control solar, por ejemplo, que incorpora un revestimiento o parte de control solar, se forma sobre al menos una parte de al menos una de las superficies principales, como sobre la superficie 14 N.º 1 de la primera capa 12. Un panel antiempañamiento, como un panel de vidrio recubierto con óxido de indio y estaño, puede colocarse detrás de la segunda capa 18. Una cubierta antipolvo se puede colocar en el interior del conjunto electrocrómico 28.

El conjunto de bastidor 24 puede ser de varios tipos conocidos en la técnica. El conjunto de bastidor 24 puede incluir un bastidor que rodea una junta para mantener las capas 12 y 18 en una relación separada. El bastidor puede estar hecho de cualquier material estructuralmente estable, como, pero no limitado a, un plástico o metal, por ejemplo, aluminio, y funcional protegiendo el material de la junta del daño y para proporcionar estabilidad estructural adicional al acristalamiento 10. El espacio de aire 26, entre otras cosas, proporciona aislamiento térmico entre la atmósfera externa de la cabina del avión y la atmósfera dentro de la cabina. Se describen ejemplos no limitantes de conjuntos de bastidor adecuados 24, por ejemplo, en las patentes estadounidenses números 6.561.460 y 6.783.099.

Las capas 12, 18 del acristalamiento 10 pueden ser del mismo material o de materiales diferentes y pueden incluir cualquier material deseado que tenga cualquier característica deseada. Por ejemplo, una o más de las láminas 12, 18 pueden ser transparentes o translúcidas a la luz visible. Por "transparente" se entiende una transmisión de luz visible mayor que 0 % a 100 %. Como alternativa, una o más de las láminas 12, 18 pueden ser translúcidas. Por "translúcido" se entiende permitir el paso de la energía electromagnética (por ejemplo, luz visible), pero difundir esta energía de manera que los objetos en el lado opuesto al espectador no sean claramente visibles. Los ejemplos de materiales adecuados para las capas 12, 18 incluyen, pero sin limitación, sustratos de plástico (tales como polímeros acrílicos, tales como poliácridatos; polialquilmacrilatos, tales como polimetilmetacrilatos, metacrilatos de polietileno, metacrilatos de polipropileno, y similares; poliuretanos; policarbonatos; polialquiltereftalatos, tales como polietilentereftalato (PET), polipropilentereftalatos, polibutilentereftalatos y similares; polímeros que contienen polisiloxano; o copolímeros de cualquier monómero para la preparación de estos o cualquier mezcla de los mismos); sustratos cerámicos; sustratos de vidrio; o combinaciones de cualquiera de los anteriores. Como se ha expuesto anteriormente, el acristalamiento del avión según la presente invención incluye al menos una capa acrílica estirada. En una realización no limitante, ambas capas 12, 18 están hechas de un material polimérico, como acrílico estirado. Sin embargo, en otras realizaciones, una de las capas 12, 18 puede ser vidrio de sosa-cal-silicato convencional, vidrio de borosilicato, vidrio de plomo, vidrio con bajo contenido de hierro, vidrio dopado con litio o vidrio de silicato de alúmina y litio. Una de las capas de vidrio puede ser vidrio transparente, es decir, vidrio no teñido o sin color, o puede ser vidrio tintado o de otro color. El vidrio puede ser vidrio recocido, tratado térmicamente o templado químicamente. Como se usa en este documento, la expresión "tratado térmicamente" significa templado o al menos parcialmente templado. El vidrio puede ser de cualquier tipo, tal como vidrio flotado convencional, y puede ser de cualquier composición que tenga cualquier propiedad óptica, por ejemplo, cualquier valor de transmisión visible,

transmisión ultravioleta, transmisión infrarroja y/o transmisión de energía solar total. En la realización no limitante mostrada en la Fig. 1, la primera y segunda capas 12, 18 son sustratos acrílicos, como sustratos acrílicos estirados.

La primera y segunda láminas 12, 18 pueden ser de cualquier dimensión deseada, por ejemplo, longitud, ancho, forma o espesor. Aunque las dimensiones del acristalamiento 10 no son limitantes de la invención, en una realización no limitante para conjuntos de ventanas de aviones que tienen dimensiones totales de aproximadamente 20 pulgadas (51 cm) de ancho por 25 pulgadas (64 cm) de altura y un grosor total en el intervalo de 1,5 a 2,5 pulgadas (3,8 a 6,4 cm), un grosor del espacio de aire 26 grosores en el intervalo de 1,0 pulgada (2,54 cm) a 2,0 pulgadas (5,08 cm) es aceptable.

Las capas 12, 18 pueden ser de cualquier grosor. Sin embargo, como pueden observar los expertos en la materia, aumentando el grosor de las capas 12, 18, más allá de lo necesario para soportar los rigores del vuelo, aumenta indeseablemente el peso del acristalamiento 10. Por ejemplo, y sin limitar la presente invención, para muchas aplicaciones, un grosor de capa que varía de 0,20 a 0,40 pulgadas (0,51 a 1,02 cm) es aceptable para soportar los rigores del vuelo. En una realización no limitante particular, Las capas 12, 18 son acrílicas estiradas y tienen un grosor que varía de 0,31 a 0,40 pulgadas (0,79 a 1,02 cm).

El apilamiento de revestimiento 30 que tiene propiedades de control solar se deposita sobre al menos una parte de una superficie principal de una de las capas 12, 18. En la realización no limitante mostrada en la Fig. 1, el apilamiento de revestimiento 30 se forma sobre al menos una porción de la superficie principal exterior 14 de la primera capa (exterior) 12. Un apilamiento de revestimiento a modo de ejemplo 30 útil para la invención se muestra en Fig. 2. En esta realización no limitante, el apilamiento de revestimiento 30 incluye una primera capa de imprimación 32, un primer revestimiento protector (interno) 34 opcional (por ejemplo, que proporciona propiedades de barrera o de promoción de la adhesión), un revestimiento de control solar 36, un segundo revestimiento protector (exterior) 38 (por ejemplo, que proporciona propiedades de promoción de la adhesión), una segunda capa de imprimación (exterior) 40 opcional, un revestimiento superior 42 y una segunda mano 44.

La capa de imprimación 32 ayuda a adherir el revestimiento de control solar 36 al sustrato (capa) 12 y también proporciona una rigidez intermedia entre el sustrato, por ejemplo, tela acrílica estirada 12, y los revestimientos aplicados posteriormente. Los materiales de imprimación adecuados incluyen, pero sin limitación, imprimaciones a base de siloxano, imprimaciones de organosilano, imprimaciones de epoxi amino siloxano, imprimaciones de polisiloxano e imprimaciones acrílicas. Se describen ejemplos de materiales de imprimación adecuados en las patentes de Estados Unidos números 5.939.188; 4.670.350; 4.816.288; 4.725.501; 5.994.452; 6.110.327; y 5.776.548. La capa de imprimación 32 puede aplicarse de cualquier manera convencional, como mediante revestimiento de flujo. En una realización no limitante particular, la capa de imprimación 32 comprende un material de polisiloxano o epoxi amino siloxano y tiene un grosor en el intervalo de 0,1 a 10 micrómetros, como de 0,5 a 8 micrómetros, como de 1 a 5 micrómetros, como de 1 a 3 micrómetros, como de 1 a 2 micrómetros. Como alternativa, para algunos sustratos, como poliuretano, la capa de imprimación 32 puede eliminarse.

Un primer revestimiento protector opcional 34 se puede aplicar sobre la capa de imprimación 32. El revestimiento protector 34 puede ayudar a proteger el revestimiento de control solar 36 del ataque mecánico y/o químico de cualquier material lixiviado de la capa de imprimación 32 o causado por cualquier etapa de procesamiento posterior. El revestimiento protector 34 puede ser de cualquier material o mezcla de materiales deseados, como, pero no limitado a, uno o más materiales inorgánicos. Los ejemplos de materiales adecuados incluyen, pero sin limitación, óxidos metálicos, óxidos de silicio, óxidos de aluminio, aluminosilicatos, nitruros de silicio, carburos de silicio y oxcarburos de silicio, solo por nombrar algunos. En una realización de ejemplo, el revestimiento protector 34 puede incluir uno o más materiales de óxido metálico, como, pero no limitado a, óxidos de circonio, aluminio, silicio, o mezclas de los mismos. Por ejemplo, el revestimiento protector 34 puede ser una capa de revestimiento única que comprende alúmina en el intervalo de 0 % en peso a 100 % en peso y/o sílice de 0 % en peso a 100 % en peso y/u óxido de circonio de 0 % en peso a 100 % en peso. Por ejemplo, el revestimiento protector puede incluir sílice y alúmina que tiene, por ejemplo, 1 % en peso a 99 % en peso de sílice y 99 % en peso a 1 % en peso de alúmina, como al menos 70 % en peso de sílice y 30 % en peso o menos de alúmina, como al menos 75 % en peso de sílice, como al menos 80 % en peso de sílice, como al menos 85 % en peso de sílice. En una realización no limitante particular, el revestimiento protector 34 comprende 85 % en peso de sílice y 15 % en peso de alúmina. Otros materiales, como aluminio, cromo, hafnio, itrio, níquel, boro, fósforo, titanio, circonio y/u óxidos de los mismos, también pueden estar presentes, por ejemplo, para ajustar el índice de refracción del revestimiento protector 34. En una realización no limitante, el índice de refracción del revestimiento protector 34 puede estar en el intervalo de 1 a 3, como de 1 a 2, como de 1,4 a 2, como de 1,4 a 1,8.

En una realización no limitante, el revestimiento protector 34 comprende una combinación de sílice y alúmina que tiene un grosor en el intervalo de 5 nm a 5.000 nm, como de 5 nm a 3.000 nm, como de 5 nm a 2.000 nm, como de 5 nm a 1.000 nm, como de 10 nm a 500 nm, como de 20 nm a 300 nm, como de 50 nm a 300 nm, por ejemplo, de 50 nm a 200 nm, como de 50 nm a 150 nm, como de 50 nm a 120 nm, como de 60 nm a 120 nm, como de 70 nm a 120 nm, como de 70 nm a 100 nm, como 70 nm a 80 nm. En una realización particular no limitante, el revestimiento protector puede tener un grosor de al menos 50 nm, como al menos 60 nm, como al menos 70 nm, como al menos 75 nm, como al menos 100 nm, como al menos 110 nm, como al menos 120 nm, como al menos 150 nm, como al

menos 200 nm.

En otra realización no limitante, el revestimiento protector 34 comprende una estructura multicapa, por ejemplo, una primera capa con al menos una segunda capa formada sobre la primera capa. En una realización no limitante específica, la primera capa comprende alúmina o una mezcla o aleación que comprende alúmina y sílice. Por ejemplo, la primera capa puede tener más del 5 % en peso de alúmina, como más del 10 % en peso de alúmina, como más del 15 % en peso de alúmina, como más del 30 % en peso de alúmina, como más del 40 % en peso de alúmina, como del 50 % en peso al 70 % en peso de alúmina, como en el intervalo del 70 % en peso al 100 % en peso de alúmina y del 30 % en peso al 0 % en peso de sílice, como más del 90 % en peso de alúmina, como más del 95 % en peso de alúmina. En una realización no limitante, la primera capa comprende todo o sustancialmente todo de alúmina. En una realización no limitante, la primera capa puede tener un grosor en el intervalo de más de 0 nm a 1 micrómetro, como de 5 nm a 10 nm, como de 10 nm a 25 nm, como 10 nm a 15 nm.

La segunda capa puede comprender sílice o una mezcla o aleación que comprende sílice y alúmina. Por ejemplo, la segunda capa puede comprender una mezcla de sílice/alúmina que tiene más del 40 % en peso de sílice, como más del 50 % en peso de sílice, como más del 60 % en peso de sílice, como más del 70 % en peso de sílice, como más del 80 % en peso de sílice, como en el intervalo del 80 % en peso al 90 % en peso de sílice y del 10 % en peso al 20 % en peso de alúmina, por ejemplo, el 85 % en peso de sílice y el 15 % en peso de alúmina. En una realización no limitante, la segunda capa puede tener un grosor en el intervalo de más de 0 nm a 2 micrómetros, como de 5 nm a 500 nm, como de 5 nm a 200 nm, como de 10 nm a 100 nm, como de 30 nm a 50 nm, como 35 nm a 40 nm. En otra realización no limitante, la segunda capa puede tener un grosor en el intervalo de más de 0 nm a 1 micrómetro, como de 5 nm a 10 nm, como de 10 nm a 25 nm, como 10 nm a 15 nm. En otra realización no limitante, el revestimiento protector 34 puede ser una bicapa formada por una capa que contiene óxido metálico (por ejemplo, una primera capa que contiene sílice y/o alúmina) formada sobre otra capa que contiene óxido metálico (por ejemplo, una segunda capa que contiene sílice y/o alúmina capa). Las capas individuales del revestimiento protector multicapa pueden ser de cualquier grosor deseado. Los ejemplos no limitantes de revestimientos protectores adecuados se describen, por ejemplo, en las solicitudes de patentes estadounidenses n.º 10/007.382; 10/133.805; 10/397.001; 10/422.094; 10/422.095; y 10/422.096.

El revestimiento protector 34 puede depositarse mediante cualquier método convencional, como, pero no limitado a, métodos convencionales de deposición química de vapor (CVD) y/o deposición física de vapor (PVD). Los ejemplos de procesos de CVD incluyen pirólisis por pulverización. Los ejemplos de los procesos de PVD incluyen evaporación de haz de electrones y pulverización por bombardeo iónico al vacío (tal como magnetron de pulverización por bombardeo iónico con deposición al vacío (MSVD)). También podrían usarse otros métodos de revestimiento, como, pero no limitado a, deposición sol-gel. En una realización no limitante, el revestimiento protector puede depositarse mediante MSVD.

Un revestimiento de control solar 36 se deposita sobre la capa de imprimación 32 (o sobre el revestimiento protector 34, si estuviera presente). Como se usa en este documento, la expresión "revestimiento de control solar" se refiere a un revestimiento formado de una o más capas o películas que influyen en las propiedades solares del artículo revestido, como, pero no limitado a, la cantidad de radiación solar, por ejemplo, radiación visible, radiación infrarroja o ultravioleta, reflejada desde, absorbida mediante o que pasa a través del artículo revestido; el coeficiente de sombreado; la emisividad, etc. El revestimiento de control solar 36 puede bloquear, absorber o filtrar las partes seleccionadas del espectro solar, tales como, pero sin limitación, los espectros IR, UV y/o visible. Ejemplos de revestimientos de control solar que pueden usarse en la práctica de la invención se encuentran, por ejemplo, pero no han de considerarse como limitantes, en las patentes de los Estados Unidos N.ºs 4.898.789; 5.821.001; 4.716.086; 4.610.771; 4.902.580; 4.716.086; 4.806.220; 4.898.790; 4.834.857; 4.948.677; 5.059.295; y 5.028.759, y también en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/058.440.

En una realización no limitante, el revestimiento de control solar 36 incluye una o más películas metálicas colocadas entre pares de capas dieléctricas. El revestimiento de control solar 36 puede ser un revestimiento reflector de calor y/o radiación y puede tener una o más capas de revestimiento o películas de la misma o diferente composición y/o funcionalidad. Por ejemplo, el revestimiento de control solar 36 puede ser un revestimiento de una sola capa o un revestimiento de múltiples capas y puede incluir uno o más metales, no metales, semimetales, semiconductores y/o aleaciones, compuestos, composiciones, combinaciones o mezclas de los mismos. Por ejemplo, el revestimiento de control solar 36 puede ser un revestimiento de óxido metálico de una sola capa, un revestimiento de óxido metálico de múltiples capas, un revestimiento de óxido no metálico, un revestimiento de nitruro u oxinitruro metálico, un revestimiento de nitruro u oxinitruro no metálico, o un revestimiento de múltiples capas que comprende uno o más de cualquiera de los materiales anteriores. En una realización no limitante, el revestimiento de control solar 36 puede ser un revestimiento de óxido metálico dopado.

Ejemplos no limitantes de revestimientos de control solar adecuados para usar con la invención están disponibles comercialmente en PPG Industries, Inc. de Pittsburgh, Pensilvania, en las familias de revestimientos SUNGATE® y SOLARBAN®. Tales revestimientos incluyen normalmente una o más películas de revestimiento antirreflectantes que comprenden materiales dieléctricos o antirreflectantes, tales como óxidos de metal u óxidos de aleaciones de metal, que son transparentes a la luz visible. Estos revestimientos también incluyen una o más películas reflectantes

infrarrojas que comprenden un metal reflectante, por ejemplo, un metal noble, tal como oro, cobre o plata, o combinaciones o aleaciones de los mismos, y puede comprender además una película de imprimación sacrificial o película de barrera, tal como titanio, tal como se conoce en la materia, colocadas sobre y/o debajo de la capa reflectante metálica. El revestimiento de control solar 36 puede tener cualquier cantidad deseada de películas reflectantes de infrarrojos, como, pero no limitado a, 1 a 8 películas reflectantes de infrarrojos. En una realización no limitante, el revestimiento de control solar 36 puede tener 1 o más capas de plata metálica, por ejemplo, 2 o más capas de plata, por ejemplo, 3 o más capas de plata, como 4 o más capas de plata, como 5 o más capas de plata, como 6 o más capas de plata. Un ejemplo no limitante de un revestimiento de control solar adecuado que tiene tres capas de plata se describe en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 10/364.089 (Publicación N.º 2003/0180547 A1).

El revestimiento de control solar 36 se puede depositar mediante cualquier método convencional, como, pero no limitado a, métodos convencionales de deposición química de vapor (CVD) y/o deposición física de vapor (PVD). Los ejemplos de procesos de CVD incluyen pirólisis por pulverización. Ejemplos de procesos PVD incluyen evaporación por haz electrónico, deposición de plasma de RF y pulverización en vacío (como deposición de vapor por pulverización de magnetrón (MSVD)). También podrían usarse otros métodos de revestimiento, como, pero no limitado a, deposición sol-gel. En una realización no limitante, el revestimiento puede ser depositado por MSVD.

En Fig. 3 se muestra un revestimiento 36 de control solar no limitante adecuado para la invención. Este revestimiento de control solar 36 a modo de ejemplo incluye una capa base o primera capa dieléctrica 50 depositada sobre al menos una parte de la capa de imprimación 32 (o el revestimiento protector 34, si estuviera presente). La primera capa dieléctrica 50 puede comprender una o más películas de materiales antirreflectantes y/o materiales dieléctricos, como, pero no limitado a, óxidos metálicos, óxidos de aleaciones metálicas, nitruros, oxinitruros o mezclas de los mismos. La primera capa dieléctrica 50 puede ser transparente a la luz visible. Los ejemplos de óxidos metálicos adecuados para la primera capa dieléctrica 50 incluyen óxidos de titanio, hafnio, circonio, niobio, cinc, bismuto, plomo, indio, estaño y mezclas de los mismos. Estos óxidos de metal pueden tener cantidades pequeñas de otros materiales, tales como óxido de manganeso en bismuto, óxido de estaño en indio, etc. De manera adicional, pueden usarse óxidos de aleaciones de metal o mezclas de metal, como óxidos que contienen cinc y estaño (por ejemplo, estannato de cinc), óxido de aleaciones de indio-estaño, nitruros de silicio, nitruros de aluminio y silicio o nitruros de aluminio. Además, pueden usarse óxidos de metal dopado, como óxidos de estaño dopados con antimonio u indio u óxidos de silicio dopados con níquel o boro. La primera capa dieléctrica 50 puede ser una película sustancialmente monofásica, como una película de óxido de aleación metálica, por ejemplo, estannato de cinc, o puede ser una mezcla de fases compuestas de óxidos de cinc y estaño o puede estar compuesta por una pluralidad de películas de óxido metálico, como óxido de indio y estaño, o los desvelados en las patentes de los Estados Unidos N.ºs 5.821.001; 4.898.789; y 4.898.790.

En la realización a modo de ejemplo ilustrada mostrada en Fig. 3, la primera capa dieléctrica 50 comprende una estructura múltiples películas que tiene una primera película 52, por ejemplo, una película de óxido de aleación metálica y una segunda película 54, por ejemplo, una película de óxido metálico o mezcla de óxidos, depositada sobre la primera película de óxido de aleación metálica. En una realización no limitante, la primera película 52 puede ser una mezcla de cinc/óxido de estaño o un óxido de aleación de cinc/estaño. El óxido de aleación de cinc/estaño se puede obtener a partir de la deposición al vacío por pulverización catódica de magnetrón a partir de un cátodo de cinc y estaño que puede comprender cinc y estaño en proporciones de 10 % en peso a 90 % en peso de cinc y 90 % en peso a 10 % en peso de estaño. Un óxido de aleación metálica adecuado que puede estar presente en la primera película es el estannato de cinc. Por "estannato de cinc" se entiende una composición de  $Zn_xSn_{1-x}O_{2-x}$  (Fórmula 1) donde "x" varía en el intervalo de mayor que 0 a menor que 1. Por ejemplo, "x" puede ser mayor que 0 y puede ser cualquier fracción o decimal mayor que 0 y menor que 1. Por ejemplo, donde  $x = 2/3$ , la Fórmula 1 es  $Zn_{2/3}Sn_{1/3}O_{4/3}$ , que se describe más comúnmente como " $Zn_2SnO_4$ ". Una película que contiene estannato de cinc tiene una o más de las formas de Fórmula 1 en una cantidad predominante en la película. En una realización no limitante, la primera película 52 comprende estannato de cinc y tiene un grosor en el intervalo de 100 Angstroms (Å) a 1.000 Å, como 100 Å a 800 Å, como 100 Å a 500 Å, como 150 Å a 500 Å, como 200 Å a 500 Å, como 300 Å a 500 Å, como 300 Å a 400 Å, como 376 Å.

La segunda película 54 puede ser una película que contiene cinc, como óxido de cinc. La película de óxido de cinc se puede depositar desde un cátodo de cinc que incluye uno o más materiales para mejorar las características de pulverización catódica. Por ejemplo, el cátodo de cinc puede incluir una pequeña cantidad (por ejemplo, hasta 10 % en peso) de estaño para mejorar la pulverización catódica. En cuyo caso, la película de óxido de cinc resultante incluiría un pequeño porcentaje de óxido de estaño, por ejemplo, hasta 10 % en peso de óxido de estaño. En este documento un revestimiento de óxido pulverizado por un cátodo de cinc que tiene hasta 10 % en peso de estaño se denomina película de "óxido de cinc" aunque puede estar presente algo de óxido de estaño. La segunda película 54 puede tener un grosor en el intervalo de 10 Å a 200 Å, como 20 Å a 200 Å, como 30 Å a 200 Å, 40 Å a 150 Å, por ejemplo, 50 Å a 100 Å, como 60 Å a 100 Å, como 60 Å a 80 Å, como 70 Å a 80 Å, como 73 Å.

Una primera película o capa reflectante de calor y/o radiación 56 se deposita sobre la primera capa dieléctrica 50. La primera capa reflectante 56 incluye un metal reflectante, como, pero no limitado a, oro metálico, cobre, plata, o mezclas, o aleaciones de los mismos. En una realización, la primera capa reflectante 56 comprende una capa de

plata metálica que tiene un grosor en el intervalo de 25 Å a 300 Å, por ejemplo, 50 Å a 300 Å, por ejemplo, 50 Å a 200 Å, como 70 Å a 150 Å, como 70 Å a 100 Å, como 80 Å a 100 Å, como 90 Å a 100 Å, como 90 Å.

5 Una primera película de imprimación sacrificial 58 se deposita sobre la primera capa reflectante. La primera película de imprimación sacrificial 58 puede ser un material de captura de oxígeno, tal como titanio, que puede sacrificarse durante el proceso de deposición para evitar la degradación u oxidación de la primera capa reflectante 56 durante el proceso de pulverización catódica o los procesos de calentamiento posteriores. El material de captura de oxígeno puede elegirse para oxidarse antes que el material de la primera capa reflectante 56. Si se utiliza titanio como primera película de imprimación 58, el titanio se oxidaría preferentemente a dióxido de titanio antes de la oxidación de la capa de plata subyacente. En una realización, la primera película de imprimación 58 es titanio que tiene un grosor en el intervalo de 5 Å a 50 Å, por ejemplo, 10 Å a 40 Å, por ejemplo, 15 Å a 25 Å, por ejemplo, 15 Å a 20 Å, por ejemplo, 15 Å.

15 Una segunda capa dieléctrica 60 se deposita sobre la primera capa reflectante 56 (por ejemplo, sobre la primera película de imprimación sacrificial 58). La segunda capa dieléctrica 60 comprende una o más películas que contienen óxido o aleación metálica, tales como aquellas descritas anteriormente con respecto a la primera capa dieléctrica. En la realización no limitante ilustrada, la segunda capa dieléctrica 60 incluye una primera 62, como una película de óxido metálico, por ejemplo, una película de óxido de cinc depositada sobre la primera película de imprimación sacrificial 58. Una segunda película 64, como una película de óxido de aleación metálica, por ejemplo, una película de estannato de cinc, se deposita sobre la primera película de óxido de cinc 62. Una tercera película 66, como una película de óxido metálico, por ejemplo, otra capa de óxido de cinc/estaño, se deposita sobre la capa de estannato de cinc para formar una segunda capa dieléctrica 60 de múltiples películas. En una realización no limitante, las películas de óxido de cinc de la segunda capa dieléctrica pueden tener un grosor en el intervalo de aproximadamente 10 Å a 200 Å, por ejemplo, 20 Å a 150 Å, por ejemplo, 30 Å a 100 Å, por ejemplo, 40 Å a 80 Å, por ejemplo, 50 Å a 80 Å, por ejemplo, 60 Å a 80 Å, por ejemplo, 70 Å a 80 Å, como 73 Å. La capa de óxido de aleación metálica (estannato de cinc) puede tener un grosor en el intervalo de 100 Å a 1000 Å, por ejemplo, 200 Å a 1000 Å, por ejemplo, 300 Å a 800 Å, por ejemplo, 500 Å a 800 Å, por ejemplo, 600 Å a 800 Å, por ejemplo, 600 Å a 700 Å; por ejemplo, 631 Å.

30 Una segunda capa reflectante de calor y/o radiación 68 se deposita sobre la segunda capa dieléctrica 60. La segunda capa reflectante 68 puede incluir uno cualquiera o más de los materiales reflectantes descritos anteriormente con respecto a la primera capa reflectante 56. En una realización no limitante, la segunda capa reflectante 68 comprende plata que tiene un grosor en el intervalo de 25 Å a 200 Å, por ejemplo, 50 Å a 150 Å, por ejemplo, 60 Å a 100 Å, por ejemplo, 70 Å a 100 Å, por ejemplo, 80 Å a 90 Å, por ejemplo, 83 Å.

35 Una segunda película de imprimación sacrificial 70 se puede depositar sobre la segunda capa reflectante 68. La segunda película de imprimación sacrificial 70 puede ser de cualquiera de los materiales descritos anteriormente con respecto a la primera película de imprimación 32. En una realización no limitante, la segunda película de imprimación 70 incluye titanio que tiene un grosor en el intervalo de aproximadamente 5 Å a 50 Å, por ejemplo, 10 Å a 25 Å, por ejemplo, 15 Å a 25 Å, por ejemplo, 15 Å a 20 Å, por ejemplo, 15 Å.

45 Una tercera capa dieléctrica 72 se deposita sobre la segunda capa reflectante 68 (por ejemplo, sobre la segunda película de imprimación sacrificial 70). La tercera capa dieléctrica 72 también puede incluir una o más capas que contienen óxido metálico o aleación metálica, como se discutió anteriormente con respecto a la primera y segunda capas dieléctricas. En una realización no limitante, la tercera capa dieléctrica 72 es una capa múltiples películas similar a la segunda capa dieléctrica 60. Por ejemplo, la tercera capa dieléctrica 72 puede incluir una primera capa 74, como una capa de óxido metálico, por ejemplo, una capa de óxido de cinc, una segunda capa 76, como una capa que contiene óxido de aleación metálica, por ejemplo, una capa de estannato de cinc y una tercera capa 78, como una capa de óxido metálico, por ejemplo, otra capa de óxido de cinc. En una realización no limitante, las películas de óxido de cinc de la tercera capa dieléctrica 72 pueden tener un grosor en el intervalo de aproximadamente 10 Å a 200 Å, por ejemplo, 20 Å a 150 Å, por ejemplo, 30 Å a 100 Å, por ejemplo, 40 Å a 80 Å, por ejemplo, 50 Å a 80 Å, por ejemplo, 60 Å a 80 Å, por ejemplo, 70 Å a 80 Å, por ejemplo, 73 Å. La capa de óxido de aleación metálica (estannato de cinc) puede tener un grosor en el intervalo de 100 Å a 1000 Å, por ejemplo, 200 Å a 1000 Å, por ejemplo, 300 Å a 800 Å, por ejemplo, 500 Å a 800 Å, por ejemplo, 600 Å a 800 Å, por ejemplo, 600 Å a 700 Å, por ejemplo, 631 Å.

50 Una tercera capa reflectante de calor y/o radiación 80 se deposita sobre la tercera capa dieléctrica 72. La tercera capa reflectante 80 puede ser de cualquiera de los materiales discutidos anteriormente con respecto a la primera y segunda capas reflectantes. En una realización no limitante, la tercera capa reflectante 80 comprende plata que tiene un grosor en el intervalo de 25 Å a 200 Å, por ejemplo, 50 Å a 150 Å, por ejemplo, 60 Å a 100 Å, por ejemplo, 70 Å a 100 Å, por ejemplo, 80 Å a 90 Å, por ejemplo, 83 Å.

65 Una tercera película de imprimación sacrificial 82 se deposita sobre la tercera capa reflectante 80. La tercera película de imprimación 82 puede ser de cualquiera de los materiales de imprimación descritos anteriormente con respecto a la primera o segunda películas de imprimación. En una realización no limitante, la tercera película de imprimación sacrificial 82 es titanio y tiene un grosor en el intervalo de 5 Å a 50 Å, por ejemplo, 10 Å a 25 Å, por ejemplo, 15 Å a

20 Å, por ejemplo, 15 Å.

Una cuarta capa dieléctrica 84 se deposita sobre la tercera capa reflectante 80 (por ejemplo, sobre la tercera película de imprimación sacrificial 82). La cuarta capa dieléctrica 84 comprende una o más capas que contienen óxido metálico u aleación metálica, como aquellas tratadas anteriormente con respecto a la primera, segunda o tercera capas dieléctricas. En una realización no limitante, la cuarta capa dieléctrica 84 es una capa de múltiples películas que tiene una primera capa 86, como una capa de óxido metálico, por ejemplo, una capa de óxido de cinc, depositada sobre la tercera película de imprimación 82, y una segunda capa 88, como una capa de óxido de aleación metálica, por ejemplo, una capa de estannato de cinc, depositada sobre la capa de óxido de cinc. La capa de óxido de cinc 86 puede tener un grosor en el intervalo de 10 Å a 200 Å, como 20 Å a 200 Å, como 30 Å a 200 Å, 40 Å a 150 Å, por ejemplo, 50 Å a 100 Å, como 60 Å a 100 Å, como 60 Å a 80 Å, como 70 Å a 80 Å, como 73 Å. La capa de estannato de cinc 88 puede tener un grosor en el intervalo de 100 Å a 1.000 Å, como 100 Å a 500 Å, como 150 Å a 500 Å, por ejemplo, 200 Å a 500 Å, por ejemplo, 300 Å a 400 Å, por ejemplo, 376 Å.

Como se muestra en las Figs. 2 y 3, la capa protectora 38 se aplica sobre la capa de control solar 36, por ejemplo, sobre la cuarta capa dieléctrica 84, para ayudar a la protección de las capas subyacentes, como las capas antirreflectantes, del ataque mecánico y químico durante el procesamiento y/o para favorecer la adhesión. El revestimiento protector 38 puede ser una capa de revestimiento de barrera de oxígeno para evitar o reducir el paso de oxígeno ambiental a las capas subyacentes del revestimiento, como durante el calentamiento o el mezclado. El revestimiento protector 38 puede ser el mismo que se describe a continuación para el revestimiento protector opcional 34. En una realización no limitante, el revestimiento protector 38 comprende una combinación de sílice y alúmina, como en el intervalo del 80 % en peso al 90 % en peso de sílice y del 10 % en peso al 20 % en peso de alúmina, por ejemplo, 85 % en peso de sílice y 15 % en peso de alúmina, que tiene un grosor en el intervalo de 5 nm a 5.000 nm, como de 5 nm a 3.000 nm, como de 5 nm a 2.000 nm, como de 5 nm a 1.000 nm, como de 10 nm a 500 nm, como de 20 nm a 300 nm, como de 50 nm a 300 nm, por ejemplo, de 50 nm a 200 nm, como de 50 nm a 150 nm, como de 50 nm a 120 nm, como de 60 nm a 120 nm, como de 70 nm a 120 nm, como de 70 nm a 100 nm, como de 70 nm a 80 nm, como 78 nm. En una realización particular no limitante, el revestimiento protector puede tener un grosor de al menos 50 nm, como al menos 60 nm, como al menos 70 nm, como al menos 75 nm, como al menos 100 nm, como al menos 110 nm, como al menos 120 nm, como al menos 150 nm, como al menos 200 nm.

Una segunda capa de imprimación opcional 40 se puede aplicar sobre el revestimiento protector 38. La segunda capa de imprimación opcional 40 puede ser la misma que se describe a continuación para la primera capa de imprimación 32. En una realización no limitante particular, la segunda capa de imprimación 40 comprende un material epoxi amino siloxano y tiene un grosor en el intervalo de 0,1 a 10 micrómetros, como de 0,5 a 8 micrómetros, como de 1 a 7 micrómetros, como de 1 a 5 micrómetros, como de 1 a 3 micrómetros.

Como se ha expuesto anteriormente, según la presente invención, un revestimiento superior específico se forma sobre al menos una parte de una superficie principal de la capa revestida. En la realización a modo de ejemplo mostrada en Fig. 2, la capa superior 42 se aplica sobre el revestimiento protector 38 (o sobre la segunda capa de imprimación opcional 40, si estuviera presente). La capa superior 42 proporciona resistencia a la abrasión y/o resistencia al agrietamiento del sustrato 12. Como se ha expuesto anteriormente, según la presente invención, la capa superior 42 comprende un material de polisiloxano, que comprende el producto de reacción de (a) un copolímero híbrido que comprende (i) un primer monómero que comprende un organoacrilato hidroxifuncional; y (ii) un segundo monómero que comprende un organoalcoxilano, y (b) un segundo material que comprende un organoalcoxilano. Los materiales de capa de acabado adecuados se desvelan en WO 2007/064792 A2 y Patentes de Estados Unidos N.ºs 5.693.422; 6.106.605; 6.180.248; 5.401.579; y 6.469.119. Otros materiales de capa de acabado adecuados están disponibles comercialmente en Advanced Materials and Coating Specialties con los nombres LensShield 500, 501, 503, 510 y 514. La capa superior 42 puede tener un grosor en el intervalo de 1 a 10 micrómetros, como 2 a 8 micrómetros, como 3 a 7 micrómetros, como 4 a 6 micrómetros, como 4 a 5 micrómetros. La capa superior se puede aplicar mediante cualquier método convencional, como mediante revestimiento de flujo.

El material para la capa superior 42 puede incorporar un polímero que tenga una funcionalidad de revestimiento duro a base de polisiloxano, así como una funcionalidad organopolimérica más flexible, como, pero sin limitarse a, funcionalidad acrílica o epoxi. El material de capa superior a modo de ejemplo puede prepararse como sigue y como se describe en los siguientes ejemplos.

Se prepara un copolímero híbrido que tiene al menos dos unidades monoméricas diferentes. El copolímero híbrido es un copolímero preparado a partir del producto de reacción de (i) un primer monómero que comprende un organoacrilato hidroxifuncional y (ii) un segundo monómero que comprende un alcoxilano organofuncional, como un alcóxido de silicio con un grupo polimerizable.

En una realización no limitante, el primer monómero comprende un hidroxiacrilato y/o un acrilato de hidroxialquilo. La parte alquilo del acrilato de hidroxialquilo se puede representar generalmente por la fórmula  $C_nH_{2n+1}$  donde n está en el intervalo de 1-20, como 1-10 tal como 1-5. Los ejemplos específicos del primer monómero incluyen, pero no se limitan a, acrilato de hidroximetilo, acrilato de hidroxietilo y acrilato de hidroxipropilo.

El segundo monómero es un alcóxido organofuncional, como un trialcóxido organofuncional. El alcóxido puede contener grupos alquilo o arilo. Pueden usarse silanos de fórmula general  $R_xSi(OR')_{4-x}$ , donde R es un radical orgánico, R' es un radical alquilo de bajo peso molecular, y x está en el intervalo de 1 a 4. El radical orgánico de R puede ser, vinilo, metoxietilo, 3-glicidoxipropilo, o 3-metacriloxipropilo, solo por nombrar algunos. En una realización no limitante, el segundo monómero es un trialcóxido de fórmula general  $RSi(OR')_3$ , donde R es un grupo orgánico de longitud de cadena corta a media adecuado para someterse a polimerización, como vinilo, 3-glicidoxipropilo, o 3-metacriloxipropilo. En una realización particular, el segundo monómero se selecciona entre metacriloxipropiltrimetoxisilano o viniltrimetoxisilano.

El primer y el segundo monómeros se combinan con un catalizador apropiado, como azobisisobutironitrilo (AIBN), para formar un copolímero híbrido. En la amplia práctica de la invención, el primer y segundo monómeros pueden combinarse en cualquier proporción, como 1 % en peso a 99 % en peso del primer monómero a 99 % en peso a 1 % en peso % del segundo monómero basándose en el peso total de los monómeros combinados, como 40 % en peso a 90 % en peso del primer monómero, como 50 % en peso a 80 % en peso del primer monómero, como 60 % en peso a 80 % en peso del primer monómero, como 70 % en peso a 80 % en peso del primer monómero, como 75 % en peso del primer monómero. El copolímero híbrido puede polimerizarse por polimerización por radicales libres.

El segundo material reacciona en presencia del copolímero híbrido, por ejemplo mediante polimerización por condensación, para formar un polímero de polisiloxano. Esto permite que el segundo material reaccione con el copolímero híbrido y también polimerice consigo mismo, por ejemplo mediante polimerización por condensación, proporcionando un mecanismo para unión química directa entre los dos componentes poliméricos. El segundo material comprende un organoalcóxido silano. El organoalcóxido silano puede ser un alquilalcóxido silano o un alcóxido organofuncional, como un trialcóxido organofuncional, o una mezcla de los mismos. En una realización no limitante, el segundo material es un trialcóxido de fórmula general  $RSi(OR')_3$ , donde R es un grupo orgánico de longitud de cadena corta a media como alquilo, vinilo, fenilo, 3-glicidoxipropilo, o 3-metacriloxipropilo. En una realización particular, El segundo material es metiltrimetoxisilano.

El copolímero híbrido y el segundo material pueden reaccionar mediante cualquier técnica conocida, como una reacción de condensación convencional. Se describen ejemplos de técnicas convencionales en las patentes de Estados Unidos N.ºs 5.693.422; 5.401.579; 6.106.605; 6.180.248; y 6.469.119. El copolímero híbrido y el segundo material pueden combinarse en cualquier proporción deseada, como 1 % en peso a 99 % en peso del copolímero híbrido al 99 % en peso a 1 % peso del segundo material basándose en el peso total del copolímero híbrido y el segundo material, como 5 % en peso a 50 % en peso del copolímero híbrido, como 10 % en peso a 40 % en peso del copolímero híbrido, como 10 % en peso a 30 % en peso del copolímero híbrido, como 15 % en peso a 20 % en peso del copolímero híbrido, como 17 % en peso del copolímero híbrido.

El copolímero híbrido resultante (es decir, el polímero formado a partir de la reacción del primer copolímero híbrido y el segundo material) puede incorporarse en una composición de revestimiento que proporciona rayado, abrasión y resistencia química mejorados, pero suficiente para resistir la deformación o el alargamiento del sustrato plástico subyacente sin agrietarse ni pegarse. La funcionalidad acrílica proporciona una mayor resistencia a la intemperie y una mejor adhesión a los sustratos acrílicos y de policarbonato en comparación con los revestimientos protectores anteriores. En la práctica de la invención, formar el copolímero híbrido copolimerizando un monómero acrílico hidroxifuncional con un trialcóxido silano proporciona un copolímero que puede experimentar una hidrólisis adicional de los grupos alcoxi, dando como resultado una reacción de condensación con la matriz de polisiloxano de la solución de revestimiento.

El copolímero híbrido no necesita limitarse a un copolímero que tenga dos monómeros, sino que podría incluir tres o más monómeros. Por ejemplo, el copolímero híbrido resultante podría ser un terpolímero que comprende un organoacrilato hidroxifuncional, un alcóxido de silicio y un monómero no hidroxifuncional, como, entre otros, metacrilato de metilo o N-vinilpirrolidona, o cualquier monómero que se someta a polimerización por radicales libres. Además, el copolímero híbrido no se limitan a alquilacrilatos, pero podría incorporar otros materiales funcionales acrílicos, como, entre otros, acrilatos aromáticos o acrilatos halogenados, como fluoracrilato. Además, además de formar copolímeros híbridos orgánicos/inorgánicos copolimerizando un monómero de acrilato o metacrilato orgánico (hidroxifuncional) con un alcóxido de silicio funcional de acrilato o metacrilato, dichos copolímeros híbridos orgánicos-inorgánicos pueden formarse combinando cualquier monómero orgánico con cualquier compuesto de alcóxido de silicio que contenga un grupo polimerizable que pueda experimentar el mismo tipo de reacción de polimerización. El 1,3-bis(3-metacriloxipropil)tetraquis(trimetilsiloxi)disiloxano es un compuesto de metacriloxipropil-trimetilsiloxi similar. Por ejemplo, vinilo, organosilanos funcionales alqueno y estirilo como viniltrimetoxisilano, viniltrietoxisilano, p-(t-butildimetilsiloxi)estireno, y prepolímero de polidimetilsiloxano terminado en vinilo pueden copolimerizarse con monómeros orgánicos mediante polimerización por radicales libres iniciada por radiación térmica o UV, al igual que los organosilanos funcionales acrílicos y metacrílicos. Además, alcóxidos de silicio epoxi y glicidoxi-funcionales, óxido de bis[metilmetilmetoxisilil]propil]polipropileno y prepolímero de polidimetilsiloxano terminado en epoxi pueden copolimerizarse con epóxidos orgánicos mediante polimerización catiónica UV o polimerización por adición de amina. Además, para formar poliimida híbrida se pueden usar monómeros capaces de experimentar polimerización por condensación, copolímeros de poliamida y uretano con compuestos de silicio funcionales de amina apropiados, como 1,3-bis(aminopropil)tetrametildisiloxano. Los monómeros adecuados para experimentar

polimerización de sustitución pueden combinarse con compuestos de silicio como bis(trimetilsilil)bisfenol A para formar copolímeros híbridos por polimerización de sustitución. Como reconocen los expertos en la materia, diversas técnicas para purificar el copolímero híbrido por ejemplo, por precipitación o fraccionamiento, puede emplearse para obtener materiales copoliméricos híbridos con una distribución de propiedades más estrecha y, por tanto, influir en las propiedades de la composición de revestimiento.

Los siguientes ejemplos ilustran varias realizaciones no limitantes de un material de capa superior. Sin embargo, debe entenderse que la invención no se limita a los ejemplos específicos.

#### 10 Formación del copolímero híbrido

##### Ejemplo 1

Los siguientes ingredientes se combinaron en un frasco de vidrio: 70 gramos (g) de Dowanol PM glicol éter, 22,5 g de 2-acrilato de hidroxipropilo, 7,5 g de gamma-metacriloxipropiltrimetoxisilano y 0,06 g de azobisisobutirolnitrilo (AIBN). La solución se desgasificó durante 5 minutos al vacío, se purgó con gas nitrógeno a través de un burbujeador durante 5 minutos, y se colocó en un horno lleno de nitrógeno a 82 °C (180 °F) durante la noche. La mezcla se agitó varias veces durante la primera hora.

##### 20 Ejemplo 2

45 g de 2-acrilato de hidroxipropilo, 15 g de gamma-metacriloxipropiltrimetoxisilano y 0,12 g de azobisisobutirolnitrilo (AIBN) se añadieron a 140 g de éter de glicol Dowanol PM en un frasco de vidrio que contenía una barra de agitación magnética. El frasco se colocó en un baño ultrasónico durante cinco minutos para ayudar a la disolución del AIBN, se desgasificó en un desecador de vacío durante 15 minutos y se transfirió a una configuración de reacción purgada con nitrógeno que consistía en un matraz de fondo redondo de 3 bocas de 250 mililitros (ml) que se equipó con un condensador de reflujo, manta calefactora y burbujeador de nitrógeno y se calentó para mantenerse a aproximadamente 80 °C durante la noche bajo nitrógeno. La mezcla de reacción se dejó enfriar a temperatura ambiente.

##### 30 Ejemplo 3

45 g de acrilato de hidroxipropilo (mezcla de isómeros), 15 g de gamma-metacriloxipropiltrimetoxisilano y 0,12 g de azobisisobutirolnitrilo (AIBN) se añadieron a 140 g de éter de glicol Dowanol PM en un frasco de vidrio que contenía una barra de agitación magnética. La solución se agitó durante 2-3 minutos para disolver la mayor parte del AIBN, se colocó en un baño ultrasónico durante cinco minutos, se desgasificó en un desecador de vacío durante 30 minutos y se transfirió a un conjunto de reacción purgado con nitrógeno que consistía en un matraz de fondo redondo de 3 bocas de 250 ml equipado con un condensador de reflujo, manta calefactora y burbujeador de nitrógeno. Después de 10 minutos de purga vigorosa de nitrógeno a través de la solución, el calentamiento se inició con agitación. Después de 45 minutos de calentamiento, la purga de nitrógeno se ralentizó al mínimo y la temperatura alcanzó 50 °C. El calor se incrementó de modo que la temperatura de la reacción alcanzó 62 °C en otros 10 minutos, 78 °C en 20 minutos, en ese momento la reacción exotérmica estaba en progreso. La temperatura alcanzó un máximo de aproximadamente 107-108 °C 15 minutos después, tras lo cual la exotermia disminuyó y la mezcla de reacción se enfrió a 70 °C. Después de ocho horas, el calor se aumentó nuevamente de modo que la mezcla de reacción alcanzó 110 °C en 1 hora, en ese momento se eliminó el calor y la mezcla de reacción se dejó enfriar un poco antes de usarla para preparar una solución de revestimiento.

##### Ejemplo 4

50 Azobisisobutirolnitrilo (AIBN) se había recristalizado tres veces en metanol una semana antes de su uso. De manera similar al Ejemplo 3 anterior, los tres ingredientes se combinaron directamente en un matraz de 3 bocas de 500 ml equipado con un condensador de reflujo, manta calefactora y burbujeador de nitrógeno. El gamma-metacriloxipropiltrimetoxisilano se añadió al acrilato de hidroxipropilo, que se añadió luego en 3 minutos al éter de glicol Dowanol PM en el matraz de fondo redondo. Después de cinco minutos de agitación a temperatura ambiente, se inició el calentamiento. Veinte minutos después, la temperatura de la solución había alcanzado 50 °C y se añadieron 0,10 g de AIBN disuelto en 10-15 ml de Dowanol PM mediante una jeringa a través de un tabique de goma. Cuarenta minutos después, la temperatura de la mezcla de reacción había alcanzado el máximo de 119 °C (60 minutos después del inicio de la reacción), tras lo cual disminuyó hasta 83 °C, que se mantuvo hasta que el tiempo de reacción total alcanzó 16 horas. Después de enfriar a temperatura ambiente, el producto copolimérico se usó para preparar una solución de revestimiento de polisiloxano. El material que no se usó de inmediato se transfirió a una botella de vidrio marrón y se almacenó en un refrigerador. Después de siete semanas de almacenamiento refrigerado, la viscosidad a temperatura ambiente de la solución del producto fue de 61,1 centipoises (cps).

##### 65 Ejemplo 5

El azobisisobutirolnitrilo recristalizado (AIBN) se recristalizó nuevamente una vez en metanol antes de su uso. De

manera similar al Ejemplo 3 anterior, los tres ingredientes se combinaron directamente en el matraz de 3 bocas de 250 ml. Primero se añadió el gamma-metacriloxipropiltrimetoxisilano al acrilato de hidroxipropilo, y luego se añadió la mezcla de los dos monómeros con agitación a 130 g de disolvente de glicol éter Dowanol PM (130 g) que se había purgado con nitrógeno en el matraz de 3 bocas durante 2 horas. El calentamiento se inició inmediatamente, con la solución de reacción alcanzando 56 °C después de 24 minutos, momento en que se añaden 0,10 g de AIBN. La solución de reacción alcanzó 117 °C 45 minutos después del comienzo de la reacción. Aproximadamente a las 1,25 horas de tiempo de reacción, la temperatura había disminuido hasta 43 °C (109 °F), momento en el cual el calor disminuyó para mantener una temperatura de 86 °C durante la noche. Después de un tiempo total de 16,5 horas desde el inicio de la reacción, el calor se eliminó para permitir que el producto se enfriara a temperatura ambiente en aproximadamente una hora. El producto se usó luego para preparar una solución de revestimiento de polisiloxano o se transfirió a una botella de vidrio marrón para almacenamiento refrigerado. Después de aproximadamente 1 semana de almacenamiento refrigerado, la viscosidad del producto a temperatura ambiente fue 130,6 cps.

#### Ejemplo 6

22,5 g de acrilato de 2-hidroxipropilo, 7,5 g de gamma-metacriloxipropiltrimetoxisilano y 0,06 g de dimetoxi 2-fenil acetofenona (DMPA) se añadieron a 70,0 g de disolvente de glicol éter Dowanol PM en un frasco de vidrio y se colocaron en un baño ultrasónico hasta que se disolvió el DMPA. La solución se desgasificó luego durante 10 minutos a vacío seguido de curado durante 1 hora a temperatura ambiente en atmósfera de nitrógeno en una unidad de curado UV ELC 4001. La solución moderadamente viscosa del producto copolimérico se dejó enfriar a temperatura ambiente antes de usarla en la preparación de una solución de revestimiento.

#### Preparación de soluciones de revestimiento

Método I: En un método no limitante, los productos copoliméricos del tipo producido en los Ejemplos 1-6 se incorporaron en formulaciones de revestimiento duraderas resistentes a la abrasión como sigue. En una preparación típica, se añadieron 15 g de la solución del producto copolimérico a 72 g de metiltrimetoxisilano. En un recipiente separado, se combinaron 15 g de metanol con 44,1 g de sol de sílice coloidal acuoso Snowtex O (disponible comercialmente en Nissan Chemical) y 3,6 g de ácido acético glacial y 1 gota de ácido nítrico concentrado. La mezcla de silano y copolímero se añadió lentamente a la solución acuosa de sílice con agitación. La agitación continuó durante la noche. La solución se diluyó luego con 125 g de 1-propanol, 0,3 g de BYK-306 (disponible comercialmente de BYK Chemie) y 0,75 g de hidróxido de tetrametilamonio al 25 % en metanol (disponible comercialmente de Fisher Scientific).

Método II: En un método alternativo no limitante, se combinaron 15 g de los productos de copolímero de los Ejemplos 1-6 con 72 g de metiltrimetoxisilano y 45 g de sol de sílice coloidal NPC-ST en glicol éter PM (disponible comercialmente en Nissan Chemical). En un recipiente separado, se combinaron 30 g de agua desionizada con 3,6 g de ácido acético glacial y 1 gota de ácido nítrico concentrado. La mezcla de agua y ácido se añadió lentamente a la mezcla de silano/copolímero/sílice con agitación, que continuó durante la noche. La solución se diluyó luego con 100 g de 1-propanol, 0,3 g de BYK-306 (disponible comercialmente de BYK Chemie) y 0,75 g de hidróxido de tetrametilamonio al 25 % en metanol (disponible comercialmente de Fisher Scientific).

Los revestimientos se pueden aplicar a sustratos acrílicos (revestidos o no) mediante revestimiento por flujo seguido de secado al aire ambiente durante 20 - 30 minutos y curado con calor a 80 °C durante 4 horas.

Una capa de acabado 44 (capa resistente al desgaste) se aplica sobre la capa superior 42. La capa de acabado 44 comprende un revestimiento de oxycarburo de silicio. En WO 2007/064792 A2 se describen ejemplos de revestimientos de acabado adecuados. Otros ejemplos incluyen revestimientos DIAMONEX, como revestimientos Everscan, Scanshield, AegisPlus y DIAMONDSHIELD®, disponibles comercialmente en Morgan Technical Ceramics of Allentown, Pensilvania. El revestimiento de acabado 44 puede tener un grosor de 1 a 10 micrómetros, como de 1 a 8 micrómetros, como 2 a 6 micrómetros, como 3 a 6 micrómetros, como 4 a 5 micrómetros. El revestimiento de acabado 44 puede aplicarse mediante cualquier método convencional, como por deposición directa por haz iónico o por deposición de plasma RF.

El revestimiento superior puede tener un grosor, por ejemplo, en el intervalo de 7 micrómetros a 10 micrómetros.

En Fig. 4 se muestra una realización alternativa 90 de una estructura de revestimiento superior 92 y revestimiento superior 44 para el apilamiento de revestimiento 30 (solo se ilustra una parte externa del apilamiento de revestimiento 30). Esta realización 90 tiene un primer revestimiento superior 94, una capa protectora 96, un segundo revestimiento superior 98, y un revestimiento de acabado 44. El primer material del revestimiento superior puede ser igual o diferente que el segundo material del revestimiento superior. Tal como apreciará el experto en la materia del revestimiento, la formación de un revestimiento además de varios micrómetros mediante técnicas convencionales de revestimiento por flujo es muy difícil. Por lo tanto, en la realización 90 mostrada en Fig. 4, el revestimiento superior 92 se forma en dos etapas separadas. Un primer revestimiento superior 94 (que comprende un material como se describió anteriormente para la capa superior) se aplica mediante revestimiento de flujo para un grosor superior a 1 micrómetro, como en el intervalo de 1 micrómetro a 5 micrómetros. Un revestimiento protector 96 (que comprende

un material como se describe a continuación para el revestimiento protector, por ejemplo, 85 % en peso de sílice y 15 % en peso de alúmina) se aplica por deposición física, como MSVD, para un grosor en el intervalo de 10 nm a 500 nm, como de 50 nm a 200 nm, como de 50 nm a 150 nm, como 100 nm. La segunda capa de revestimiento superior 98 (por ejemplo, un polisiloxano o un material epoxi amino siloxano) se forma sobre el revestimiento protector 96 mediante revestimiento de flujo hasta un grosor superior a 1 micrómetro, como en el intervalo de 1 micrómetro a 5 micrómetros). Esta técnica de inserción del revestimiento protector MSVD 96 entre las dos capas de revestimiento superior supera los problemas asociados con la formación de una sola capa, capa de revestimiento superior unitaria que tiene un grosor superior a varios micrómetros por revestimiento de flujo. Aunque solo se muestra un revestimiento protector 96, debe entenderse que podrían estar presentes múltiples revestimientos final/revestimiento protector/final para aumentar el grosor total del apilamiento de revestimiento. De manera adicional, en lugar de que el revestimiento externo sea el revestimiento de acabado 44 descrito anteriormente, la capa más externa podría ser del material de revestimiento protector.

En Fig. 5 se muestra otra realización alternativa 100 de una estructura de revestimiento superior y de acabado para el apilamiento de revestimiento 30. En esta realización 100, un revestimiento protector 102 se forma entre el revestimiento superior 104 y el revestimiento de acabado 106. El revestimiento superior 104 (que comprende un material como se describió anteriormente para el revestimiento superior 42) se aplica por revestimiento de flujo para un caso superior a 1 micrómetro, como en el intervalo de 1 micrómetro a 5 micrómetros. Un revestimiento protector 102 (que comprende un material como se describe a continuación para el revestimiento protector 34, 38, por ejemplo, 85 % en peso de sílice y 15 % en peso de alúmina) se aplica por deposición física, como MSVD para un grosor en el intervalo de 10 nm a 500 nm, como de 50 nm a 200 nm, como de 50 nm a 150 nm, como 100 nm. El revestimiento de acabado 106 (que comprende un material como se describió anteriormente para el revestimiento de acabado 44, por ejemplo, se aplica un revestimiento DIAMONDSHIELD®) con un grosor superior a 1 micrómetro, como en el intervalo de 4 micrómetros a 5 micrómetros, por deposición directa por haz iónico o por deposición de plasma RF. La formación del revestimiento protector 102 entre el revestimiento superior 104 y el revestimiento de acabado 106 proporciona protección adicional a las capas de revestimiento subyacentes contra daños químicos y/o mecánicos.

El conjunto electrocrómico 28 (véase Fig. 1) puede incluir cualquier dispositivo electrocrómico convencional que cambie la transmitancia luminosa como respuesta a la aplicación o eliminación de un potencial eléctrico. Los ejemplos de dispositivos electrocrómicos adecuados se describen en las patentes estadounidenses N.ºs 6.561.460 y 6.783.099.

Otro conjunto de ventana 110 se muestra en Fig. 6. Este conjunto de ventana 110 es similar al que se muestra en Fig. 1, excepto porque las partes 30' y 30" del apilamiento de revestimiento 30 se forman sobre diferentes superficies. Por ejemplo, una parte 30' puede formarse en la superficie N.º 1 (superficie 14) y otra parte 30" puede formarse en otra superficie, tal como la superficie N.º 2 (superficie 16) o la superficie N.º 3 (superficie 20). En la realización mostrada en Fig. 7, el revestimiento superior 42 y el revestimiento de acabado 44 como se describe en la primera realización de Fig. 1 se forman en la superficie externa 14 de la primera capa 12. La capa de imprimación 32, revestimiento protector opcional 34, revestimiento de control solar 36, revestimiento protector 38, y otro revestimiento superior 112 (por ejemplo, como se describió anteriormente para el revestimiento superior 42) se forman en la superficie interna 16 (u, opcionalmente, en la superficie 20). Como se apreciará, las estructuras alternativas de revestimiento superior/acabado de Figs. 4 y/o 5 también podrían incorporarse en esta realización de la invención. Como alternativa, la parte 30" del apilamiento de revestimiento con el revestimiento de control solar puede formarse en la superficie N.º 2 o la superficie N.º 3 y la otra parte 30' puede eliminarse.

Otra realización 114 de la invención se muestra en Fig. 8. En las realizaciones anteriores, la primera y segunda capas 12, 18 estaban separadas por un espacio de aire 26. Sin embargo, en la realización 114 mostrada en Fig. 8, las capas 12, 18 están laminadas. En esta realización 114, la primera capa 12 y la segunda capa 18 están aseguradas por una capa intermedia 116. La capa intermedia 116 puede ser de cualquier material deseado y puede incluir una o más capas o capas. La capa intermedia 116 puede ser un material polimérico o plástico, como, por ejemplo, polivinilbutiral, cloruro de polivinilo plastificado o materiales termoplásticos de múltiples capas, incluyendo polietilentereftalato, poliuretanos, etc. Se describen materiales de capa intermedia adecuados, por ejemplo, pero no han de considerarse como limitantes, en las patentes estadounidenses números 4.287.107 y 3.762.988. La capa intermedia 116 asegura la primera y segunda capas juntas, proporciona absorción de energía, reduce el ruido y aumenta la resistencia de la estructura laminada. La capa intermedia 116 también puede ser un material amortiguador o atenuador como se describe, por ejemplo, en la Patente de los Estados Unidos N.º 5.796.055. La capa intermedia 116 puede tener un revestimiento de control solar provisto sobre ella o incorporada o puede incluir un material coloreado para reducir la transmisión de energía solar. En una realización no limitante, la capa intermedia 116 tiene un grosor en el intervalo de 0,5 mm a 1,5 mm, como 0,75 mm a 0,8 mm. Alternativamente, el revestimiento 30 puede separarse como se describió anteriormente con respecto a Figs. 6 y 7.

Aunque varios aspectos de la invención se han descrito anteriormente, se contemplan otras variaciones dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, el acristalamiento puede comprender un revestimiento superior 42 (revestimiento superior que tiene un polímero híbrido como se describió anteriormente) formado sobre, por ejemplo, directamente sobre, un sustrato acrílico estirado y un revestimiento de acabado 44, un revestimiento de oxycarburo

de silicio, como un revestimiento DIAMONDSHIELD, formado sobre, por ejemplo, directamente sobre, el revestimiento de acabado 42. Un revestimiento de control solar, como se describió anteriormente, puede formarse sobre otra superficie principal del sustrato.

**REIVINDICACIONES**

1. Un acristalamiento de un avión, que comprende:

5 una capa acrílica estirada que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal;  
un revestimiento superior formado sobre al menos una parte de la primera superficie principal de la capa y que  
comprende un material de polisiloxano que comprende el producto de reacción de:

(a) un copolímero híbrido que comprende:

- 10 (i) un primer monómero que comprende un organoacrilato hidroxifuncional; y  
(ii) un segundo monómero que comprende un organoalcoxisilano; y

(b) un segundo material que comprende un organoalcoxisilano; y

15 un revestimiento de acabado formado sobre al menos una parte del revestimiento superior y que comprende un  
revestimiento de oxycarburo de silicio.

2. El acristalamiento de la reivindicación 1, que comprende:

20 una primera capa polimérica que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal;  
una segunda capa polimérica separada de la primera capa y que tiene una tercera superficie principal y una  
cuarta superficie principal; y  
un apilamiento de revestimiento que tiene propiedades de control solar sobre al menos una parte de una o más  
25 de las superficies principales, en donde el apilamiento de revestimiento comprende:

- una primera capa de imprimación formada sobre al menos una parte de una de las superficies principales,  
comprendiendo la primera capa de imprimación un material que contiene siloxano;  
30 - un revestimiento solar formado sobre al menos una parte de la primera capa de imprimación, teniendo el  
revestimiento de control solar al menos una capa metálica y al menos una capa dieléctrica;  
- un revestimiento protector formado sobre al menos una parte del revestimiento de control solar,  
comprendiendo el revestimiento protector al menos un óxido metálico;  
- un revestimiento superior formado sobre al menos una parte del revestimiento protector y que comprende  
35 el material de polisiloxano; y  
- un revestimiento de acabado formado sobre al menos una parte del revestimiento superior y que comprende  
un revestimiento de oxycarburo de silicio, en donde

al menos una de la primera y segunda capas es acrílica estirada.

40 3. El acristalamiento de la reivindicación 2, en donde la primera y segunda capas están separadas por un espacio de  
aire, o en donde la primera y segunda capas están laminadas mediante una capa intermedia.

4. El acristalamiento de la reivindicación 2, en donde el acristalamiento comprende además uno cualquiera de:

- 45 - en el apilamiento de revestimiento, revestimiento protector interno entre la primera capa de imprimación y el  
revestimiento de control solar y una segunda capa de imprimación entre el revestimiento protector y el  
revestimiento superior: o  
- un conjunto electrocrómico separado de la segunda capa; o  
50 - una tercera capa protectora entre el revestimiento superior y el revestimiento de acabado.

5. El acristalamiento de la reivindicación 2, en donde

- la capa de imprimación comprende un material epoxi amino siloxano; o  
55 - el revestimiento de control solar comprende tres o más capas de plata metálica separadas por capas  
dieléctricas; o  
- el revestimiento protector comprende una mezcla de sílice y alúmina; o  
- el revestimiento superior comprende una estructura de múltiples capas que tiene una primera capa que  
comprende un material de polisiloxano, una segunda capa que comprende uno o más óxidos metálicos, y una  
60 tercera capa que comprende un material de polisiloxano.

6. El acristalamiento de la reivindicación 1, que comprende:

- 65 - una primera capa acrílica estirada que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal;  
- una segunda capa acrílica estirada separada de la primera capa y que tiene una tercera superficie principal y  
una cuarta superficie principal; y  
- un apilamiento de revestimiento que tiene propiedades de control solar aplicadas sobre al menos una parte de

una o más de las superficies principales, en donde el apilamiento de revestimiento comprende:

- 5 - una primera capa de imprimación formada sobre al menos una parte de una de las superficies principales, comprendiendo la primera capa de imprimación un material epoxi que contiene amino siloxano;
- un revestimiento solar formado sobre al menos una parte de la primera capa de imprimación comprendiendo, el revestimiento de control solar al menos tres capas de plata metálica;
- un revestimiento protector formado sobre al menos una parte del revestimiento de control solar, comprendiendo el revestimiento protector sílice y alúmina;
- 10 - un revestimiento superior formado sobre al menos una parte del revestimiento protector y que comprende el material de polisiloxano;
- un revestimiento de acabado formado sobre al menos una parte de la capa superior y que comprende un revestimiento de carbono similar al diamante, y
- en donde el apilamiento de revestimiento además comprende opcionalmente un revestimiento protector interno entre la primera capa de imprimación y el revestimiento de control solar y una segunda capa de imprimación entre el revestimiento protector y el revestimiento superior.

7. El acristalamiento de cualquiera de las reivindicaciones 2 o 6, en donde el apilamiento de revestimiento está formado sobre al menos una parte de la primera superficie principal.

20 8. El acristalamiento de la reivindicación 1, en donde

- el primer monómero se selecciona entre un acrilato hidroxifuncional y/o un acrilato de hidroxialquilo, especialmente en donde el primer monómero se selecciona del grupo que consiste en acrilato de hidroximetilo, acrilato de hidroxietilo y acrilato de hidroxipropilo; o
- 25 - el segundo monómero es un trialcóxisilano, especialmente en donde el segundo monómero se selecciona entre trialcóxisilano; metiltrimetoxisilano; y metacriloxipropiltrimetoxisilano.

9. El acristalamiento de la reivindicación 1, que comprende además un apilamiento de revestimiento sobre al menos una parte de la segunda superficie.

30

10. El acristalamiento de la reivindicación 9, en donde el apilamiento de revestimiento comprende:

- 35 - una primera capa de imprimación formada sobre al menos una parte de la segunda superficie principal, comprendiendo la primera capa de imprimación un material epoxi que contiene amino siloxano;
- un revestimiento solar formado sobre al menos una parte de la primera capa de imprimación, comprendiendo el revestimiento de control solar al menos tres capas de plata metálica; y
- un revestimiento protector formado sobre al menos una parte del revestimiento de control solar, comprendiendo el revestimiento protector sílice y alúmina;
- opcionalmente un revestimiento superior formado sobre al menos una parte del revestimiento protector y que comprende un material de polisiloxano;
- 40 - opcionalmente un revestimiento de acabado formado sobre al menos una parte de la capa superior y que comprende un revestimiento de carbono similar al diamante.

11. Un método para fabricar un acristalamiento de avión, que comprende las etapas de:

45

- proporcionar una primera capa acrílica estirada que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal;
- proporcionar una segunda capa acrílica estirada que tiene una tercera superficie principal y una cuarta superficie principal; y
- 50 - proporcionar un apilamiento de revestimiento que tenga propiedades de control solar sobre al menos una parte de una o más de las superficies principales, en donde el apilamiento de revestimiento comprende:

- 55 - una primera capa de imprimación formada sobre al menos una parte de una de las superficies principales, comprendiendo la primera capa de imprimación un material epoxi que contiene amino siloxano;
- un revestimiento solar formado sobre al menos una parte de la primera capa de imprimación, comprendiendo el revestimiento de control solar al menos tres capas de plata metálica;
- un revestimiento protector formado sobre al menos una parte del revestimiento de control solar, comprendiendo el revestimiento protector sílice y alúmina;
- 60 - un revestimiento superior formado sobre al menos una parte del revestimiento protector y que comprende un material de polisiloxano que comprende el producto de reacción de:

(a) un copolímero híbrido que comprende:

- 65 (i) un primer monómero que comprende un organoacrilato hidroxifuncional; y
- (ii) un segundo monómero que comprende un organoalcóxisilano; y

(b) un segundo material que comprende un organoalcoxilano; y

- un revestimiento de acabado formado sobre al menos una parte de la capa superior y que comprende un revestimiento de carbono similar al diamante.

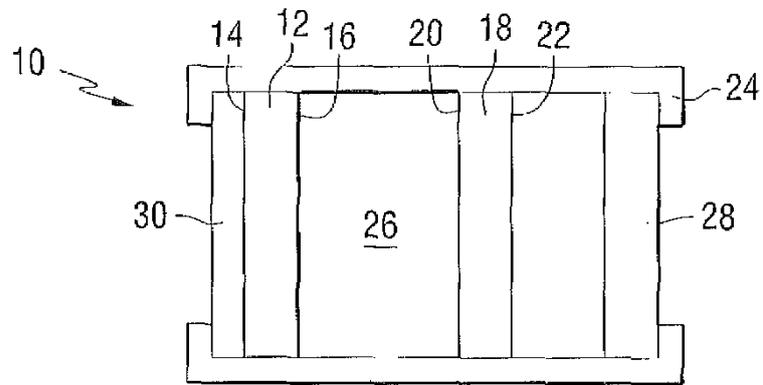


FIG. 1

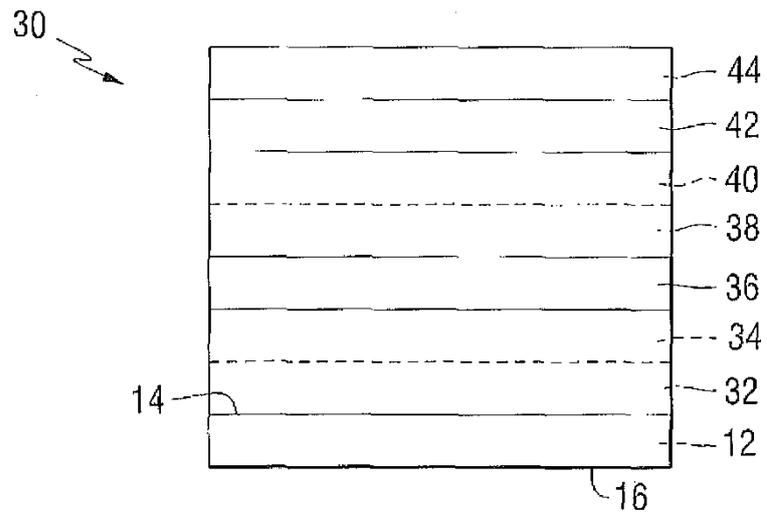
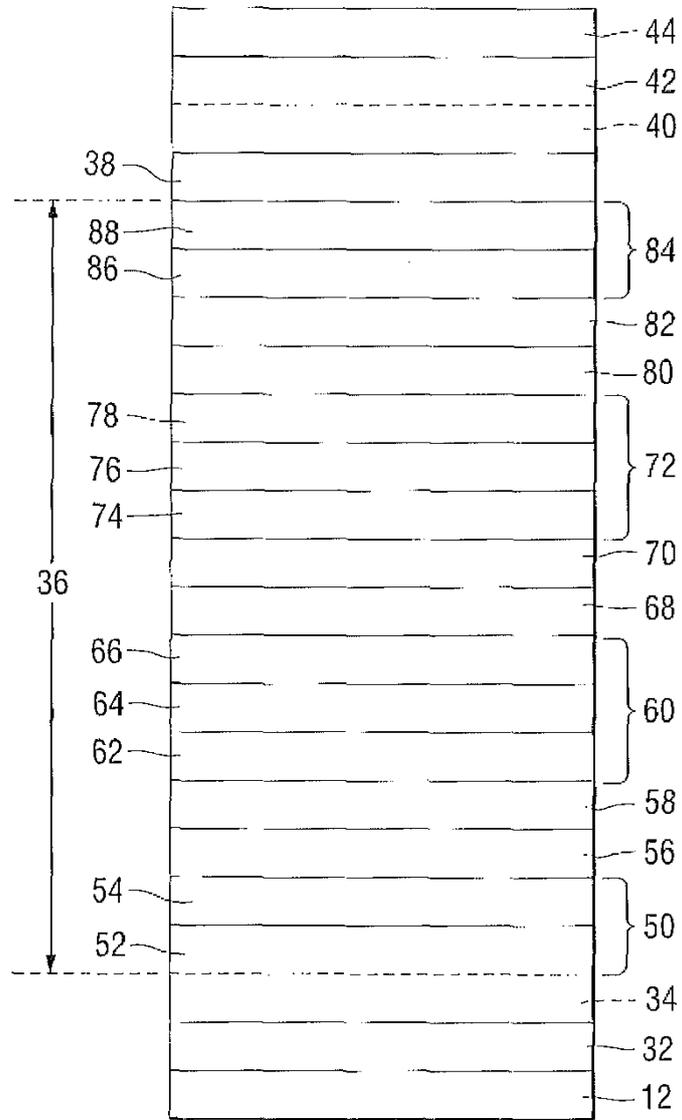
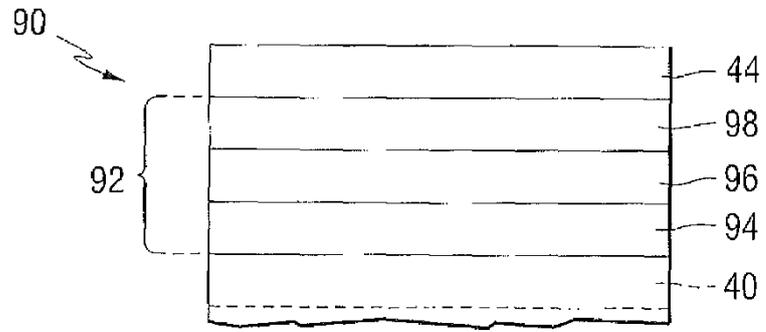


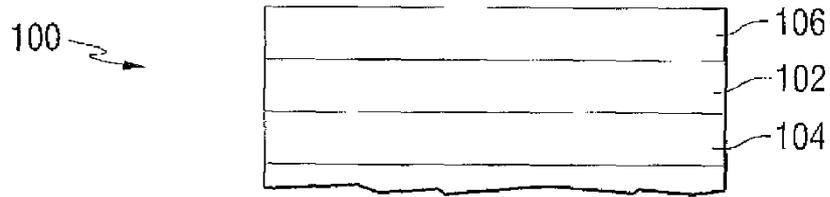
FIG. 2



*FIG. 3*



*FIG. 4*



*FIG. 5*

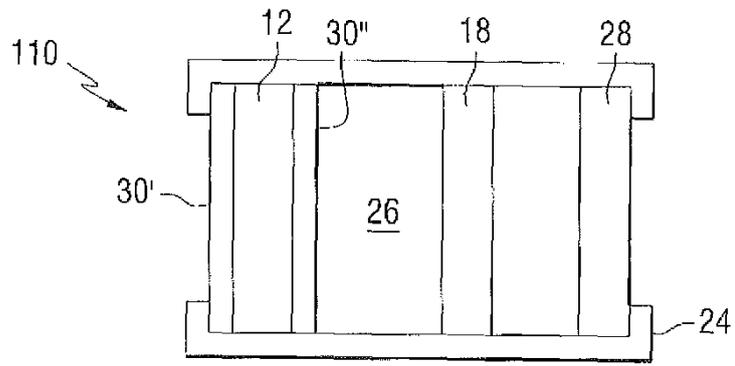


FIG. 6

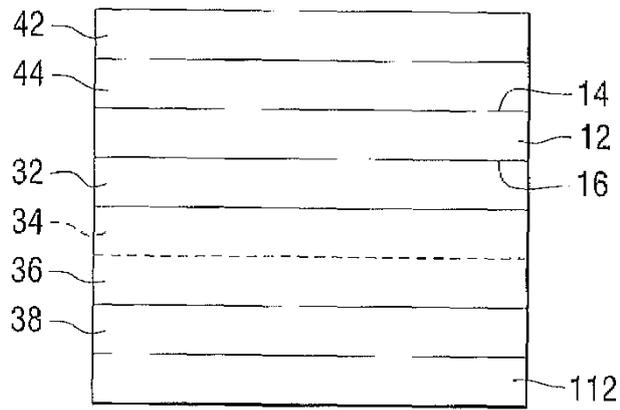


FIG. 7

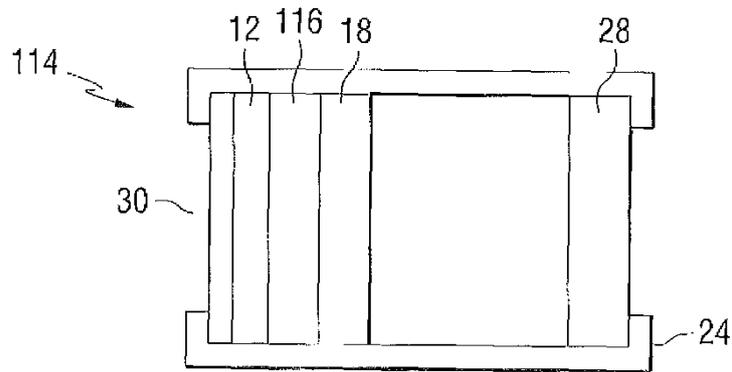


FIG. 8