

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 144**

51 Int. Cl.:

B32B 27/08	(2006.01)
B32B 27/20	(2006.01)
B32B 27/30	(2006.01)
B32B 27/36	(2006.01)
B32B 17/06	(2006.01)
G02B 5/20	(2006.01)
G02B 5/28	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.09.2007 PCT/US2007/079029**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2008 WO08039688**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2007 E 07842883 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2073981**

54 Título: **Película multicapa de control solar resistente al desgarro**

30 Prioridad:

27.09.2006 US 528158

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

12.06.2018

73 Titular/es:

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)
3M CENTER, P.O. BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427, US**

72 Inventor/es:

**PADIYATH, RAGHUNATH;
STRAUSS, STEPHEN J.;
HAAK, CHRISTOPHER A. y
HUNTLEY, DOUGLAS A.**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 672 144 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

Película multicapa de control solar resistente al desgarro

5 **Antecedentes**

La presente descripción se refiere, en general, a una película multicapa de control solar resistente al desgarro. La presente invención se refiere más especialmente a una película multicapa de control solar resistente al desgarro que incluye nanopartículas que absorben la radiación infrarroja.

10 Se han aplicado películas de plástico tintadas y recubiertas al vacío a ventanas para reducir la carga de calor producida por la luz solar. Para reducir la carga de calor, se bloquea la luz solar en cualquiera de las partes, visible o infrarroja, del espectro solar (es decir, a longitudes de onda que oscilan de 400 nm a 2500 nm o superiores)

15 Principalmente a través de la absorción, las películas tintadas pueden controlar la transmisión de la luz visible y por consiguiente proporcionan una reducción del brillo. Sin embargo, las películas tintadas no bloquean, en general, la energía solar cercana a los infrarrojos y, en consecuencia, no son totalmente eficaces como películas de control solar. Las películas tintadas suelen desteñirse con la exposición solar. Además, cuando las películas se colorean con varios tintes, los tintes suelen desteñirse a diferentes velocidades, produciendo cambios de color no deseados durante la vida de la película.

20 Otras películas para ventanas conocidas se fabrican usando metales grises depositados al vacío, tales como acero inoxidable, inconel, monel, cromo, o aleaciones de nicromo. Las películas de metales grises depositados ofrecen aproximadamente los mismos grados de transmisión en las partes visible e infrarroja del espectro solar. Como resultado, las películas con metales grises suponen una mejora con respecto a las películas tintadas de control solar. Las películas de metales grises son relativamente estables cuando se exponen a la luz, el oxígeno y/o la humedad y, en aquellos casos en los que la transmisión de los recubrimientos aumenta debido a la oxidación, los cambios de color no son detectables en general. Después de la aplicación a un cristal transparente, los metales grises bloquean la transmisión de la luz en cantidades aproximadamente iguales de reflexión y absorción solar.

30 Las capas depositadas al vacío, tales como plata, aluminio y cobre, controlan la radiación solar principalmente por reflexión y son útiles solamente en un número limitado de aplicaciones debido al alto nivel de reflectancia visible. Se consigue un grado de selectividad moderado (es decir, transmisión visible superior a la transmisión de la parte infrarroja) mediante determinados materiales reflectantes, tales como el cobre y la plata. Algunas películas de metales depositados al vacío pueden quedar afectadas negativamente por la intemperie, y se pueden formar defectos en la película, incluida la corrosión de las capas de metal.

35 Las películas de control solar que tienen una elevada transparencia y un elevado rechazo al calor contienen una cantidad significativa de plata o aleaciones de plata y oro, y son muy conductoras. Como resultado, las películas impiden que se reciban señales de RF o de microondas en algunos casos, tales como la radio de los automóviles, los sistemas de navegación de los automóviles y similares. En muchas aplicaciones se desean películas de control solar para ventanas que no bloqueen las señales de RF.

45 Las películas de control solar se aplican a un encristalado estructurado pulverizando el encristalado con agua, colocando la película, recortando la película (si es necesario) y eliminando con una raqueta el exceso de agua atrapado entre el encristalado (de forma típica cristal) y la película. Alguna cantidad de agua suele quedar atrapada, de forma típica, entre el encristalado y la película. Las capas de metal depositadas al vacío atrapan el agua entre la película y el encristalado. El agua atrapada se acumula y forma burbujas diferenciadas que pueden tardar varios meses en disiparse, de hacerlo.

50 Las películas resistentes al desgarro (también denominadas en la presente memoria películas irrompibles) son películas tenaces que pueden utilizarse tanto en configuraciones autoportantes, por ejemplo, podrían utilizarse en estructuras temporales tales como cortavientos para la construcción y la agricultura, o pueden laminarse a sustratos de cristal o plástico rígidos para proporcionar protección frente a los impactos, como puede ocurrir ante fuertes vientos, accidentes de vehículos o actividad criminal. Cuando se utiliza en una estructura laminada, las películas resistentes al desgarro sirven para absorber y distribuir la energía de los impactos, así como para proporcionar resistencia para que los fragmentos rotos no salgan despedidos del sustrato.

60 Existe la necesidad de una película de control solar resistente al desgarro que tenga una elevada transmisión de la luz visible, que bloquee sustancialmente la radiación infrarroja, que también tenga una baja reflexión de la luz visible, que tenga velocidades elevadas de transmisión de vapores de humedad, que sea estable durante la exposición a la intemperie y que no bloquee ni dificulte las señales de RF.

Sumario

En general, la presente descripción se refiere a un artículo con película multicapa de control solar resistente al desgarro. La presente invención se refiere más especialmente a un artículo con película multicapa de control solar resistente al desgarro que incluye nanopartículas que absorben la radiación infrarroja.

Se describe un artículo con película multicapa de control solar resistente al desgarro. El artículo con película multicapa incluye una película multicapa reflectora de la luz infrarroja que tiene capas poliméricas alternantes de un primer tipo de polímero y un segundo tipo de polímero, y las capas poliméricas alternantes cooperan para reflejar la luz infrarroja; una capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja que incluye una pluralidad de nanopartículas de óxido de metal dispersadas en un aglutinante polimérico curado, estando la capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja adyacente a la película multicapa reflectora de la luz infrarroja, y una película polimérica resistente al desgarro dispuesta adyacente a la película multicapa reflectora de la luz infrarroja.

En otra realización se describe un artículo de control de la luz irromplible para bloquear la luz infrarroja de una fuente de luz infrarroja. El artículo de control de la luz irromplible incluye una película multicapa reflectora de la luz infrarroja que tiene capas poliméricas alternantes de un primer tipo de polímero y un segundo tipo de polímero, y las capas poliméricas alternantes cooperan para reflejar la luz infrarroja, una capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja que incluye una pluralidad de nanopartículas de óxido de metal dispersadas en un aglutinante polimérico curado, estando la capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja adyacente a la película multicapa reflectora de la luz infrarroja; un sustrato de cristal dispuesto adyacente a la película multicapa reflectora de la luz infrarroja, y una película polimérica resistente al desgarro dispuesta entre la película multicapa reflectora de la luz infrarroja y el sustrato de cristal.

En otra realización, un artículo con película multicapa resistente al desgarro incluye una película multicapa reflectora de la luz infrarroja que tiene capas poliméricas alternantes de un primer tipo de polímero y un segundo tipo de polímero, y las capas poliméricas alternantes cooperan para reflejar la luz infrarroja, una capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja que comprende una pluralidad de nanopartículas de óxido de metal dispersadas en un aglutinante polimérico curado, estando la capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja adyacente a la película multicapa reflectora de la luz infrarroja, y una película polimérica resistente al desgarro dispuesta adyacente a la película multicapa reflectora de la luz infrarroja. El artículo con película multicapa resistente al desgarro tiene una transmisión de la luz visible media de al menos 40 % y una transmisión de la luz infrarroja de 20 % o menos para prácticamente todas las longitudes de onda entre 950 nm y 2500 nm.

Se deducen estos y otros aspectos de la presente solicitud de la siguiente descripción detallada. Sin embargo, en ningún caso los sumarios anteriores se deben considerar como limitaciones del objeto reivindicado, estando dicho objeto definido solamente en las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La presente solicitud resultará más comprensible en su totalidad teniendo en cuenta la siguiente descripción detallada de varias realizaciones de la invención junto con los dibujos que se acompañan, en los que:
 la **Fig. 1^a** es un espectro óptico de transmisión y reflexión de la película preparada según el Ejemplo 1, con el lado del adhesivo hacia la fuente de luz;
 la **Fig. 1B** es un espectro óptico de transmisión y reflexión de la película preparada según el Ejemplo 1, laminada a un cristal transparente de 3 mm con el lado del adhesivo hacia el sol;
 la **Fig. 1C** es un espectro óptico de transmisión y reflexión de la película preparada según el Ejemplo 1, laminada a un cristal transparente de 3 mm con el lado del adhesivo alejado del sol;
 la **Fig. 2** es un espectro óptico de transmisión y reflexión de la película preparada según el Ejemplo 2;
 la **Fig. 3** es un espectro óptico de transmisión y reflexión de la película preparada según el Ejemplo 3;
 la **Fig. 4** es una vista en perspectiva de la película multicapa;
 la **Fig. 5** ilustra, esquemáticamente, una realización de un artículo con película multicapa de control solar resistente al desgarro; y
 la **Fig. 6** ilustra, esquemáticamente, una realización de un artículo con película multicapa de control solar resistente al desgarro.

A pesar de que la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, en los dibujos, a modo de ejemplo, se han mostrado detalles específicos de la misma que se describirán con detalle. Sin embargo, debe entenderse que no se pretende limitar la invención a las realizaciones particulares descritas. Por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que se encuentren dentro del ámbito de la invención.

Descripción detallada

Se cree que la película multicapa de control solar resistente al desgarro de la presente descripción es aplicable a una variedad de aplicaciones que necesiten control solar, incluidas, por ejemplo, aplicaciones arquitectónicas y para el transporte. El artículo con película multicapa de control solar resistente al desgarro incluye una capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja dispuesta sobre una película multicapa reflectora de infrarrojos y una

película resistente al desgarro. En otras realizaciones, el artículo con película multicapa de control solar resistente al desgarro incluye, además, una capa de adhesivo. La película de control solar resistente al desgarro puede adherirse a un sustrato óptico tal como, por ejemplo, un sustrato de cristal. Estos ejemplos, y los ejemplos descritos a continuación, proporcionan una estimación de la aplicabilidad de la película multicapa de control solar descrita y de la película de control solar resistente al desgarro, pero no deberían interpretarse en un sentido limitante.

Con el término “polímero” o “polimérico” se entenderán los polímeros, copolímeros (p. ej., polímeros formados usando dos o más monómeros diferentes), oligómeros y combinaciones de los mismos, así como polímeros, oligómeros o copolímeros. Se incluyen copolímeros tanto de bloque como aleatorios, salvo que se indique lo contrario.

A menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos establecidos en la memoria descriptiva y reivindicaciones adjuntas que siguen son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se busca obtener por parte de aquellos expertos en la técnica que utilizan la información descrita en la presente memoria.

Porcentaje peso, % en peso, porcentaje en peso, % en peso, y similares son sinónimos que se refieren a la concentración de una sustancia como el peso de esa sustancia dividido por el peso de la composición y multiplicado por 100.

El término “adyacente” se refiere a un elemento muy cercano a otro elemento e incluye los elementos en contacto entre sí y además incluye los elementos separados entre sí por una o más capas dispuestas entre los elementos.

Tal como se utilizan en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones anexas, las formas en singular “un”, “uno” y “el” incluyen los referentes plurales, a menos que el contenido dicte claramente otra cosa. Por lo tanto, por ejemplo, la referencia a una composición que contenga “una capa de nanopartículas” incluye dos o más capas de nanopartículas. Tal como se utilizan en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones anexas, el término “o” se emplea generalmente en su sentido, incluido “y/o” a menos que el contenido dicte claramente otra cosa.

Esta descripción describe, en general, una película multicapa resistente al desgarro que incluye una capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja dispuesta sobre una película multicapa polimérica. En estas realizaciones, una película multicapa reflectora de la luz infrarroja tiene capas alternantes de un primer tipo de polímero y un segundo tipo de polímero, y una capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja está adyacente a la película multicapa. La capa de nanopartículas incluye una pluralidad de nanopartículas de óxido de metal. En algunas realizaciones, la película multicapa se dispone adyacente a un sustrato óptico, tal como cristal, para formar un artículo de control solar.

Las **Figs. 1^a-1C,2 y 3** son espectros ópticos de transmisión y reflexión de películas preparadas según los Ejemplos 1-3.

La **Fig. 4** ilustra una película **20** óptica multicapa. La película incluye capas individuales **22,24**. Las características del índice de refracción de las capas son diferentes, de manera que se refleja algo de luz en las interconexiones entre capas adyacentes. Las capas son suficientemente finas para que la luz reflejada en una pluralidad de interconexiones experimente una interferencia constructiva o destructiva para dar a la película las propiedades de reflexión o transmisión deseadas. Para las películas ópticas diseñadas para reflejar la luz con longitudes de ondas ultravioleta, visible o infrarrojo cercano, cada capa tiene, en general, un espesor óptico (es decir, un espesor físico multiplicado por el índice de refracción) inferior a aproximadamente 1 micrómetro. No obstante, también se pueden incluir capas más espesas, tales como capas de revestimiento en las superficies exteriores de la película, o capas limitrofes protectoras dispuestas dentro de la película separando grupos de capas.

Las propiedades de reflexión y transmisión de la película **20** óptica multicapa estarán en función de los índices de refracción de las capas respectivas (es decir, microcapas). Cada capa puede estar caracterizada, al menos en ciertas posiciones localizadas en la película, por índices n_x , n_y de refracción en el plano, y un índice n_z de refracción asociado a un eje de espesor de la película. Estos índices representan el índice de refracción del material sometido a la luz polarizada a lo largo de los ejes mutuamente ortogonales x , y , y z , respectivamente (véase la **Fig. 4**). En la práctica, los índices de refracción se controlan mediante la selección apropiada de los materiales y las condiciones de procesamiento. La película **20** puede hacerse por coextrusión de, de forma típica, diez o cien capas de dos polímeros A, B alternantes, haciendo pasar a continuación, de forma opcional, el extrusado multicapa a través de una o más matrices de multiplicación, para después estirar u orientar de otro modo el extrusado para formar una película final. La película resultante se compone, de forma típica, de diez o cien capas individuales, cuyos espesores e índices de refracción se hacen a medida para proporcionar una o más bandas de reflexión en la región o las regiones deseadas del espectro visible, casi infrarrojo e/o infrarrojo. Para conseguir capacidades elevadas de reflexión con un número razonable de capas, las capas adyacentes presentan una diferencia en el índice de refracción (Δn_x) de la luz polarizada a lo largo del eje x de al menos 0,05. En algunas realizaciones, si se desea una capacidad de reflexión elevada para dos polarizaciones ortogonales, las capas adyacentes también presentan una diferencia en el índice de refracción (Δn_y) para la luz polarizada, a lo largo del eje y , de al menos 0,05. En otras realizaciones, la diferencia del índice de refracción Δn_y puede ser inferior a 0,05 o 0 para producir una pila de múltiples capas que refleja la luz incidente con la normal de un estado de polarización y transmite la luz incidente con la normal de un estado de polarización ortogonal.

Si se desea, la diferencia del índice de refracción (Δn_z) entre las capas adyacentes para la luz polarizada a lo largo del eje z también puede hacerse a medida para conseguir las propiedades de reflexión deseadas del componente de polarización p de la luz que incide de forma oblicua. Para facilitar su explicación, en cualquier punto de interés en

una película óptica de múltiples capas, se considerará que el eje x está orientado en el plano de la película, de tal manera que la magnitud de Δn_x sea un máximo. Por consiguiente, la magnitud de Δn_y puede ser igual o inferior (pero no superior) a la magnitud de Δn_x . Además, la selección del material con el que se empezará, calculando las diferencias Δn_x , Δn_y , Δn_z , viene dictada por el requisito de que Δn_x no sea negativa. Es decir, las diferencias del índice de refracción entre dos capas que formen una interconexión son $\Delta n_j = n_{1j} - n_{2j}$, donde $j = x, y, o z$ y donde las designaciones 1, 2 de las capas se eligen de manera que $n_{1x} \geq n_{2x}$, es decir, $\Delta n_x \geq 0$.

Para mantener una capacidad de reflexión elevada de la luz polarizada p en ángulos de incidencia oblicuos la desadaptación Δn_z del índice z entre las capas puede controlarse de manera que sea sustancialmente inferior a la diferencia Δn_x del índice de refracción máximo en el plano, de manera que $\Delta n_z \leq 0,5 \cdot \Delta n_x$. Más preferiblemente, $\Delta n_z < 0,25 \cdot \Delta n_x$. Una desadaptación del índice z con una magnitud de cero o cercana a cero da interconexiones entre las capas cuya capacidad de reflexión para la luz polarizada p es constante o casi constante en función del ángulo de incidencia. Además, la desadaptación Δn_z del índice z puede controlarse para que tenga una polaridad opuesta en comparación con la diferencia Δn_x del índice en el plano, es decir, $\Delta n_z < 0$. Esta condición da interconexiones cuya capacidad de reflexión para la luz polarizada p aumenta según aumentan los ángulos de incidencia, como es el caso de la luz polarizada s.

Las películas ópticas multicapa se han descrito, por ejemplo, en la patente US-3.610.724 (Rogers); la patente US-3.711.176 (Alfrey, Jr. y col.); "Highly Reflective Thermoplastic Optical Bodies For Infrared, Visible or Ultraviolet Light"; la patente US-4.446.305 (Rogers y col.); la patente US-4.540.623 (Im y col.); la patente US-5.448.404 (Schrenk y col.); la patente US-5.882.774 (Jonza y col.) "Optical Film"; la patente US-6.045.894 (Jonza y col.) "Clear to Colored Security Film"; la patente US-6.531.230 (Weber y col.) "Color Shifting Film"; la publicación PCT WO 99/39224 (Ouderkirk y col.) "Infrared Interference Filter"; y la publicación de patente US-2001/0022982 A1 (Neavin y col.); "Apparatus For Making Multilayer Optical Films". En estas películas multicapa poliméricas, se usan predominante o exclusivamente materiales poliméricos en la composición de las capas individuales. Estas películas pueden ser compatibles con procesos de fabricación de alto volumen y pueden hacerse como productos en grandes hojas y bobinas.

La película multicapa puede formarse mediante cualquier combinación útil de capas de tipos de polímeros alternantes. En muchas realizaciones, al menos una de las capas de polímeros alternantes es birrefringente y orientada. En algunas realizaciones, una de las capas de polímeros alternantes es birrefringente y orientada y la otra capa de polímeros alternantes es isotrópica. En una realización, la película óptica multicapa se forma alternando capas de un primer tipo de polímero que incluye tereftalato de polietileno (PET) o un copolímero de tereftalato de polietileno (coPET) y un segundo tipo de polímero que incluye poli(metil metacrilato) (PMMA) o un copolímero de poli(metil metacrilato) (coPMMA). En otra realización, la película óptica multicapa se forma alternando capas de un primer tipo de polímero que incluye tereftalato de polietileno y un segundo tipo de polímero que incluye un copolímero de poli(metil metacrilato y etil acrilato). En otra realización, la película óptica multicapa se forma alternando capas de un primer tipo de polímero que incluye un tereftalato de polietileno glicolado (PETG — un copolímero de tereftalato de etileno y un segundo grupo glicol tal como, por ejemplo, ciclohexanodimetanol) o un copolímero de un tereftalato de polietileno glicolado (coPETG) y un segundo tipo de polímero que incluye un naftalato de polietileno (PEN) o un copolímero de naftalato de polietileno (coPEN). En otra realización, la película óptica multicapa se forma alternando capas de un primer tipo de polímero que incluye naftalato de polietileno, o un copolímero de naftalato de polietileno, y un segundo tipo de polímero que incluye poli(metil metacrilato) o un copolímero de poli(metil metacrilato). En US-6.352.761 se describe una combinación útil de capas de tipos de polímeros alternantes, incorporada como referencia en la presente memoria.

La **Fig. 5** y la **Fig. 6** ilustran, esquemáticamente, realizaciones de un artículo **100** con película multicapa de control solar resistente al desgarro. La película **100** incluye una película **110** multicapa reflectora de la luz infrarroja que tiene capas alternantes de un primer tipo de polímero y un segundo tipo de polímero, como se ha descrito anteriormente. Las capas poliméricas alternantes cooperan para reflejar la luz infrarroja. La película **110** multicapa reflectora de la luz infrarroja está sustancialmente exenta de metal y es una película toda polimérica.

Estas películas de control solar resistentes al desgarro tienen una elevada transparencia y una elevada eliminación del calor y no son conductoras porque no incluyen las capas de metal de eliminación del calor tradicionales. Como resultado, estas películas solares resistentes al desgarro no impiden que se reciban señales de RF o de microondas en algunos casos, tales como la radio de los automóviles, los sistemas de navegación de los automóviles y similares.

Se dispone una capa **120** de nanopartículas que absorben la luz infrarroja (descrita a continuación) adyacente a la película **110** reflectora de IR multicapa. Se puede disponer una capa de adhesivo intermedia opcional (no mostrada) entre la capa **120** de nanopartículas y la película **110** reflectora de IR multicapa. Se disponen una o más películas **160** resistentes al desgarro monolíticas o multicapa (descritas a continuación) adyacentes a la película **110** multicapa reflectora de la luz infrarroja. Se disponen una o más capas **165** de adhesivo de laminación o intermedias opcionales entre la una o más películas **160** resistentes al desgarro y entre la una o más películas **160** resistentes al desgarro y la película **110** multicapa reflectora de la luz infrarroja. En la realización ilustrada se muestran dos películas **160** resistentes al desgarro.

Se dispone una capa **130** de adhesivo sensible a la presión adyacente a la una o más películas **160** resistentes al desgarro. Se dispone una capa **170** de liberación o sustrato óptico **140** adyacente a la capa **130** de adhesivo

sensible a la presión. En muchas realizaciones se dispone una capa **133** de sobrerrecubrimiento sobre la capa **130** de adhesivo sensible a la presión.

5 La capa **133** de sobrerrecubrimiento puede ser un material soluble en agua que protege a la capa **130** de adhesivo sensible a la presión de daños durante la fabricación y la manipulación. Diferentes materiales solubles en agua tales como metilcelulosa o alcohol polivinílico son adecuados como material de sobrerrecubrimiento.

10 El artículo **100** con película multicapa de control solar resistente al desgarro puede disponerse temporalmente sobre un revestimiento **170** de liberación que se desecha antes de instalar el artículo en el elemento **140** de acristalamiento. El artículo **100** con película multicapa de control solar resistente al desgarro se puede preparar retirando el revestimiento **170** de liberación y enjuagando el artículo **100** con película multicapa de control solar resistente al desgarro con agua para eliminar el sobrerrecubrimiento **133**, dejando expuesto y/o activando de este modo la capa **130** de adhesivo. El artículo **100** con película multicapa de control solar resistente al desgarro se aplica entonces al elemento **140** de encristalado usando procedimientos de instalación convencionales conocidos en la técnica. Se ha descubierto que el artículo con película multicapa de control solar resistente al desgarro descrito en la presente memoria proporciona una película de control solar que permite que la humedad residual de la instalación se transmita con mayor rapidez a través de la película de control solar descrita en la presente memoria que a través de las películas de control solar que tienen capas de metal depositado.

20 En realizaciones de la invención, la película **100** incluye una película **110** multicapa reflectora de la luz infrarroja que tiene capas alternantes de un primer tipo de polímero y un segundo tipo de polímero, como se ha descrito anteriormente, y se dispone una capa **120** de nanopartículas que absorben la luz infrarroja adyacente a la película multicapa **110**. En estas realizaciones, la capa **120** de nanopartículas que absorben la luz infrarroja incluye un óxido de metal dispersado en un aglutinante polimérico curado. En algunas realizaciones, esta capa **120** de nanopartículas que absorben la luz infrarroja tiene un espesor en un intervalo de 1 a 20 micrómetros, o de 1 a 10 micrómetros, o de 1 a 5 micrómetros. En algunas realizaciones, la capa **120** de nanopartículas que absorben la luz infrarroja también funciona como revestimiento duro y comprende material polimérico multifuncional curado.

30 La capa de nanopartículas descrita anteriormente puede incluir una pluralidad de nanopartículas de óxido de metal. Una lista parcial de nanopartículas de óxido de metal incluye óxidos y óxidos dopados de estaño, antimonio, indio y zinc. En algunas realizaciones, las nanopartículas de óxido de metal incluyen óxido de estaño, óxido de antimonio, óxido de indio, óxido de estaño dopado con indio, óxido de estaño e indio dopado con antimonio, óxido de estaño y antimonio, óxido de estaño dopado con antimonio y sus mezclas. En algunas realizaciones, las nanopartículas de óxido de metal incluyen óxido de estaño u óxido de estaño dopado y, opcionalmente, incluyen además óxido de antimonio y/u óxido de indio. Las nanopartículas pueden tener cualquier tamaño útil tal como, por ejemplo, 1 a 100, o 1 a 75, o 5 a 50 nanómetros. En algunas realizaciones, las nanopartículas de óxido de metal incluyen óxido de estaño y antimonio u óxido de estaño y antimonio dopado dispersado en un material polimérico. El material polimérico puede ser cualquier material aglutinante útil como, por ejemplo, poliolefina, poliacrilato, poliéster, policarbonato, fluoropolímero, y similares.

40 En muchas realizaciones, el aglutinante es un material polimérico curado que puede funcionar como revestimiento duro.

45 Los aglutinantes poliméricos adecuados para formar la capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja incluyen los productos térmicos y/o polimerizados (es decir, curados) por UV de monómeros de acrilato y/o metacrilato. Un aglutinante curado adecuado es el producto térmico y/o polimerizado por U.V. de un fenilacrilato o metacrilato alquil-sustituido bromado (p. ej., 4,6-dibromo-2-sec-butil-fenil-acrilato), un monómero de metilestireno, un diacrilato epoxi bromado, 2-fenoxi-etil-acrilato, y un oligómero de acrilato y uretano aromático hexafuncional, como se describe en la patente US-6.355.754, incorporada en la presente memoria como referencia. Aunque la mayoría de los monómeros y oligómeros telequéricos polimerizables con energía sirven para formar estos aglutinantes poliméricos, se prefieren los acrilatos por su reactividad elevada. La composición aglutinante curable debería tener una viscosidad fluida que sea lo suficientemente baja para que las burbujas de aire no queden atrapadas en la composición. Los diluyentes reactivos pueden ser monómeros mono- o difuncionales tal como, por ejemplo, SR-339, SR-256, SR-379, SR-395, SR-440, SR-506, CD-611, SR-212, SR-230, SR-238 y SR-247, comercializados por Sartomer Co., Exton, Pennsylvania, EE. UU. Los oligómeros y mezclas oligoméricas útiles típicos incluyen CN-120, CN-104, CN-115, CN-116, CN-117, CN-118, CN-119, CN-970^a60, CN-972, CN-973^a80, CN-975 comercializados por Sartomer Co., Exton, Pennsylvania, EE. UU. y Ebecryl 1608, 3200, 3201, 3302, 3605, 3700, 3701, 608, RDX-51027, 220, 9220, 4827, 4849, 6602, 6700-20T comercializados por Surface Specialties, Smyrna, Georgia, EE. UU. De forma adicional, un entrecruzador multifuncional pueden ayudar a proporcionar una matriz compuesta con un entrecruzamiento muy denso. Ejemplos de monómeros multifuncionales incluyen SR-295, SR-444, SR-351, SR-399, SR-355 y SR-368 comercializados por Sartomer Co., Exton, Pennsylvania, EE. UU., y PETA-K, PETIA y TMPTA-N comercializados por Surface Specialties, Smyrna, Georgia, EE. UU. Los monómeros multifuncionales pueden usarse como agentes de entrecruzado para aumentar la temperatura de transición vítrea del polímero aglutinante que produce la polimerización de la composición polimerizable.

65 En algunas realizaciones, las composiciones monoméricas útiles para formar el aglutinante polimérico pueden tener un punto de fusión que esté por debajo de aproximadamente 50 °C. La composición monomérica puede ser un líquido a temperatura ambiente. Las composiciones monoméricas útiles para formar el aglutinante polimérico se pueden polimerizar mediante métodos de polimerización por radicales libres convencionales. Ejemplos de

- 5 iniciadores incluyen peróxidos orgánicos, compuestos azos, quininas, compuestos nitros, haluros de acilo, hidrazonas, compuestos mercaptos, compuestos pirilios, imidazoles, clorotriacinas, benzoína, éteres alquílicos de benzoína, dicetonas, fenonas y similares. Los fotoiniciadores comerciales incluyen, aunque no de forma limitativa, los comercializados por Ciba Geigy con las designaciones comerciales DARACUR 1173, DAROCUR 4265, IRGACURE 651, IRGACURE 1800, IRGACURE 369, IRGACURE 1700 e IRGACURE 907, IRGACURE 819. Se prefieren los derivados de óxido de fosfina, tales como LUCIRIN TPO, que es óxido de 2,4,6-trimetilbenzo-difenil-fosfina, comercializado por BASF, Charlotte, N.C., EE. UU. Se puede utilizar un fotoiniciador a una concentración de aproximadamente 0,1 a 10 por ciento en peso o de aproximadamente 0,1 a 5 por ciento en peso.
- 10 La composición polimerizable puede formar una resina dura o un revestimiento duro. El término “resina dura” o “revestimiento duro” significa que el polímero curado resultante presenta un alargamiento hasta la rotura inferior a 50 o 40 o 30 o 20 o 10 o 5 por ciento cuando se evalúa según el método de la ASTM D-882-91. En algunas realizaciones, el polímero de resina dura puede presentar un módulo de elasticidad a la tracción superior a $6,89 \times 10^8$ **Pascales** (100 kpsi) cuando se evalúa según el método de la ASTM D-882-91. En algunas
- 15 realizaciones, el polímero de resina dura puede mostrar un valor de turbidez inferior a 10 % o inferior a 5 % cuando se prueba en un medidor de desgaste por abrasión Taber según la ASTM D 1044-99, con una carga de 490 cN (500 g) y 50 ciclos (la turbidez puede medirse con el turbidímetro Haze-Gard Plus, BYK-Gardner, MD, EE. UU).
- 20 En algunas realizaciones, el revestimiento duro puede ser un revestimiento duro polimérico con flúor que también puede dar como resultado una superficie fácil de limpiar que tiene ángulos de contacto con el agua sobrante de 70 grados. Ejemplos de revestimientos duros poliméricos con flúor útiles incluyen aquellos descritos en la solicitud de patente en trámite titulada FLUOROACRYLATES AND HARDCOAT COMPOSITIONS INCLUDING THE SAME (número de expediente del agente representante 62445US002).
- 25 En algunas realizaciones, las nanopartículas de óxido de metal incluyen óxido de estaño e indio u óxido de estaño e indio dopado dispersado en un material polimérico. La capa de nanopartículas puede tener cualquier espesor útil, como, por ejemplo, de 1 a 10 o 2 a 8 micrómetros. La capa de nanopartículas puede incluir nanopartículas de cualquier carga o porcentaje en peso útil tal como, por ejemplo, 30 % a 90 % en peso, 40 % a 80 % en peso, o 50 % a 80 % en peso. En muchas realizaciones, la capa de nanopartículas no es conductora. La conductividad de la capa de nanopartículas suele depender de la concentración de las partículas en la matriz polimérica. En muchas realizaciones, la capa de nanopartículas tiene propiedades disipativas estáticas. Las composiciones de nanopartículas las comercializan, por ejemplo, Advanced Nano Products Co., LTD., Corea del Sur, con los nombres comerciales TRB-PASTE™ SM6080(B), SH7080, SL6060. En otra realización, las nanopartículas de óxido de metal incluyen óxido de
- 30 zinc y/u óxido de aluminio, estos óxidos los comercializa GfE Metalle und Materialien GmbH, Alemania.
- 35 La capa de adhesivo sensible a la presión (ASP) descrita anteriormente puede ser cualquier tipo de adhesivo que permita fijar el artículo multicapa de control solar resistente al desgarro al cristal. Para unir el artículo multicapa de control solar resistente al desgarro al cristal, una superficie del artículo multicapa de control solar resistente al desgarro se reviste con el adhesivo sensible a la presión (ASP) y se retira una hoja de liberación del ASP antes de aplicar la película al cristal. Se pueden incorporar aditivos de absorción ultravioleta al ASP. En muchas realizaciones, el ASP es un ASP transparente, tal como un adhesivo sensible a la presión de poliacrilato. La Asociación de Cintas Sensibles a la Presión ha definido los adhesivos sensibles a la presión como materiales con las propiedades siguientes: (1) pegajosidad dinámica y permanente, (2) adherencia con sólo la presión de los dedos, (3) capacidad suficiente para mantenerse sobre un adherando, (4) resistencia cohesiva suficiente, y (5) no requiere ninguna activación por una fuente de energía. Los ASP son normalmente pegajosos a temperaturas de montaje, que es, de forma típica, la temperatura ambiente o superior (es decir, de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 30 °C o superior). Los materiales que se han descubierto que funcionan bien como ASP son los polímeros diseñados y formulados para que presenten las propiedades viscoelásticas necesarias que den como resultado un equilibrio deseado de pegajosidad, adherencia de la película y resistencia a la cizalladura a la temperatura de montaje. Los polímeros más comúnmente empleados para preparar ASP son los polímeros a base de caucho natural, caucho sintético (p. e., copolímeros de estireno-butadieno (SBR) y copolímeros en bloques de estireno-isopreno-estireno (SIS)), elastómero de silicona, poli-alfa-olefina, y varios (met)acrilatos (p. ej., acrilato y metacrilato). De estos, los ASP de polímeros a base de (met)acrilato han pasado a ser la clase preferida de ASP para la presente invención por su transparencia óptica, permanencia de sus propiedades con el tiempo (estabilidad de envejecimiento), y versatilidad de los niveles de adhesión, por nombrar solo algunas de sus ventajas.
- 40 El revestimiento de liberación descrito arriba puede formarse de cualquier material útil como, por ejemplo, polímeros o papel, y pueden incluir una capa antiadherente. Los materiales adecuados para usar como capas antiadherentes incluyen, aunque no exclusivamente, fluoropolímeros, plásticos acrílicos y siliconas diseñados para facilitar la liberación del revestimiento de liberación del adhesivo.
- 45 El sustrato óptico descrito arriba puede formarse de cualquier material útil. En algunas realizaciones, el sustrato se forma de un material polimérico tal como, por ejemplo, triacetato de celulosa, policarbonato, poliacrilato, polipropileno o poli(etileno) tereftalato. En otras realizaciones, el sustrato se forma de un material inorgánico tal como, por ejemplo, cuarzo, cristal, zafiro, YAG o mica. El sustrato puede tener cualquier espesor útil. En una
- 50
- 55
- 60
- 65

realización, el sustrato es cristal para automóviles o arquitectónico. En algunas realizaciones que incluyen sustratos de cristal transparente como sistema de encristalado, el sistema de encristalado tiene un coeficiente de sombra de 0,68 o inferior, o 0,6 o inferior, o 0,55 o inferior, o 0,50 o inferior a una T_{VIS} de 70 % o superior.

5 Para proteger la película de control solar para usar en ventanas, la superficie expuesta de la película multicapa puede recubrirse, opcionalmente, con un revestimiento duro resistente a los arañazos y el desgaste. La capa de revestimiento duro puede mejorar la durabilidad del sustrato flexible durante el procesamiento y durante el uso del producto final. La capa de revestimiento duro puede incluir cualquier material útil, tal como revestimientos duros de sílice, revestimientos duros de siloxano, revestimientos duros de melamina, revestimientos duros acrílicos y similares. El revestimiento duro puede tener cualquier espesor útil, tal como, por ejemplo, de 1 a 20 micrómetros, o de 1 a 10 micrómetros o de 1 a 5 micrómetros. Como se ha descrito anteriormente, la capa que absorbe la luz infrarroja también puede funcionar como capa de revestimiento duro, o se puede disponer una capa de revestimiento duro adicional sobre la capa que absorbe la luz infrarroja, según se desee.

15 El adhesivo intermedio descrito arriba puede formarse de cualquier material útil. En algunas realizaciones, la capa de adhesivo intermedia incluye un material adhesivo sensible a la presión, como se ha descrito anteriormente. En algunas realizaciones, la capa de adhesivo intermedia incluye un adhesivo curable tal como, por ejemplo, un adhesivo curable por energía térmica o U.V., como se ha descrito anteriormente. La capa de adhesivo intermedia puede tener cualquier espesor útil tal como, por ejemplo, de 1 a 100 micrómetros, o de 5 a 50 micrómetros, o de 20 a 50 micrómetros, o de 10 a 30 micrómetros.

La capa polimérica intermedia descrita arriba puede formarse de cualquier material útil. En algunas realizaciones, la capa intermedia incluye una poliolefina, un poliacrilato, un poliéster, un policarbonato, un fluoropolímero y similares. En una realización, la capa intermedia incluye poli(etileno) tereftalato. La capa polimérica intermedia puede tener cualquier espesor útil tal como, por ejemplo, de 5 a 500 micrómetros, o de 10 a 100 micrómetros, o de 25 a 75 micrómetros, o de 25 a 50 micrómetros.

Los artículos multicapa de control solar resistentes al desgarro se aplican a un encristalado estructurado pulverizando el encristalado con agua, colocando la película, recortando la película (si es necesario) y eliminando con una raqueta el exceso de agua atrapado entre el encristalado (de forma típica cristal) y la película. Alguna cantidad de agua suele quedar atrapada, de forma típica, entre el encristalado y la película, que se propaga lentamente a través de la película. Para permitir una rápida eliminación del exceso de agua atrapada, la velocidad de transmisión de vapor de agua (también conocida como VTVA) debe ser lo más alta posible.

35 En una realización, la película **160** multicapa resistente al desgarro incluye capas alternantes de polímero rígido y un polímero dúctil. En algunas realizaciones, la película **160** resistente al desgarro incluye capas alternantes de poliéster o copoliéster rígido y un copoliéster de ácido sebácico dúctil. En muchas realizaciones, las capas de poliéster o copoliéster rígido están orientadas en al menos una dirección o están orientadas biaxialmente. Ejemplos de estas películas resistentes al desgarro se describen en US-6.040.061; US-5.427.842; y US-5.604.019, que están incorporadas como referencia en la presente memoria en la medida en que no entran en conflicto con la presente descripción.

En otra realización, la película resistente al desgarro es una sola película polimérica monolítica que proporciona un nivel deseado de resistencia al desgarro. Estas películas son conocidas en la técnica como película polimérica "tenaz". La tenacidad se puede describir como una medida de la energía que un polímero puede absorber hasta que se rompe, y los ejemplos de polímeros tenaces incluyen ABS (poli(acrilonitrilo butadieno estireno)), LDPE (polietileno de baja densidad lineal), HIPS (poliestierno de alto impacto) o poliuretanos. De forma adicional, el aumento del espesor de la película polimérica monolítica puede permitir el uso de algunos polímeros, tal como PET y nailon, para utilizar como película resistente al desgarro. Estas películas poliméricas monolíticas resistentes al desgarro tienen un espesor nominal de al menos 175 micrómetros hasta 1 centímetro, o de 250 micrómetros hasta 5 milímetros, o de 250 micrómetros hasta 2 milímetros.

Muchas películas resistentes al desgarro multicapa o monolíticas según esta descripción demuestran un módulo de elasticidad a la tracción (medido en un ensayo de tracción convencional) de al menos 1208 MPa (175 kpsi), o al menos 1656 MPa (240 kpsi), o al menos 3105 MPa (450 kpsi) en al menos una dirección de la película.

Por "resistente al desgarro" se entiende, a grandes rasgos, que una película multicapa según esta descripción presenta un módulo de elasticidad a la tracción (descrito anteriormente) y/o un área de Graves en una dirección de la película que excede el área de Graves en la misma dirección para una película monocapa que comprenda, solamente, el polímero rígido de la película multicapa, procesándose la película monocapa de la misma manera y con sustancialmente el mismo espesor que la película multicapa. En muchas realizaciones, las películas de control solar resistentes al desgarro demuestran una área de Graves en una dirección de la película igual a, al menos, aproximadamente $275,8+2,8(x)$ MPa % (aproximadamente $40+0,4(x)$ kpsi %) en donde x es el espesor nominal de la película en micrómetros. Más específicamente, el área de Graves se obtiene integrando matemáticamente el área bajo la curva en un gráfico de la tensión mecánica (medida en MPa (kpsi)) experimentada por la película frente a la deformación (medida por el alargamiento de Graves en % que se define con mayor detalle abajo) que la película sufre durante un ensayo en el que una muestra de película específicamente conformada para el ensayo del área de Graves se sujeta entre mordazas

opuestas que se mueven separándose a una velocidad constante para concentrar las cargas de rotura en un área pequeña. Por tanto, el área de Graves es una medida combinada del módulo de elasticidad a la tracción (es decir, la rigidez y estabilidad dimensional de la película) y la capacidad de la película de resistir el avance de una rasgadura. Por consiguiente, el área de Graves puede considerarse una medida de la energía total necesaria para hacer que la película se rompa; es decir, la capacidad de la película de absorber energía. En muchas realizaciones, las películas de control solar resistentes al desgarro presentan, de forma deseable, un alargamiento de Graves hasta la rotura de al menos 20 %, o al menos 40 % durante el ensayo del área de Graves. Las películas de control solar con resistencia al desgarro pueden medirse por el método de ensayo D 1004 de la ASTM (también conocido como ensayo de rotura de Graves).

El espesor tanto de la película multicapa resistente al desgarro como de las capas individuales que comprenden la película multicapa resistente al desgarro puede variar en límites muy amplios. Estas películas pueden tener un espesor nominal de aproximadamente 7 a 500 micrómetros, o de aproximadamente 15 a 185 micrómetros. Las capas individuales de poliéster o copoliéster rígido pueden tener un espesor nominal medio de al menos aproximadamente 0,5 micrómetros, o superior a 0,5 a 75 micrómetros, o de aproximadamente 1 a 25 micrómetros. En algunas realizaciones, las capas de copoliéster de ácido sebácico dúctiles son más finas que las capas de poliéster/copoliéster rígido. Las capas de material dúctil pueden variar su espesor nominal medio desde más de aproximadamente 0,01 micrómetro a menos de aproximadamente 5 micrómetros, o de aproximadamente 0,2 a 3 micrómetros. De forma similar, el orden exacto de capas individuales no es crítico. El número total de capas también puede variar sustancialmente. En muchas realizaciones, la película multicapa resistente al desgarro incluye, al menos, 3 capas, o de 5 a 35 capas, o de 10 a 15 capas.

Los poliésteres y copoliésteres rígidos según esta descripción son, de forma típica, materiales con un módulo de elasticidad a la tracción alto, preferiblemente materiales que tienen un módulo de elasticidad a la tracción, a la temperatura de interés, superior a 1380 MPa (200 kpsi), y con máxima preferencia superior a 2760 MPa (400 kpsi). Los poliésteres y copoliésteres rígidos especialmente preferidos comprenden el producto de reacción de un componente de ácido dicarboxílico seleccionado del grupo que consiste en ácido tereftálico, ácido naftalenodocarboxílico y sus derivados ésteres, y un componente diol seleccionado del grupo que consiste en etilenglicol y 1,4-butanodiol. También se pueden proporcionar otros copoliésteres rígidos basados en estos materiales mediante la copolimerización de estos ingredientes con uno o más diácidos y uno o más de otros dioles.

Los copoliésteres de ácido sebácico dúctiles tienen, en general, un módulo de elasticidad a la tracción inferior a 1380 MPa (200 kpsi) y un alargamiento por tracción (como se define más abajo), a la temperatura de interés, superior a 50 %, preferiblemente superior a 150 %. Un copoliéster dúctil preferido comprende el producto de reacción de 20 a 80 (más preferiblemente 70 a 50, y con máxima preferencia 60) moles equivalentes de ácido tereftálico (o un derivado éster del mismo), correspondientemente, 80 a 20 (más preferiblemente 30 a 50, y aún con máxima preferencia 40) moles equivalentes de ácido sebácico (o un derivado éster del mismo) y 100 moles equivalentes de etilenglicol. El ácido tereftálico puede sustituirse total o parcialmente por ácido naftalenodocarboxílico, tal como ácido dimetil-2,6-naftalenodocarboxílico (o un derivado éster del mismo). En otra realización preferida, una parte del ácido sebácico es sustituido por una cantidad equivalente de ácido ciclohexanodocarboxílico (o un derivado éster del mismo). Se describen películas multicapa resistentes al desgarro útiles en las patentes US-6.040.061 y US-5.604.019 y están incorporadas como referencia en la presente memoria en la medida en que no entran en conflicto con la presente descripción.

En muchas realizaciones, el artículo con película multicapa resistente al desgarro tiene una transmisión de la luz visible media de al menos 40 % y una transmisión de la luz infrarroja de 20 % o menos para prácticamente todas las longitudes de onda entre 950 nm y 2500 nm. El artículo con película multicapa resistente al desgarro puede tener una transmisión de la luz visible de al menos 40 %, un valor del coeficiente de sombra de al menos 0,68, y una velocidad de transmisión del vapor de humedad de al menos 1 g/m²·día, medido a 38 grados centígrados y una humedad relativa de 100 %.

Las construcciones de artículos con película multicapa resistentes al desgarro proporcionan artículos con película de control solar resistentes al desgarro mejorados. En algunas realizaciones, los artículos de control solar multicapa resistentes al desgarro tienen una transmisión de la luz visible media (400 a 780 nm) de al menos 40 % y una transmisión de la luz infrarroja media para una luz de 780 nm a 2500 nm inferior a 10 % o inferior a 15 %. En algunas realizaciones, el artículo de control solar multicapa resistente al desgarro tiene una transmisión de la luz visible media de al menos 60 % y una transmisión de la luz infrarroja de 20 % o inferior para prácticamente todas las longitudes de onda entre 950 nm y 2500 nm. En algunas realizaciones, el artículo de control solar multicapa resistente al desgarro tiene una reflexión de luz media entre 780 y 1200 nm de 50 % o superior y una transmisión de luz media entre 1400 y 2500 nm de 50 % o inferior. En otras realizaciones, el artículo de control solar multicapa resistente al desgarro tiene una reflexión de luz media entre 780 y 1200 nm de 80 % o superior y una transmisión de luz media entre 1400 y 2500 nm de 20 % o inferior. En aún otras realizaciones, el artículo de control solar multicapa resistente al desgarro tiene una reflexión de luz media entre 780 y 1200 nm de 90 % o superior y una transmisión de luz media entre 1400 y 2500 nm de 5 % o inferior.

Ejemplos

Preparación de película reflectora de IR multicapa

Se hizo una película multicapa que contenía aproximadamente 446 capas en una línea de fabricación de películas en plano secuencial mediante un proceso de coextrusión. Esta película polimérica multicapa se hizo de coPEN y

PETG (comercializados por Eastman Chemicals). El coPEN se polimerizó con monómeros iniciadores de 90 % de PEN y 10 % de PET. Se usó un método con bloque de alimentación (tal como el que se describe en la patente US-3.801.429) para generar aproximadamente 223 capas ópticas con un gradiente de espesor de capa aproximadamente lineal de capa a capa a través del extrusado.

- 5 Un extrusor llevó el coPEN al bloque de alimentación a una velocidad de aproximadamente 59,9 kg/h (132 lb/h) y el PETG a aproximadamente 72,6 kg/h (160 lb/h). Una parte del PETG se usó como capas limítrofes protectoras (PBL) en cada cara del extrusado con un flujo total de aproximadamente 14,5 kg/h (32 lb/h). La corriente de material pasó entonces a través de un multiplicador asimétrico de dos tiempos con una relación del diseño del multiplicador de
- 10 aproximadamente 1,25. Los conceptos y la función del multiplicador se describen en las patentes US-5.094.788 y US-5.094.793. La relación multiplicadora se define como el espesor medio de capa de las capas producidas en el conducto mayor dividido por el espesor medio de capa en el conducto menor. Esta relación multiplicadora se seleccionó para proporcionar un solapamiento pequeño de las dos bandas de reflectancia creadas por los dos conjuntos de 223 capas. Cada conjunto de 223 capas tiene el perfil de espesor de capa aproximado creado por el
- 15 bloque de alimentación, con factores de escala de espesor global determinados por las velocidades del multiplicador y de la extrusión de la película. Después del multiplicador, se añadieron las capas exteriores a aproximadamente 32,7 kg/hora (total)(72 lb/h) que se alimentaron desde un tercer extrusor. A continuación la corriente de material pasó a través de una matriz para películas y sobre una rueda fundidora enfriada con agua.
- 20 El equipo de proceso de fusión del PETG se mantuvo a aproximadamente 260 °C (500 °F), el equipo de proceso de fusión del coPEN (las capas tanto ópticas como exteriores) se mantuvo a aproximadamente 273,9 °C (525 °F), y el bloque alimentador, el multiplicador, la corriente de material fundido de las capas exteriores y la matriz se mantuvieron a aproximadamente 273,9 °C (525 °F). El bloque de alimentación utilizado para fabricar la película para este ejemplo se diseñó para dar una distribución de espesor de capa lineal con una relación de 1,3:1 de las
- 25 capas más espesas a las más finas en condiciones isotérmicas. Los errores en este perfil de capa se corrigen con el perfil del calentador de barra axial, como se describe en US-6.827.886, incorporada como referencia en la presente memoria. La velocidad de la rueda fundidora se ajustó para obtener un control preciso del espesor de la película final, y por tanto, de la posición de los bordes de la banda final.
- 30 La temperatura del agua de entrada en la rueda fundidora fue de aproximadamente 7 °Celsius. Se usó un sistema de fijación de alta tensión para fijar el extrusado a la rueda fundidora. El cable de fijación tenía un espesor de aproximadamente 0,17 mm y se aplicó una tensión de aproximadamente 6,5 kV. Un operador colocó el cable de fijación manualmente a aproximadamente 3 a 5 mm de la banda en el punto de contacto a la rueda fundidora para dar un aspecto liso de la banda fundida. La banda fundida se orientó continuamente mediante un orientador
- 35 longitudinal (LO) secuencial convencional y un equipo tensor. La banda se orientó longitudinalmente hasta una relación de estirado de aproximadamente 3,8 a aproximadamente 132 °C (270 °F). La película se precalentó a aproximadamente 124 °C (255 °F) en aproximadamente 15 segundos en el tensor y se estiró en dirección transversal hasta una relación de estiramiento de aproximadamente 3,5 a 132 °C (270 °F). La película se termofijó en el horno tensor a una temperatura de aproximadamente 238 °C (460 °F) durante aproximadamente
- 40 30 segundos. La película terminada tenía un espesor final de aproximadamente 88,9 µm (0,0035 pulgadas).

Método de ensayo de la VTVA

- 45 Se midieron las velocidades de transmisión del vapor (de agua) de humedad usando el método F-1249 de la ASTM. Dispositivos de medición de la VTVA comercializados con la marca registrada Permatran por Mocon, Inc., Minneapolis, EE. UU. Los Ejemplos 1 a 5 ilustran aspectos individuales de la invención.

Ejemplo 1

- 50 Una dispersión ultrafina de partículas de óxido de estaño e indio dopado con antimonio (A-ITO) en disolvente metílico Cellosolve comercializado por Advanced Nano Products Ltd., Corea del Sur, con la designación TRB Paste SM6080 se mezcló con metiletilcetona para reducir el contenido sólido de la dispersión de 60 a 45 %. Esta solución se recubrió sobre la película multicapa descrita anteriormente utilizando un proceso de recubrimiento con matriz de extrusión. Consúltese la descripción completa de la técnica de recubrimiento con matriz en "Modern Coating and
- 55 Drying Technology", Eds. E. D. Cohen, E. B. Gutoff, VCH Publishers, NY, 1992). El caudal del extrusado se ajustó a 330 g/min (medido usando un medidor de flujo Micromotion™, Micro Motion Inc., Boulder, CO, EE. UU.), la velocidad de la banda a 15,24 m/min (50 pies por minuto) y la anchura del recubrimiento a 1067 mm (42 pulgadas). El recubrimiento se secó para eliminar el disolvente de la dispersión a 93 grados Celsius y se curó utilizando un sistema de lámparas UV Fusion equipado con una lámpara tipo D que funcionaba con un reglaje de la potencia de
- 60 80 %. Este proceso hizo que el recubrimiento curado tuviera un gramaje de recubrimiento de aproximadamente 7,5 g/m² (0,7 g/ft²). El A-ITO secado y curado también se recubrió con un adhesivo sensible a la presión sobre la superficie opuesta al A-ITO y se laminó a este un revestimiento de liberación recubierto de silicona (comercializado por CP Films, Martinsville, VA, EE. UU.). Se retiró el revestimiento de liberación y se midieron los espectros ópticos de transmisión y reflexión utilizando un espectrofotómetro Lambda 19 (Perkin Elmer, Boston, MA, EE. UU.). Los
- 65 espectros se importaron en los programas Optics5 y Window 5.2 comercializados por Lawrence Berkeley National Laboratories para el análisis de las propiedades térmicas y ópticas de los sistemas de acristalamiento. Las

características de rendimiento tales como la transmisión de la luz visible (VLT), la reflexión de la luz visible (VLR), el coeficiente de sombra (SC), la reflexión interior (R_{int}), la reflexión exterior (R_{ext}), el valor U, etc., se determinan utilizando el programa Window 5.2. Los programas se pueden descargar desde <http://windows.lbl.gov/software/>. Los espectros de reflexión y transmisión de la película recubierta se muestran en la Fig. 1^a. Las características de un sistema de encristalado preparado laminando las películas descritas anteriormente a un cristal transparente de 3 mm (cristal transparente de PPG, NFRC ID: 5009) con el lado del adhesivo hacia la fuente de luz (sol) se muestran en la Tabla 1. Los espectros de transmisión y reflexión después de la laminación al sustrato de cristal de 3 mm se muestran en las Figuras 1b y 1c. La misma película se laminó con la superficie de A-ITO hacia el sol y el sistema de encristalado se recalculó utilizando el mismo software. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo 2

Se obtuvo una dispersión ultrafina de partículas de óxido de estaño e indio dopado con antimonio (A-ITO) en disolvente metílico Cellosolve con la designación TRB Paste SM6080 de Advanced Nano Products Ltd., Corea del Sur. Esta solución se recubrió sobre un sustrato de PET de 0,05 mm comercializado por Teijin Corp., Japón, con la designación comercial HPE50 con un recubridor Yasui Seiki Lab Coater, modelo CAG-150 (Yasui Seiki Co., Bloomington, Ind.) usando un rodillo de huecograbado de 381 células helicoidales por cm lineal (150 células helicoidales por pulgada lineal). El recubrimiento se secó en línea a 95 °C y se curó por UV a 6,1 m/min utilizando un sistema de curado Fusion Systems modelo 1600 (157,5 W/cm (400 W/in)) equipado con una bombilla de tipo D. El recubrimiento seco tenía un espesor de aproximadamente 3,6 micrómetros. Los espectros ópticos de transmisión y reflexión de esta película medidos como se hizo en el Ejemplo 1 se muestran en la Figura 2. El sistema de encristalado preparado laminando esta película a un cristal transparente de PPG de 6 mm se muestra en la Tabla 1.

Ejemplo 3

Se obtuvo una dispersión ultrafina de partículas de óxido de estaño dopado con antimonio (ATO) en disolvente metílico Cellosolve con la designación TRB Paste SL6060 de Advanced Nano Products Ltd., Corea del Sur. Esta solución se recubrió sobre un sustrato de PET de 0,05 mm comercializado por Teijin Corp., Japón, con la designación comercial HPE50 con un recubridor Yasui Seiki Lab Coater, modelo CAG-150 (Yasui Seiki Co., Bloomington, Ind.) usando un rodillo de huecograbado de 381 células helicoidales por cm lineal (150 células helicoidales por pulgada lineal). El recubrimiento se secó en línea a 95 °C y se curó por UV a 6,1 m/min utilizando un sistema de curado Fusion Systems 6000 (236,2 W/cm (600 W/in)) equipado con una bombilla de tipo D. El recubrimiento seco tenía un espesor de aproximadamente 3,6 micrómetros. Los espectros ópticos de transmisión y reflexión de esta película medidos como en el Ejemplo 1 se muestran en la Figura 3. El sistema de encristalado preparado laminando esta película a un cristal transparente de PPG de 6 mm se muestra en la Tabla 1.

Ejemplo 4

El recubrimiento TRB paste SL6060 se recubrió sobre la película multicapa, descrita anteriormente, utilizando una técnica de recubrimiento de barra meyer empleando una barra Meyer n.º 5 (ejemplo 4^a), n.º 8 (ejemplo 4b) y n.º 14 (ejemplo 4c). Los recubrimientos se secaron en un horno a 93 °C durante 10 minutos y se curaron bajo lámparas de UV Fusion (118 W/cm a 609,6 cm/min (300 W/in a 20 f/m)) y se midieron los espectros ópticos de transmisión de las muestras. Los espectros se importaron en Optics5 y Window 5.2. Las características ópticas y térmicas de los sistemas de encristalado preparados con cristal transparente de 3 mm se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Descripción de la muestra	Tvis	Coficiente de sombra	Rint	Rext
Ejemplo 1 con recubrimiento de A-ITO alejado del sol	72	0,54	11,1	10,8
Ejemplo 1 con recubrimiento de A-ITO alejado del sol	72	0,59	10,8	11,1
Ejemplo 2	73	0,68	9	9
Ejemplo 3	74	0,73	9	9
Ejemplo 4 ^a	72	0,57	13	13
Ejemplo 4b	63	0,51	12	10
Ejemplo 4c	55	0,47	12	9

Ejemplo 5

Se preparó una dispersión de óxido de estaño y antimonio (Inframat Advanced Materials LLC, CT, EE. UU., designación del producto 50 N-5190-2) en una mezcla monomérica de acrilato multifuncional moliendo juntos 30 g de ATO, 7,5 g de triacrilato de pentaeritrol (Sartomer Company, PA, EE. UU., designación del producto SR295) y 7,5 g de 1,6-hexanodioldiacrilato (Sartomer Company, PA, EE. UU., designación del producto SR238) y 1-metoxi-

2-propanol. Se añadió 0,15 g de cada fotoiniciador Irgacure 819 e Irgacure 184 (ambos de CIBA Specialty Chemicals, Basilea, Suiza) a la dispersión indicada arriba y se recubrió en la película polimérica multicapa anteriormente descrita. El proceso de recubrimiento se llevó a cabo como se describe en el Ejemplo 1. El recubrimiento se curó y el recubrimiento curado resultante se probó en un medidor de desgaste por abrasión Taber según el método D 1044-99 de la ASTM con una carga de 490 cN (500 gramos) y 50 ciclos. Esto produjo una turbidez inferior a 4 % medida con un turbidímetro Haze-Gard Plus (BYK- Gardner, MD, EE. UU.).

Ejemplo 6

Se fabricó un laminado resistente al desgarro compuesto de dos capas de película multicapa resistente al desgarro (preparado según el procedimiento descrito en la patente US-6.040.061, por ejemplo, véase el Ejemplo 6) recubriendo un lado tratado sin corona de una película multicapa resistente al desgarro con adhesivo de laminación Vitel 3300 con un gramaje de aproximadamente 2,15 g/m² (0,2 g/ft²) y se secó. La resina de poliéster Vitel 3300 es comercializada por Bostik, Inc. Massachusetts, EE. UU. Esta película secada se lamina después a la segunda película multicapa resistente al desgarro a una temperatura de 90 grados Celsius. A continuación se procesa adicionalmente con un tratamiento de corona y se recubre un adhesivo sensible a la presión (ASP) acrílico con un gramaje de recubrimiento de aproximadamente 22,6 g/m² (2,1 g/ft²) y se seca. La capa de ASP se recubre a continuación con una dispersión con base de agua Methocel A15LV de Dow (es decir, sobrerrecubrimiento) y se seca. La capa de ASP recubierta se lamina a continuación a un revestimiento de liberación de poliéster.

Se preparó una película reflectora de IR multicapa usando capas alternantes de PET y CoPMMA fabricadas según el procedimiento descrito en US-6.797.396 (por ejemplo, véase el Ejemplo 5). Se recubrió una dispersión ultrafina de partículas de óxido de estaño y antimonio (ATO) en 1-metoxi-2 propanol comercializado por Advanced Nano Products Ltd., Corea del Sur, con la designación TRB Paste SR 6070 sobre esta película reflectora de IR multicapa utilizando un proceso de recubrimiento con matriz de extrusión. El recubrimiento se secó para eliminar el disolvente de la dispersión a 93 grados Celsius y se curó utilizando un sistema de lámparas UV Fusion equipado con una lámpara tipo D que funcionaba con un reglaje de la potencia de 60 %. Este proceso hizo que el recubrimiento absorbente de IR curado tuviera un gramaje de recubrimiento de aproximadamente 7,5 g/m² (0,7 g/ft²).

El laminado de película resistente al desgarro se laminó a continuación a la película reflectora de IR recubierta con ATO usando adhesivo de laminación de resina de poliéster Vitel 3300, con un gramaje de recubrimiento de aproximadamente 2,15 g/m² (0,2 g/ft²). En la Fig. 5, descrita arriba, se ilustra la estructura del artículo de control solar resistente al desgarro final.

Se retiró el revestimiento de liberación y se midió la velocidad de transmisión del vapor de humedad según el método de ensayo F-1249 de la ASTM usando el dispositivo Permatran® modelo W-700 comercializado por Mocon, Inc., a 38 grados centígrados y una humedad relativa de 100 %. También se probó la VTVA de una película resistente al desgarro comercializada por Glasslock, Inc., con la designación SD1010 (<http://www.glasslock.com/documents/GlassLock%20Brochure%20060503.pdf>) en las mismas condiciones. Los resultados se muestran en la Tabla siguiente.

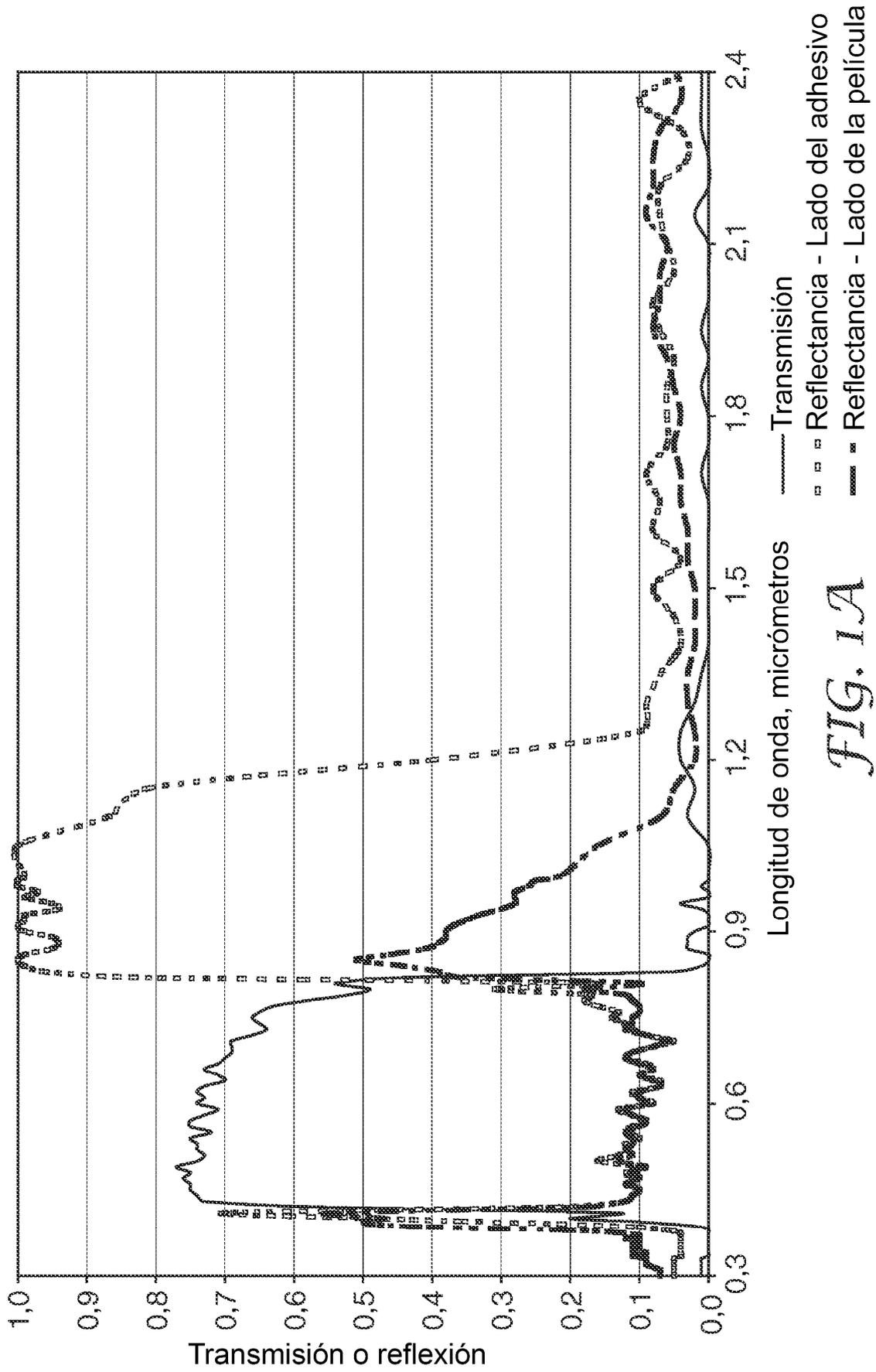
Identificación de la muestra	VTVA (g/m ² día)
Ejemplo 6	6,0
SD 1010	< 0,005*

* por debajo del límite de detección

La presente invención no se considerará limitada a los ejemplos específicos descritos anteriormente, sino que se entenderá que la misma cubre todos los aspectos de la invención, definida claramente en las reivindicaciones adjuntas. Diversas modificaciones, procesos equivalentes, así como diversas estructuras a las que la presente invención puede ser aplicable serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica a la que se refiere la presente invención tras la revisión de la presente memoria descriptiva.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo con película multicapa que comprende:
 - 5 una película multicapa reflectora de luz infrarroja que tiene capas poliméricas alternantes de un primer tipo de polímero y un segundo tipo de polímero y las capas poliméricas alternantes cooperan para reflejar la luz infrarroja; y
 - 10 una capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja que comprende una pluralidad de nanopartículas de óxido de metal dispersadas en un aglutinante polimérico curado, estando la capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja adyacente a la película multicapa reflectora de la luz infrarroja; y una película polimérica resistente al desgarro dispuesta adyacente a la película multicapa reflectora de la luz infrarroja, en donde la película resistente al desgarro es
 - 15 una película multicapa que comprende capas alternantes de un polímero rígido y un polímero dúctil, en donde el polímero rígido comprende un poliéster o copoliéster y el polímero dúctil comprende copoliéster de ácido sebácico, o
 - una película polimérica monolítica con un espesor de al menos 175 micrómetros hasta 1 centímetro, en donde el polímero comprende poli(acrilonitrilo butadieno estireno), polietileno de baja densidad lineal, poliestireno de alto impacto, o poliuretano.
- 20 2. Un artículo con película multicapa según la reivindicación 1 en donde las nanopartículas de óxido de metal comprenden óxido de estaño y antimonio, óxido de estaño dopado con antimonio, óxido de estaño dopado con indio, u óxido de estaño e indio dopado con antimonio dispersado en un aglutinante de poliacrilato curado.
- 25 3. Un artículo con película multicapa según la reivindicación 1 en donde el artículo con película multicapa tiene un valor de velocidad de transmisión del vapor de humedad de $1 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$ o superior.
4. Un artículo con película multicapa según la reivindicación 1 en donde la capa de nanopartículas que absorben la luz infrarroja tiene un espesor en un intervalo de 1 a 20 micrómetros.
- 30 5. Un artículo con película multicapa según la reivindicación 1 en donde el artículo con película multicapa tiene un valor de transmisión de la luz visible de 40 % o superior y un valor de coeficiente de sombra de al menos 0,68.
6. Un artículo con película multicapa según la reivindicación 1 que además comprende una capa de adhesivo sensible a la presión dispuesta sobre la película resistente al desgarro, dispuesta la película multicapa resistente al desgarro entre la capa de adhesivo sensible a la presión y la película multicapa reflectora de la luz infrarroja.
- 35 7. Un artículo de control de la luz irrompible para bloquear la luz infrarroja emitida desde una fuente de luz infrarroja que comprende:
 - 40 un sustrato de cristal y el artículo con película multicapa de la reivindicación 1 adherido al sustrato de cristal por una capa de adhesivo sensible a la presión entre el sustrato de cristal y el artículo con película multicapa,
 - 45 en donde la película polimérica resistente al desgarro se dispone entre la película multicapa reflectora de la luz infrarroja y el sustrato de cristal.
8. El artículo con película multicapa de la reivindicación 1, en donde la película multicapa es una película multicapa resistente al desgarro que tiene una transmisión de la luz visible media de al menos 40 % y una transmisión de la luz infrarroja de 20 % o menos para prácticamente todas las longitudes de onda entre 950 nm y 2500 nm.
- 50 9. Un artículo con película multicapa según la reivindicación 8 en donde el artículo con película multicapa resistente al desgarro tiene un valor de coeficiente de sombra de al menos 0,68.
10. Un artículo con película multicapa según la reivindicación 9 en donde la película resistente al desgarro tiene un alargamiento de Graves hasta la rotura de al menos 20 % y un módulo de elasticidad a la tracción de al menos 1207 MPa ($1,21 \text{ kN/mm}^2$ (175 kpsi)) en al menos una dirección de la película resistente al desgarro.
- 55 11. Un artículo con película multicapa según la reivindicación 9 en donde la película resistente al desgarro comprende al menos dos capas de película multicapa resistente al desgarro.



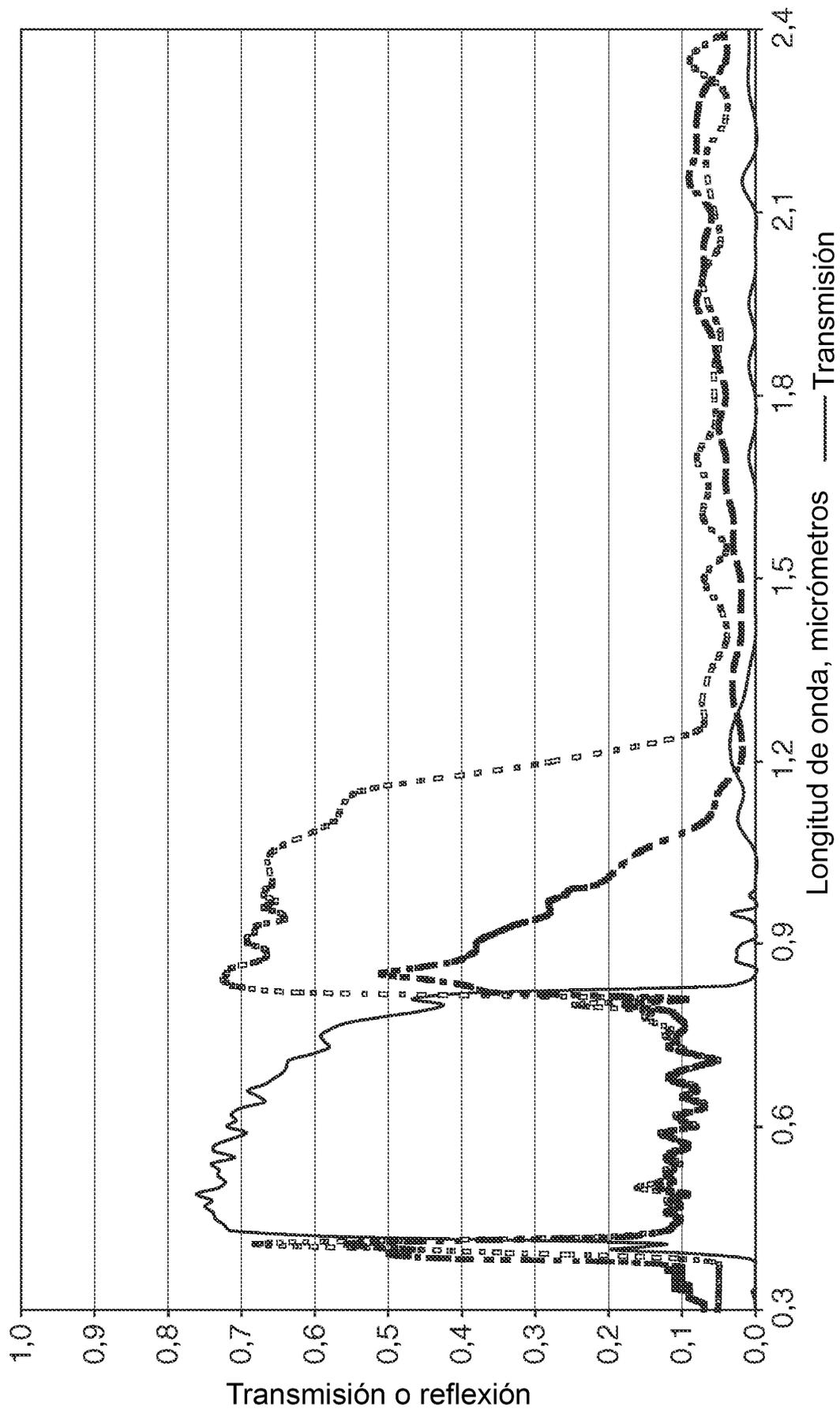
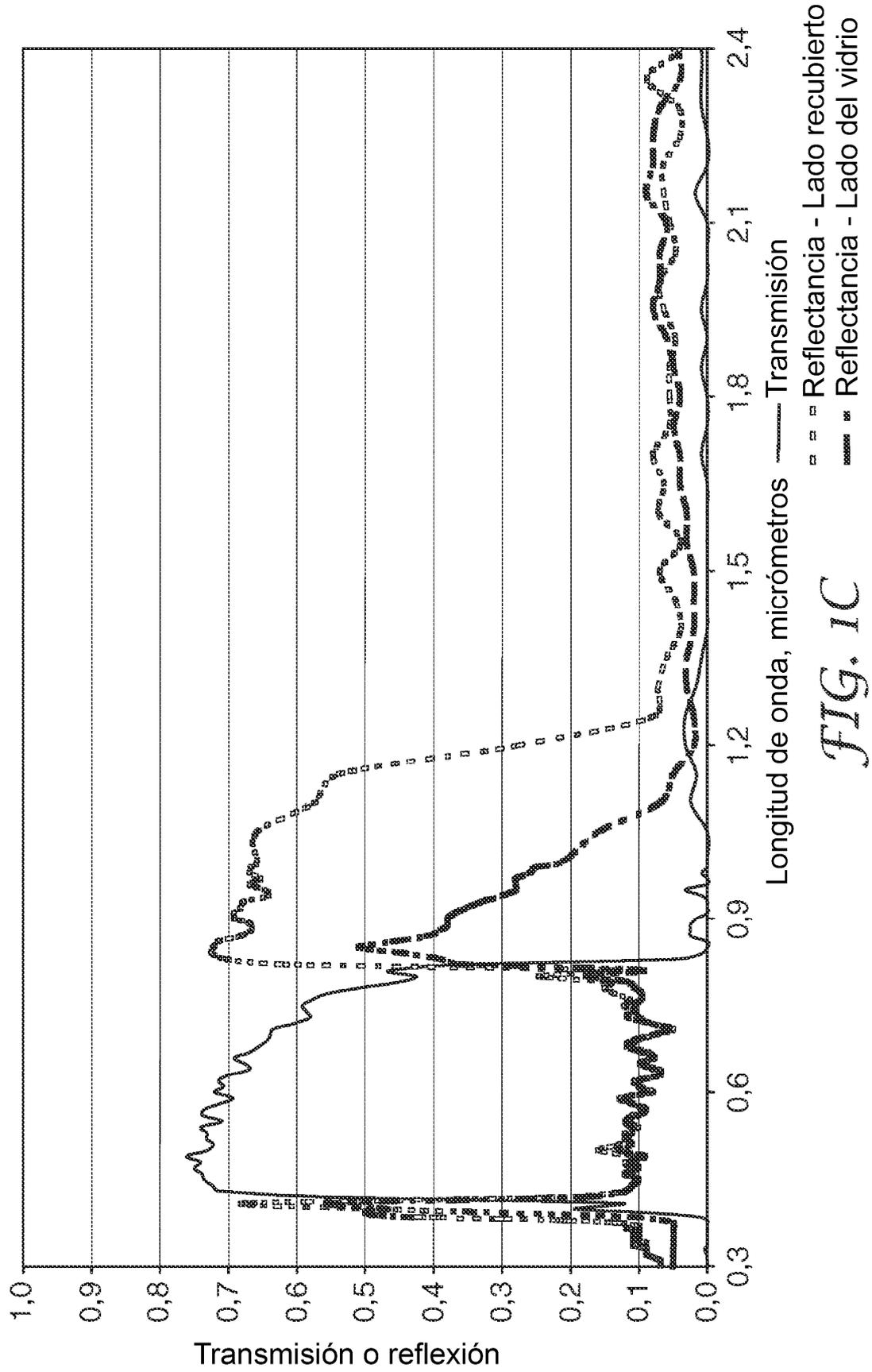


FIG. 1B



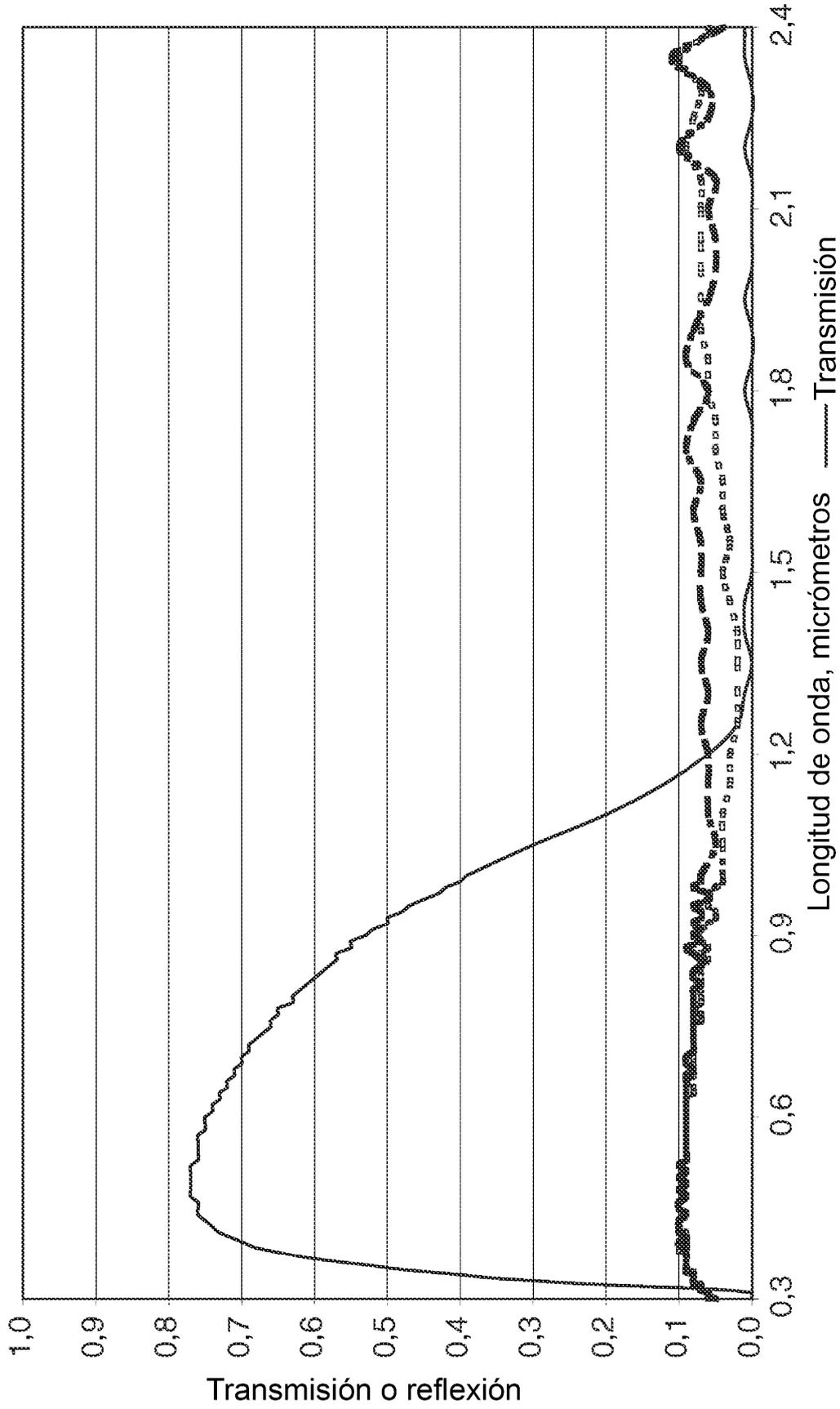


FIG. 2

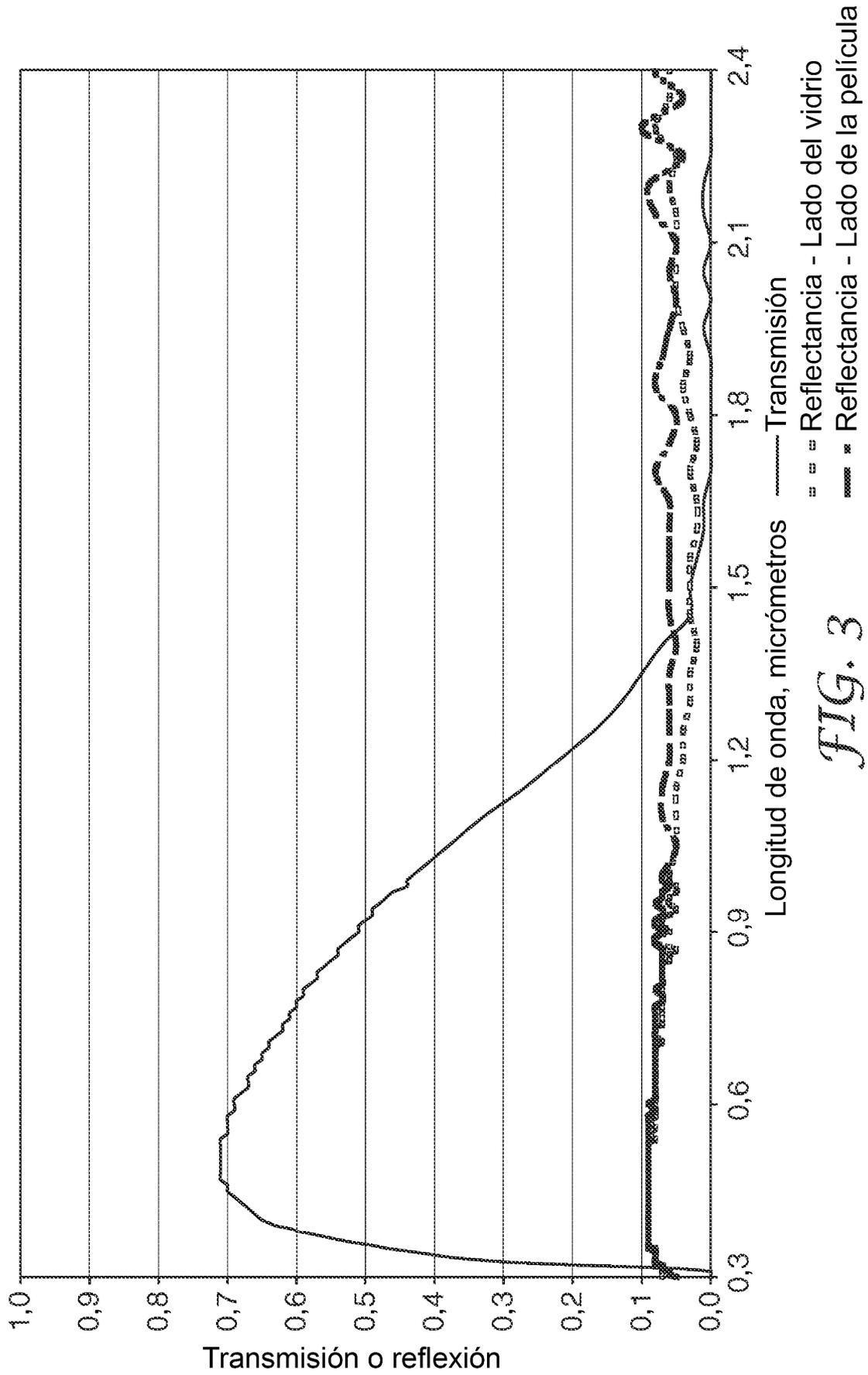


FIG. 3

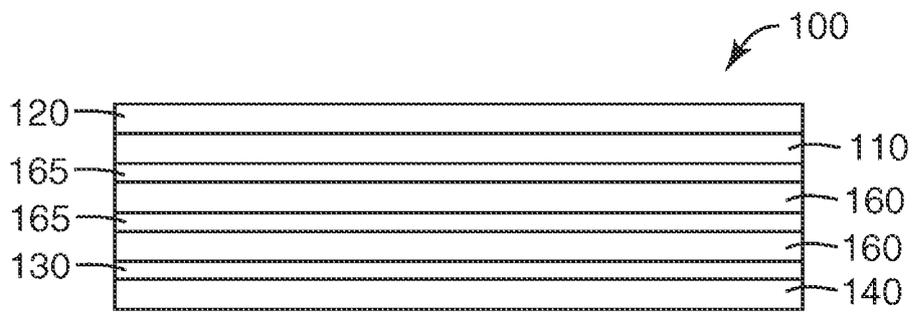
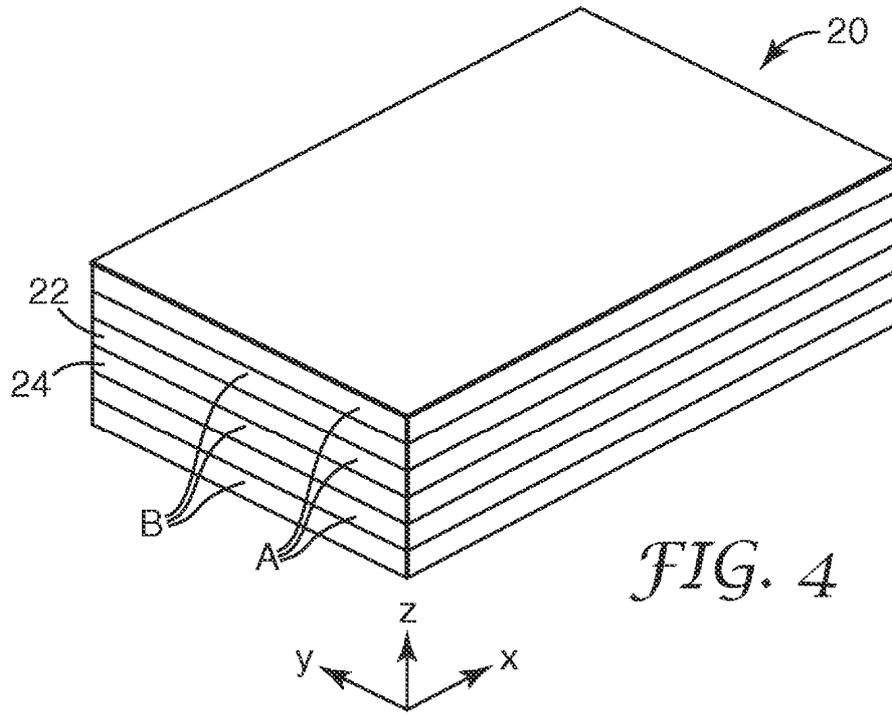


FIG. 5

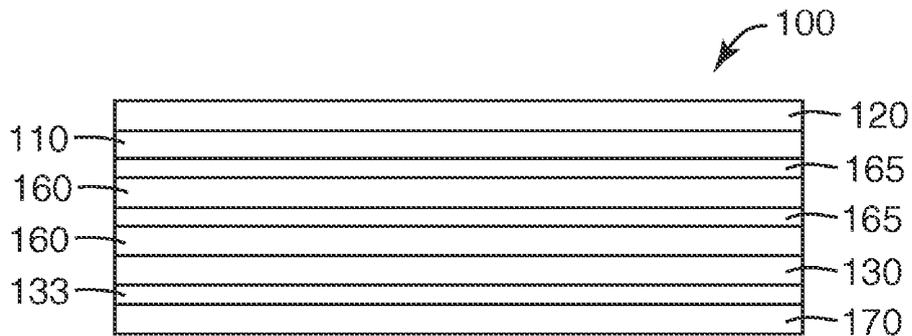


FIG. 6