

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 640**

51 Int. Cl.:

G06K 19/00 (2006.01)

G02B 5/28 (2006.01)

G02B 5/08 (2006.01)

B42D 15/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2005 E 05750496 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2012 EP 1751700**

54 Título: **Tarjetas y laminados que incorporan películas ópticas de multi-capa**

30 Prioridad:

22.05.2004 US 573583 P

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

08.03.2013

73 Titular/es:

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)**

**3M CENTER P.O. BOX 33427
ST. PAUL MN 55133-3427, US**

72 Inventor/es:

WEBER, MICHAEL, F.;
NORTH, DIANE y
MORTENSON, DAVID, K.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 397 640 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

Tarjetas y laminados que incorporan películas ópticas de multi-capa.

Campo de la invención

5 La invención se refiere a película ópticas de multi-capa y tarjetas que incorporan películas ópticas de multi-capa. Dichas películas, laminados y tarjetas presentan, con una incidencia normal, una elevada transmisión media de luz visible y reflejan de forma selectiva o de lo contrario bloquean al menos una parte de la radiación electromagnética cuya longitud de onda es mayor que aproximadamente 700 nm.

Antecedentes

10 Se conocen las películas ópticas de multi-capa que pueden proporcionar una transmisión deseable y/o propiedades de reflexión, al menos parcialmente, por medio de una disposición de capas ópticamente finas ("micro-capas") de diferente índice de refracción. Durante mucho tiempo se ha conocido la fabricación de dichas películas ópticas de multi-capa mediante deposición de materiales inorgánicos en micro-capas sobre un sustrato en una cámara de vacío. Típicamente, el sustrato es una pieza de vidrio relativamente gruesa, limitada en cuanto a tamaño, debido a sus restricciones sobre el volumen de la cámara de vacío y/o el grado de uniformidad posible por medio del proceso de deposición. Los documentos de Estados Unidos 2003/141373, 6630283 y 6531230 describen la técnica anterior.

Breve resumen

La presente solicitud describe construcciones alternativas para películas ópticas de multi-capa, construcciones alternativas para laminados que incorporan dichas películas y construcciones alternativas para tarjetas que incorporan dichos laminados, de acuerdo con la reivindicación 1.

20 **Breve descripción de los dibujos**

A lo largo de la memoria descriptiva, se hace referencia a los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares designan elementos similares, y en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva muy ampliada de una película óptica de multi-capa conocida;

25 La Figura 2 es una vista en sección esquemática de una construcción de laminado conocida que comprende una película óptica de multi-capa;

La Figura 3 es un gráfico de transmisión espectral de una película óptica de multi-capa conocida y de una tarjeta conocida que tiene incorporada en la misma dicha película óptica de multi-capa;

La Figura 4 es una vista en sección esquemática de una tarjeta o una de sus partes que experimenta un ensayo de descascarillado;

30 La Figura 5 es una gráfica que muestra los ensayos de resistencia al descascarillado sobre tarjetas conocidas que incorporan una construcción conocida de laminado;

La Figura 6 es una vista en sección esquemática de una construcción de laminado que comprende una película óptica de multi-capa; y

35 La Figura 7 es una gráfica de transmisión espectral de dicha película óptica de multi-capa sola y de una tarjeta que incorpora la construcción de laminado.

Descripción detallada de las realizaciones ilustrativas

40 La presente memoria descriptiva muestra el modo en el que la película óptica de multi-capa, el laminado y las construcciones de tarjeta alternativas pueden proporcionar una claridad, propiedades de deslaminado y aptitud de fabricación mejoradas con respecto a los productos existentes. Esto se puede llevar a cabo por medio de las combinaciones apropiadas de distribución de adhesivo y espesor, durómetro de adhesivo (o "dureza"), cohesión entre las capas de la película óptica de multi-capa y resistencia a la tracción de las capas de la piel de la película óptica de multi-capa.

45 Se han demostrado las películas ópticas de multi-capa por medio de co-extrusión de capas poliméricas alternas. Véase, por ejemplo, la patente de Estados Unidos 3.610.724 (Rogers), la patente de Estados Unidos 3.711.176 (Alfrey, Jr. y col.), "Highly Reflective Thermoplastic Optical Bodies for Infrared, Visible o Ultraviolet Light", la patente de Estados Unidos 4.446.305 (Rogers y col.); la patente de Estados Unidos 4.540.623 (Im y col.); la patente de Estados Unidos 5.448.404 (Schrenk y col.); la patente de Estados Unidos 5.882.774 (Jonza y col.) "Optical Film"; la patente de Estados Unidos 6.045.894 (Jonza y col.) "Clear to Colored Security Film"; la patente de Estados Unidos 6.531.230 (Weber y col.) "Color Shifting Film"; la publicación PCT WO 99/39224 (Ouderkirk y col.) "Infrared Interference Filter"; y la solicitud de patente de Estados Unidos 2001-0022982 A1 (Neavin y col.), "Apparatus For

Making Multilayer Optical Films". Véase también la solicitud PCT WO 03/100521 (Tait y col.), "Method For Subdividing Multilayer Optical Film Cleanly and Rapidly". En dichas películas ópticas de multi-capa poliméricas, se usan materiales poliméricos de forma predominante o exclusiva en la fabricación de las capas individuales. Dichas películas son compatibles con procesos de fabricación de alto volumen, y se pueden fabricar en láminas de gran tamaño y bienes enrollados.

La Figura 1 muestra una película 20 óptica de multi-capa conocida. La película comprende micro-capas 22, 24 individuales. Las micro-capas presentan diferentes características de índice de refracción de manera que parte de la luz es reflejada en la interfases existentes entre las micro-capas adyacentes. Las micro-capas son suficientemente finas como para reflejar la luz en una pluralidad de interfases que experimenta interferencia constructiva o destructiva con el fin de proporcionar las propiedades deseadas de transmisión o reflexión a la película. Para las películas ópticas diseñadas para reflejar la luz con longitudes de onda ultravioleta, visible o infra-roja, de manera general, cada micro-capa presenta un espesor óptico (es decir, un espesor físico multiplicado por el índice de refracción) de menos que aproximadamente 1 μm . No obstante, también se pueden incluir capas más gruesas, tal como las capas de piel en las superficies más externas de la película o capas de frontera protectoras dispuestas dentro de la película que separan paquetes de micro-capas.

Las propiedades reflectoras y transmisoras de la película 20 óptica de multi-capa son una función de los índices de refracción de las respectivas micro-capas. Cada micro-capa se puede caracterizar al menos en posiciones localizadas en la película por medio de los índices de refracción en el plano n_x , n_y y un índice de refracción n_z asociado a un eje de espesor de la película. Estos índices representan índices de refracción del material objetivo para luz polarizada junto con los ejes x-, y- y z- ortogonales entre sí, respectivamente (véase la Figura 1). En la práctica, los índices de refracción se encuentran controlados por condiciones coherentes de procesado y selección de materiales. La película 20 se puede preparar por medio de co-extrusión de, típicamente, decenas o centenas de capas de dos polímeros alternativos A, B, seguidos del paso opcional de la fracción sometida a extrusión de multi-capa a través de uno o más troqueles de multiplicación, y posteriormente estirando o de otro modo orientando la fracción sometida a extrusión para formar una película final. Típicamente, la película resultante se encuentra formada por decenas o centenas de micro-capas individuales cuyos espesores e índices de refracción se adaptan para proporcionar una o más bandas de reflexión en la(a) zona(s) deseada(s) del espectro, tal como en el visible o en el infra-rojo próximo. Con el fin de conseguir reflectancias elevadas con un número razonable de capas, preferentemente las micro-capas adyacentes exhiben una diferencia en cuanto al índice de refracción (Δn_x) para la luz polarizada a lo largo del eje-x de al menos 0,05. Si se desea reflectancia elevada para las dos polarizaciones ortogonales, entonces preferentemente las micro-capas adyacentes también exhiben una diferencia en cuanto a índice de refracción (Δn_y) para luz polarizada a lo largo del eje-y de al menos 0,05. De lo contrario, la diferencia de índice de refracción Δn_y puede ser menor que 0,05 y preferentemente de aproximadamente 0 para producir una pila multi-capa que refleja normalmente la luz incidente de un estado de polarización y transmite normalmente la luz incidente de un estado de polarización ortogonal.

Si se desea, la diferencia de índice de refracción (Δn_z) entre las micro-capas adyacentes para luz polarizada a lo largo del eje-z también se puede adaptar para conseguir las propiedades de reflectancia deseadas para el componente de polarización-p de la luz que incide de forma oblicua. Por motivos de facilidad de explicación, en cualquier punto de interés sobre la película óptica de multi-capa, se considera que el eje-x está orientado dentro del plano de la película de manera que la magnitud de Δn_x es máxima. Además, la magnitud de Δn_y puede ser igual o menor que (pero no mayor que) la magnitud de Δn_x . Además, la selección de la capa de material con la cual comenzar a calcular las diferencias Δn_x , Δn_y y Δn_z viene indicada por el requisito de que Δn_x no sea negativo. En otras palabras, las diferencias en el índice de refracción entre las dos capas que forman la interfase son $\Delta n_j = n_{1j} - n_{2j}$, en la que $j = x, y$ o z y en la que las designaciones de capas 1, 2 se escogen de manera que $n_{1x} > n_{2x}$, es decir, $\Delta n_x \geq 0$.

Para mantener la elevada reflectancia de la luz p-polarizada con ángulos de incidencia oblicuos, la variación Δn_z del índice-z entre las micro-capas se puede controlar para que sea sustancialmente menor que la diferencia máxima Δn_x del índice de refracción en el plano, de manera que $\Delta n_z \leq 0,5 \Delta n_x$. Más preferentemente, $\Delta n_z \leq 0,25 * \Delta n_x$. Una variación de índice-z de magnitud cero o próxima a cero da lugar a interfases entre las micro-capas cuya reflectancia para la luz polarizada-p es constante o casi constante como función del ángulo de incidencia. Además, la variación de índice-z Δn_z se puede controlar de manera que presente una polaridad opuesta en comparación con la diferencia Δn_x del índice en el plano, es decir, $\Delta n_z < 0$. Esta condición tiene como resultado interfases cuya reflectancia para la luz polarizada-p aumenta al aumentar los ángulos de incidencia, como es el caso de la luz polarizada-s.

De manera alternativa, la película óptica de multi-capa puede presentar una construcción más simple en la cual todas las micro-capas poliméricas son de naturaleza isotrópica, es decir, $n_x = n_y = n_z$ para cada capa. Además, las estructuras periódicas auto-ensambladas conocidas, tales como los polarizadores reflectantes colestéricos y determinados copolímeros de bloques, se pueden considerar películas ópticas de multi-capa para los fines de la presente solicitud. Los espejos colestéricos se pueden fabricar usando una combinación de elementos de cabeceo quiral manipulados a derecha o izquierda.

Las tendencias crecientes en las modas de las tarjetas han generado una demanda de tarjetas de transmisión de luz visible ("tarjetas VLT", véase la definición siguiente) para aplicaciones de tarjetas de transacciones financieras. Puede resultar deseable para dichas tarjetas VLT que sean altamente transparentes y lo más claras posibles, al tiempo que en algunos casos, en cantidad moderada de brillo o coloración, pueden resultar deseables. Se presenta un reto cuando estas tarjetas van destinadas al uso en máquinas de lectura de tarjetas tales como Máquinas Teller Automáticas (ATMs) y similares. Típicamente, dichas máquinas incluyen sensores de borde que emplean luz infrarroja (IR) para detectar la presencia de la tarjeta. A menos que la tarjeta bloquee dicha luz IR de forma suficiente, el sensor de borde no se ve accionado y la máquina de lectura de tarjeta no detecta la presencia de la tarjeta. Algún equipamiento de fabricación de tarjetas emplea sensores de borde IR. Las tarjetas producidas en dicho equipamiento también bloquean la luz IR necesaria. Se piensa que el estándar ISO N°. 7810 (Rev. 2003) especifica la densidad óptica (OD) < 1,3 (que corresponde a una transmisión < 5%) a lo largo de todo el intervalo de 850-950 nm, y un OD < 1,1 (que corresponde a una transmisión < 7,9%) a lo largo del intervalo de 950-1000 nm.

De este modo, el reto de VLT no ha sido ser lo más altamente transparente posible con respecto a las longitudes de onda visibles, sino posteriormente bloquear sustancialmente la mayoría de la luz IR al menos de aproximadamente 800 a 1000 nm. En el presente intervalo de longitudes de onda, una transmisión media de menos de 5% resulta preferida, pero una transmisión de 8% también resulta aceptable. En algunos sistemas de detección de tarjetas, una transmisión IR media tan elevada como 10% o 15% puede resultar también aceptable. Como con otras tarjetas, de manera común también cabe esperar que las tarjetas VLT mantengan su integridad y aspecto, y no experimenten deslaminado con el uso.

La Figura 2 muestra una vista en sección de un laminado 30 de filtro de IR conocido que se ha usado en la construcción de tarjetas conocidas para transacciones financieras VLT. El laminado 30 comprende: capas de poli(cloruro de vinilo) (PVC) 32a, 32b; una película 34 óptica de multi-capa central (cuyas micro-capas individuales y las capas de piel no se muestran desde el punto de vista de sencillez de ilustración), cuya película 34 es altamente transparente en el visible y presenta una banda de reflexión IR; y capas 36a y 36b de unión de compuestos. El laminado 30 también incluye capas finas de una imprimación 38a, 38b aplicadas a las superficies principales de la película 34 óptica de multi-capa. Las capas de unión 36a, 36b, comercializadas por Transilwrap Company of Franklin Park, Illinois como adhesivo KRTY 1/1/1, consisten en una capa de poli(tereftalato de etileno) (PET) 41a, 41b sobre la cual se aplican las capas 40a1, 40a2, 40b1 y 40b2 de adhesivo en masa fundida a las respectivas superficies principales de las capas de PET tal y como se muestra. Los detalles de construcción del laminado 30 de filtro de IR conocido son los que se muestran a continuación:

Capa de PVC 32a: espesor nominal 1 milésima de micra (25 μm)

Capa 36a de unión de compuesto: espesor nominal 3 milésimas de micra (75 μm). Trasilwrap KRTY 1/1/1

Capa de adhesivo 40a1: espesor nominal de 1 milésima de micra (25 μm). La composición incluye polietileno y poli(acrilato de etilo).

Capa PET 41a: espesor nominal de 1 milésima de micra (25 μm).

Capas adhesivas 40a2, 40b1, 40b2: los mismos que la capa 40a1.

Capa de imprimación 38a: espesor nominal de aproximadamente 0,1-0,2 μm . La capa procede de una composición revestida que incluye un primer y segundo componentes de sulfopoliéster, un tensioactivo (Tritón X-100) y un agente de reticulación (Neocryl CX-100), todos ellos en una base de agua desionizada. Típicamente, la composición de revestimiento es de 5% a 10% en sólidos. El primer componente de sulfopoliéster está fabricado a partir de una química de reacción de poliéster estándar usando un proceso de caldera por lotes con los siguientes productos de reacción: ácidos isoftálico de sulfosodio (2,75% en moles), ácido tereftálico (23,5 % en moles), ácido isoftálico (23,75% en moles), neopentilglicol (16,5% en moles) y etilenglicol (33,5 % en moles). El segundo componente de sulfopoliéster es Eastek 1100, un producto de Lawter Chemical Division of Eastman Chemical. El MOF debería tratarse con una descarga de corona antes del revestimiento sobre la capa de imprimación.

Película 34 óptica de multi-capa: espesor nominal de 2,55 milésimas de micra (65 μm). Completamente polimérica, sometida a co-extrusión, orientada en sentido biaxial, formada por capas alternantes de PET/coPMMA. Incluye otras capas de piel de PET que presentan cada una de ellas un espesor nominal de 12-13 μm , y un paquete central sencillo de 275 micro-capas caracterizadas por un gradiente de espesor. Las capas de coPMMA presentan $n_x = n_y = n_z = 1,49$; las capas PET presenta índices en el plano $n_x = n_y = 1,65$ y un índice fuera de plano $n_z = 1,49$.

Capa de imprimación 38b: el mismo que la capa 38a

Capa de unión de compuesto 36b: el mismo que la capa 36a.

Capa de PVC 32b: el mismo que la capa 32a.

Laminado total 30: espesor nominal de 10,5 milésimas de pulgada (265 μm).

El laminado 30 de filtro de IR se construye desenrollando y alimentando cinco láminas por separado - capas de PVC 32a, 32b, capas 36a, 36b de unión de compuestos y una película 34 óptica de multi-capas de imprimación - en una línea de contacto entre dos rodillos calientes, formando de este modo un rollo de dicho laminado 30. Posteriormente, se corta el laminado en láminas de gran tamaño, y se inserta entre dos láminas de tamaño similar de material de reserva de tarjetas de PVC grueso (espesor nominal de aproximadamente 9 milésimas de pulgada (225 μm)), junto con impresión, chips de circuito integrados y similares según se desee, en una prensa de laminado que somete los elementos ensamblados a calor y presión suficientes para fundir y juntar las capas de PVC adyacentes. Las temperaturas de laminado pueden variar de aproximadamente 280-300 °F (137-149 °C). La lámina de tarjeta rígida y de gran tamaño resultante se somete posteriormente a un procedimiento de corte en troquel en el cual las tarjetas para transacciones financieras individuales de tamaño estándar son perforadas a partir de la lámina de tarjetas de gran tamaño. Véase por ejemplo, la patente de Estados Unidos 6.581.839 (Lasch y col.) "Transaction Card"; la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos 2002/0145049 A1 (Lasch y col.) "Transaction Card"; y la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos 2002/0130186 A1 (Lasch y col.) "Transaction Card". Durante el procedimiento de corte con troquel, se puede generar una cantidad no deseada de filamentos poliméricos extraños conocidos como "cabello de ángel" a lo largo de los bordes de las tarjetas perforadas cuando se usan las láminas de tarjeta conocidas que incorporan un laminado 30 de filtro IR conocido. Dichos filamentos poliméricos pueden poseer un nivel de molestia sustancial para el fabricante de tarjetas.

No obstante, las tarjetas conocidas resultantes presentan una elevada transmisión a lo largo de la región visible y bloqueo de IR para su uso en las máquinas de lectura de tarjetas. La Fig. 3 muestra una transmisión 50 espectral de medida típica de la parte más clara de dicha tarjeta (no obstruida por medio de impresión, chip IC, etc.). La Fig. 3 también muestra la transmisión 52 espectral medida de una película 30 óptica de multi-capas típica por sí misma. (Estas mediciones de transmisión espectral se llevaron a cabo en un espectrofotómetro Perkin-Elmer Lambda-19, con una incidencia normal, y usaron una esfera integrada para recoger toda la luz transmitida a través de la tarjeta, independientemente de la dirección de dispersión en la hemisfera de salida. La transmisión espectral medida no se corrige en cuanto a las reflexiones de superficie). Por supuesto, la banda de reflexión de la película óptica de multi-capas se mueve hacia longitudes de onda más cortas a medida que aumenta el ángulo de incidencia. La transmisión de la tarjeta terminada en la parte visible del espectro es menor que la de la película 30 óptica de multi-capas desnuda. Se piensa que esto es debido a los aditivos de color de las capas de PVC, y a la dispersión o brillo provocados por las cuatro capas adhesivas relativamente gruesas (1 milésima de pulgada) y las capas de PVC. El brillo de las tarjetas terminadas es una función de las condiciones de laminado de tarjetas referentes a tiempo, temperatura y presión, pero típicamente varía de 20-41%. No obstante, algunos ensayos experimentales a temperaturas particularmente elevadas, han logrado lecturas de brillo tan reducidas como 14%. A este respecto, el "brillo" se mide bajo condiciones estándar de laboratorio en un medidor de brillo BYK Gardner Hazeguard™ Plus. El brillo de la película 30 óptica de multi-capas por sí mismo, medido de la misma forma, es típicamente de aproximadamente 3%.

Otra propiedad de la tarjeta que puede ser una consideración importante es la durabilidad o susceptibilidad de la tarjeta a deslaminado. Los estándares existentes para tarjetas recomiendan que las "fuerzas de descascarillado" entre las capas laminadas se encuentren por encima de 3,5 N/cm (lo que significa Newtons de fuerza por anchura en centímetros del laminado de la tarjeta) a lo largo de la longitud completa de descascarillado, aunque valores más elevados tales como al menos 7N/cm o incluso 10 N/cm también pueden resultar deseables. Cuando la tarjeta incorpora una película óptica de multi-capas como componente reflectante tal como componente de bloqueo de IR, la integridad entre capas de las micro-capas, las capas de frontera protectoras y las capas de piel de la película óptica de multi-capas se vuelven importantes. De igual forma, las propiedades de las capas adhesivas que entran en contacto con las superficies principales de la película óptica de multi-capas (ya sea de manera directa o a través de una capa de imprimación fina) también pueden resultar importantes.

La Fig. 4 muestra desde un punto de vista esquemático una tarjeta de VLT o lámina de tarjeta 54 (o una de sus partes) que experimenta un ensayo de descascarillado para medir la resistencia al deslaminado entre la capa adhesiva 36a y la película 30 óptica de multi-capas. Se muestran las capas de piel externas y el paquete central de micro-capas de la película 30 (no a escala) con fines ilustrativos. Como puede observarse, son capas 56a, 56b de reserva de tarjeta de PVC gruesas, presentando cada una un espesor de 10 milésimas de pulgada (procedentes de las respectivas capas 32a, 32b de PVC de 1-milésima de pulgada fusionadas con las láminas gruesas de reserva de tarjeta de PVC y cualesquiera capas adicionales de superposición de PVC). Las capas de imprimación, y otros elementos de la tarjeta no se muestran por motivos de simplicidad. En la preparación del ensayo de descascarillado a 180°, se puede llevar a cabo un corte en la lámina de tarjeta, o se puede insertar una marca 55 polimérica fina como se muestra en la interfase objeto de ensayo antes de la etapa de deslaminado de la lámina de tarjeta. Tras el deslaminado, se inicia el descascarillado en el corte o marca, y se registra la fuerza de descascarillado por anchura lineal junto con la longitud de descascarillado. Se cortaron las láminas 54 de tarjeta de VLT en bandas de 12,5 cm de longitud. Posteriormente, la longitud de descascarillado máxima en el ensayo de dichas bandas es de 25 cm, ya que cada mitad se puede descascarillar hasta 12,5 cm. La Fig. 5 muestra los resultados de algunos ensayos de descascarillado de 180° típicos (véase las curvas 60 y 62) para tarjetas que usan el laminado conocido 30. Como se muestra, aunque las fuerzas de descascarillado medidas excedieron fácilmente de 3,5 N/cm inicialmente, con

frecuencia la banda de descascarillado se rompe antes de alcanzar el final de la banda de ensayo, es decir, antes de alcanzar la longitud completa de descascarillado. Véase la ruptura 58 mostrada en la Fig. 4. La ruptura tuvo lugar para la curva 62 tras aproximadamente 2 cm de longitud de descascarillado, mientras que la ruptura para la curva 60 tuvo lugar a aproximadamente 6 cm de longitud de descascarillado. (Nótese que el instrumento deja de recoger datos tras la ruptura incluso cuando la fuerza cae hasta cero).

Resultaría ventajoso conseguir niveles de brillo para las tarjetas de VLT que se encuentren, de manera coherente, por debajo de 20%, más preferentemente por debajo de 14%, 12% o incluso 10%, al tiempo que: (1) se mantiene una elevada transmisión media de luz visible de al menos 50% y más preferentemente de al menos 70% o incluso 80%, y (2) se mantiene un bloqueo de IR apropiado de manera que las tarjetas sean compatibles con las máquinas de lectura de tarjetas. También resultaría ventajoso mejorar la resistencia y la integridad (con respecto a los fallos de deslaminado) de las tarjetas que incorporan películas ópticas de multi-capa en su construcción. Finalmente, resultaría ventajoso proporcionar una construcción de laminado de película óptica de multi-capa que evite la formación de filamentos poliméricos extraños durante los procesos de corte con troquel.

La película 34 óptica de multi-capa descrita anteriormente es tenaz y flexible, pero la adhesión entre las capas de las capas de PET y coPMMA no resulta elevada. Por tanto, es preciso prestar especial atención a la hora de seleccionar el adhesivo para la unión de esta película al material de reserva fino de tarjeta de PVC durante la construcción de la tarjeta. Si el adhesivo es demasiado duro o frágil, o demasiado fino, las fuerzas aplicadas sobre las mitades opuestas de la tarjeta se centran en una región pequeña del área de fijación entre las dos mitades. Un adhesivo blando y espeso difunde las fuerzas de descascarillado sobre un área más amplia en el punto de fijación del deslaminado cuando se tira de las dos mitades de la tarjeta durante el ensayo de descascarillado. Por este motivo, la resistencia de descascarillado medida entre el material de reserva de la tarjeta de PVC gruesa y el MOF para las tarjetas conocidas comentadas anteriormente es mucho mayor que la resistencia al descascarillado entre las micro-capas u otras capas de la propia película óptica de multi-capa. No obstante, la consecuencia de usar un adhesivo de espesor o naturaleza excesivamente blanda pueden ser los problemas de perforación de la tarjeta que pueden surgir, tales como cabello de ángel o embotamiento del troquel. Debido que existen límites prácticos con respecto al espesor y naturaleza blanda del adhesivo, resulta posible modificar la propia construcción de MOF para producir una tarjeta con una resistencia de descascarillado mayor entre MOF y el adhesivo al tiempo que se evita la ruptura del MOF. Se pueden producir construcciones del MOF con adhesión entre capas más elevada que el sistema conocido de PET/coPMMA. Los inventores han encontrado que la resistencia de MOF frente a la ruptura también depende de la presencia de una capa de piel que presente una buena resistencia de tracción.

La fuerza que da lugar a una ruptura del MOF durante el ensayo de descascarillado depende de al menos cuatro parámetros: el espesor de adhesivo, la naturaleza blanda/dura (durómetro) del adhesivo, la resistencia de la unión adhesiva al MOF, el valor de adhesión entre capas del propio MOF, y en algunos casos de la resistencia a la tracción de la capa de piel de MOF. Estos parámetros también pueden estar todos controlados para dar lugar a una fuerza de descascarillado de la tarjeta que supera ampliamente el valor recomendado por ISO de 3,5 N/cm, al tiempo que de manera simultánea se evita la ruptura espontánea de MOF durante el ensayo de descascarillado. Se sometió a laminado una serie de construcciones de tarjeta con variación de todos estos parámetros y se sometieron a ensayo para medir las fuerza de descascarillado y ruptura del adhesivo y MOF.

Los materiales disimilares de MOF constituyen una causa de raíz del deslaminado del laminado de la tarjeta. Un aumento de la resistencia de enlace entre las micro-capas de MOF dan como resultado el correspondiente aumento de las fuerzas de descascarillado medidas para la tarjeta. Se sometieron a ensayo tres grupos de materiales de MOF en cuanto a resistencia de enlace y construcción de la tarjeta. Estos fueron coPEN/PMMA, PET/coPMMA y coPEN/PETG, en las que coPEN se preparó con una proporción de 90/10 de monómeros de PEN y PET que posteriormente se sometieron a co-polimerización. La adhesión entre las capas de MOF solo resulta difícil de medir, ya que las películas típicamente no se fijan a lo largo de una interfase sencilla a través de la anchura y la longitud de la banda de ensayo. En lugar de ello, diferentes interfases se ven implicadas y las capas quedan desgarradas en las fronteras de las presentes áreas. Por tanto, las actuales fuerzas de descascarillado que se pueden mantener con el descascarillado de la tarjeta son más importantes. En el caso de coPEN/PETG, se puede obtener de manera fiable una fuerza de descascarillado de 15 a 20 N/cm, sobre las muestras de laminado sometidas a ensayo, con una incidencia extremadamente reducida de ruptura de MOF cuando MOF se encuentra unido al PVC con un adhesivo de 1 milésima de pulgada de espesor y una dureza de menos que 10 megapascales (MPa) - no se observaron rupturas de MOF en aproximadamente 40 bandas de ensayo. Por otra parte, no se han encontrado adhesivos que puedan proporcionar una baja incidencia de ruptura para PET/coPMMA en el laminado de tarjeta con las mismas fuerzas de descascarillado de 15-20 N/cm.

Los valores de espesor de adhesivo sometidos a ensayo variaron de aproximadamente 12 a 50 μm (de media a dos milésimas de pulgada).

Se puede ajustar la resistencia de enlace del adhesivo con el MOF por medio de la elección del adhesivo, y mediante la elección del revestimiento de imprimación sobre MOF. Los adhesivos sometidos a ensayo se recogen en el listado de los ejemplos siguientes.

Se midió el durómetro de varios adhesivos con un método de nano-indentación. El presente método resulta útil ya que permite medir el módulo y la dureza de una capa de adhesivo en su superficie principal antes del laminado para dar lugar a una tarjeta, o en su borde una vez que la tarjeta se haya laminado. A continuación, se proporcionan detalles sobre el método de nano-indentación.

5 La resistencia a la tracción de la capa de piel de MOF puede volverse importante en construcciones en las que la adhesión de la capa intermedia de MOF resulte reducida. Se sometieron a ensayo varios valores de espesor de piel de MOF y materiales en los ejemplos siguientes, cuando dichas capas de piel estaban formadas por coPEN para películas de coPEN/PETG, o PET para películas de PET/coPMMA.

10 Se evaluaron los efectos de la construcción de MOF y tipos de adhesivo sobre la resistencia al descascarillado de un laminado de tarjeta a partir de una serie de construcciones de película y de tarjeta, presentadas en los siguientes ejemplos. Todos los laminados de los ejemplos se prepararon hasta un espesor de aproximadamente 0,75 mm, estando las variaciones en el adhesivo y en los valores de espesor de MOF compensadas con diferentes valores de espesor de lámina de PVC. Los ensayos de descascarillado fueron ensayos de descascarillado a 180° sobre bandas de aproximadamente 2,54 cm de ancho y aproximadamente 12 cm de largo. Se usó una marca tal como la que se muestra en la Fig. 4 para comenzar el descascarillado.

15 Los adhesivos estudiados fueron Transilwrap KRTY 1-1-1 descrito anteriormente; Quest PVC 4(3/1) A comercializado por Quest Films Inc. de Woodstock, Illinois; Transilwrap 3/1 y 2/1 ZZ; Bemis 5214 comercializado por Bemis Associates Inc. de Shirley, Massachusetts; y PETG, un copoliéster comercializado como Eastar 6763 por Eastman Chemical Company, Kingsport, Tennessee. La nomenclatura 3/1 y 2/1 de algunos adhesivos se refiere a un material de revestimiento polimérico de 2 ó 3 milésimas de pulgada de espesor, frente al espesor en milésimas de pulgada del actual material de adhesivo. A este respecto, actualmente, el material denominado "adhesivo" en la presente memoria puede ser un compuesto que une capas que comprenden una capa de material polimérico y una capa de adhesivo. Si se usa una capa de imprimación en un ejemplo particular, se emplea la imprimación descrita anteriormente junto con las capas 38a, 38b, que están preparadas por 3M Company de St. Paul, MN.

25 Ejemplo 1

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|---------------------|--|---------------------------|--|--|
| PET/coPMMA | KRTY 1-1-1 | 50 | 9 | 12 | 3M 0,1-0,2 |

Actualmente, este constituye un ejemplo comparativo, ya que representa una construcción de tarjeta que emplea el laminado de filtro de IR en la actualidad en el mercado. Típicamente, los resultados del ensayo de descascarillado son de 15 a 20 N/cm, pero casi siempre da lugar a una ruptura de MOF antes del final de la banda.

30 Ejemplo 2

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|-----------------------|--|---------------------------|--|--|
| PET/coPMMA | Transilwrap 3/1 ZZ | 25 | 8 | 12 | 3M 0,1-0,2 |

Misma construcción de MOF que en el Ejemplo 1, pero el adhesivo es más fino y ligeramente más blando. Las fuerzas de descascarillado variaron de 12 a 17 N/cm, y aunque las fuerzas de descascarillado son menores que para el adhesivo KRTY del Ejemplo 1, se observaron rupturas ocasionales de MOF.

35

Ejemplo 3

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|-----------------------|--|---------------------------|--|--|
| PET/coPMMA | Quest PVC 4(3/1) A | 25 | 19 | 12 | 3M 0,1-0,2 |

5 De nuevo, la misma construcción de MOF que en el Ejemplo 1. Pero el adhesivo del presente ejemplo es alrededor de dos veces más duro que el de los Ejemplos 1 y 2. Como resultado de ello, 5 de cada 10 descascarillados dieron lugar a la ruptura de película, incluso aunque la fuerza media de descascarillado fuera únicamente de 9 N/cm.

Ejemplo 4

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|-----------------------|--|---------------------------|--|--|
| PET/coPMMA | Transilwrap 2/1 ZZ | 25 | 4 | 12 | PETG sometido a co-extrusión, 12 |

10 El MOF usó los mismos materiales poliméricos que en el caso de los Ejemplos 1-3, pero dispuestos en una construcción diferente como se muestra a continuación: había dos paquetes de micro-capas alternantes, presentando cada paquete 223 micro-capas, diferenciándose los paquetes en cuanto a espesor por un factor de 1,3, estando unido cada paquete por capas de frontera de 2 micrómetros de espesor de PET orientado (que se fusionan en el medio para formar una separación de 4 micrómetros entre los paquetes). De este modo, es posible caracterizar las capas de frontera externas de PET orientado como capas de piel. En el presente Ejemplo, se ilustra el efecto de la capa de piel de MOF sobre los ensayos de descascarillado. La presente película óptica de multi-capas de PET/coPPMMA fue sometida a co-extrusión con una capa externa de PETG, en lugar de la capa común de piel de PET gruesa. La capa de PETG amorfa presenta una resistencia a la tracción baja en comparación con PET orientado. Como resultado de ello, el ensayo de descascarillado dio lugar a la ruptura de MOF tras descascarillado corto de aproximadamente 1 cm. MOF fabricado con PET/coPMMA y con pieles de PET orientado de 12 micrómetros (véase Ejemplo 1) mostró longitudes de descascarillado mayores que aproximadamente 3 cm. Esta diferencia se atribuye a la elevada resistencia de tracción de la capa de piel de PET más gruesa del Ejemplo 1.

Ejemplo 5

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|-----------------------|--|---------------------------|--|--|
| coPEN/PETG | Transilwrap 2/1 ZZ | 25 | 4 | cero | PETG sometido a co-extrusión, 12 |

25 El MOF usado en el presente ejemplo presenta la misma estructura de capas que en el Ejemplo 4, siendo PET sustituido por coPEN y coPMMA sustituido por PETG. Las capas protectoras de frontera fueron PETG y las capas de piel externas también fueron de PETG, dando como resultado una construcción de MOF sin pieles endurecidas pro deformación. Las capas de piel externas de PETG son consideradas como capas de imprimación para la presente película. No obstante, al contrario que en el Ejemplo 4, este MOF sin pieles endurecidas por deformación puede soportar el ensayo de descascarillado en un laminado de PVC con un adhesivo blando. La adhesión entre capas superior de coPEN y PETG en comparación con PET y coPMMA tiene como resultado una resistencia de la tarjeta mucho mayor frente al descascarillado y deslaminado.

30 En esta y en las últimas películas de MOF que usan la combinación de coPEN/PETG, las capas de PETG presentan $n_x = n_y = n_z = 1,564$, mientras que las capas de coPEN presenta índices en el plano $n_x = n_y = 1,73$ y un índice de

fuera del plano $n_z = 1,51$.

Ejemplo 6

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|------------------------------|--|---------------------------|--|--|
| coPEN/PETG | PETG sometido a co-extrusión | 12 | 138 | cero | Ninguna |

5 El presente ejemplo usa la misma construcción de MOF que en el Ejemplo 5. Como ejemplo de construcción de tarjeta con un adhesivo muy duro y fino, se construyeron muestras de coPEN/PETG de película reflectante a infrarojos de multi-capa con capas de piel externas de PETG. PETG y los poliésteres similares amorfos se unen de forma agresiva a PVC bajo el calor y la presión que se usan típicamente en la fabricación de tarjetas. Con la presente construcción, se puede unir directamente el material de reserva de tarjeta grueso de PVC a la película óptica de bloqueo de IR sin capas adicionales de adhesivo. No obstante, PETG es mucho más duro que los adhesivos de ZZ o Transiwrap KRTY. Cuando se somete a ensayo de descascarillado estándar, se produce la ruptura de MOF de forma inmediata.

Ejemplo 7

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|-----------------------|--|---------------------------|--|--|
| coPEN/PETG | Transilwrap 3/1 ZZ | 25 | 8 | 12 | 3M 0,1-0,2 |

15 El MOF del presente ejemplo usó los mismos materiales poliméricos, coPEN y PETG, que en los Ejemplos 5-6, en la siguiente construcción: había dos paquetes de micro-capas alternantes, presentando cada paquete 223 micro-capas, existiendo diferencias en el espesor de los paquetes en un factor de 1,6, estando unido cada paquete por medio de una capa de PETG de frontera de 2 micrómetros de espesor (que se fusiona en la mitad para formar una separación de 4 micrómetros entre los paquetes). Se sometió a co-extrusión una capa de 12 micrómetros de coPEN orientado en forma de capa de piel. El espectro de transmisión óptica del presente MOF, y del MOF del laminado de tarjeta, se muestran en la curva 82 de la Figura 7. La fuerza media de descascarillado sobre 10 bandas fue de 22,4 N/cm, sin rupturas de MOF.

Ejemplo 8

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|-----------------------|--|---------------------------|--|--|
| coPEN/PETG | Transilwrap 2/1 ZZ | 25 | 4 | 12 | 3M 0,1-0,2 |

25 El presente ejemplo usó la misma construcción y materiales poliméricos para MOF que en el Ejemplo 7, pero con adhesivo medible más blando. Aunque la capa de adhesivo ZZ en la presente construcción 2/1 debería ser la misma que en la construcción 3/1, pueden existir variaciones de un lote a otro en los valores de dureza del adhesivo. La fuerza media de descascarillado sobre 10 bandas fue de 25,6 N/cm, que es mucho más elevada que la del Ejemplo 7. Esto resulta coherente con el menor valor de dureza medido para el presente adhesivo. De nuevo, no ocurrieron rupturas en estos ensayos de descascarillado.

30

Ejemplo 9

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|---------------------|--|---------------------------|--|--|
| coPEN/PETG | Bemis 5214 | 75 | 33 | | 3M 0,3-0,4 |

5 El MOF del presente ejemplo usó la misma construcción y materiales que en los Ejemplo 5 y 6. Aunque no tan duro como el adhesivo del Ejemplo 6, la dureza del presente adhesivo (33 MPa), combinada con una excelente unión del presente adhesivo con la capa de imprimación, dieron como resultado una ruptura inmediata del coPEN/PETG MOF sobre todas las bandas de ensayo. Si se ajustara la unión del presente adhesivo a MOF hasta un valor más bajo por medio de cambio en el tipo de capa de imprimación, sería posible reducir o eliminar la ruptura de MOF usado en este caso.

Ejemplo 10

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|---------------------|--|---------------------------|--|--|
| coPEN/PETG | Quest PVC 4 (3/1) A | 25 | 19 | 12 | 3M 0,1-0,2 |

10 El MOF del presente ejemplo usó la misma construcción y materiales que en los Ejemplos 7 y 8. Bastante más blando que el adhesivo Bemis 5214, los laminados de tarjeta fabricados con adhesivo Quest 3/1 no presentaron ninguna ruptura de coPEN/PETG MOF durante los ensayos de descascarillado. Esto se encuentra en contraste con el Ejemplo 3 en el que 5 de los 10 laminados de PET/coPMMA preparados con este mismo adhesivo presentaron ruptura en los ensayos de descascarillado. La fuerza media de descascarillado fue de 9 N/cm, que es coherente con las fuerzas de descascarillado medidas en el Ejemplo 3 que usó la misma capa de imprimación sobre MOF.

Ejemplo 11

| Construcción de MOF | Nombre del adhesivo | Espesor de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Dureza del adhesivo (MPa) | Espesor de piel de adhesivo en cada lado (micrómetros) | Imprimación de MOF y espesor (micrómetros) |
|---------------------|----------------------|--|---------------------------|--|--|
| PET/coPMMA | Transilwrap KRTY 1-1 | 25 | No | 12 micrómetros | 3M 0,1-0,2 |

20 El Ejemplo 11 se llevó a cabo con todos los materiales del Ejemplo 1, incluyendo MOF, con la omisión de la capa de adhesivo en un lado del producto de Transilwrap. Se usó una capa de adhesivo especialmente construida, sobre la cual se revistió únicamente un lado de PET de 1 milésima de pulgada con el mismo adhesivo de KRTY que en el producto de KRTY 1-1-1-, para laminar el producto de PET/coPMMA para dar lugar a un laminado de tarjeta de PVC. Se colocó el lado revestido de KRTY de la construcción 1-1 mirando hacia MOF y el lado no revestido de PET mirando hacia PVC. Esto no generó una tarjeta apta para uso comercial ya que PVC no se une bien con PET, pero no obstante, se pudo fabricar un laminado con 50% menos de adhesivo que en el Ejemplo 1 para someter a ensayo el brillo, la transmisión y la claridad. Se sometió a presión el laminado durante 15 minutos a 285 °F a 100 PSI, similar a la de todos los ejemplos anteriores. Como se observa en la tabla siguiente de brillo y claridad, el brillo se redujo a menos de 9% y la claridad aumentó hasta 97. Debido a que el ensayo de descascarillado de los laminados de KRTY 1-1-1 del Ejemplo 1 dio como resultado la ruptura de MOF, un adhesivo más fino tal como la presente construcción 1/1, que podría estar fabricado con PVC como en los adhesivos 2/1 o 3/1 ZZ, únicamente daría como resultado una tarjeta de bloqueo de IR basado en PET/coPMMA menos robusta. No obstante, los resultados de los Ejemplos 7 y 8 muestran de forma clara que modificando el ajuste del material apropiado, se puede preparar una tarjeta basada en MOF que no se rompa durante el ensayo de descascarillado y que dé como resultado una tarjeta con durabilidad

superior y menos brillo. También se espera que el adhesivo más fino dé como resultado una menor formación de cabello de ángel durante la perforación de la tarjeta.

5 Se construyeron otras muestras de laminado usando la película óptica de multi-capa similar a la de los Ejemplos 5 y 6, pero se sustituyó PETG con PMMA. Las capas protectoras de frontera dentro de MOF fueron de coPEN; la capas de piel también fueron de coPEN y presentaron un espesor de 12 micrómetros. El adhesivo y la imprimación fueron los mismos que en el Ejemplo 1. Durante los ensayos de descascarillado, se rompieron las muestras inmediatamente. No se pudieron obtener mediciones valiosas.

10 Se obtuvieron los valores de brillo, transmisión y claridad sobre laminados de tarjeta de 0,75 mm de espesor, usando todos los adhesivos un instrumento Haze-gard Plus de BYK Gardner. El fabricante describe el parámetro de claridad como la medida de "calidad de semitransparencia".

Datos de brillo y claridad:

| Muestra | Brillo | Transmitancia | Claridad | Cabello de ángel |
|------------------------------------|-----------|---------------|-----------|----------------------|
| Bemis 5214 | 6,47 | 8,3 | 96,2 | No sometido a ensayo |
| Quest PVC 4 (3/1) A | 5,32-7,27 | 83,6-89,2 | 96,8-98,1 | Ninguno |
| Transilwrap ZZ | 8,37-12 | 81,7-86,2 | 98 | Bajo |
| Transilwrap KRTY 1-1-1 | 14-41,5 | 79-83 | 71,4-93,5 | Alto |
| Transilwrap KRTY 1-1 | 8,2-8,9 | 83-84 | 97 | No sometido a ensayo |
| coPEN/PETG MOF w/PVC, sin adhesivo | 6,89 | 85,4 | 97 | No sometido a ensayo |

15 A continuación se presenta el sumario en forma de tabla de la Dureza y del Módulo Elástico. También se sometió a ensayo fluorel, polímero genérico en la sección-x como comprobación de la exactitud del método de medición. El valor nominal es de aproximadamente 21 MPa.

| Muestra de adhesivo | Arriba Abajo | Arriba Abajo | Sección-x | Sección-x |
|------------------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|
| | Módulo E medio (Mpa) | Dureza H (Mpa) | Módulo E medio (Mpa) | Dureza H (Mpa) |
| Transilwrap 2/1 ZZ | 45 ± 20 | 4 ± 2 | | |
| Transilwrap 3/1 ZZ | 67 ± 30 | 8 ± 3 | 86 ± 10 | 10 ± 1 |
| Transilwrap KRTY 1-1-1 | 129 ± 20 | 9 ± 2 | 106 ± 2 | 5 ± 1 |
| Quest PVC 4(3/1) A | 172 ± 40 | 19 ± 4 | 198 ± 40 | 11 ± 2 |
| Bemis 5214 | 320 ± 10 | 33 ± 2 | | |
| Pieles de PETG | 1,960 ± 40 | 138 ± 3 | | |
| Fluorel std. | | | 34 | 1,33 |

20 En resumen, el uso de una capa de adhesivo más fina, y la opción de escoger a partir de una variedad de adhesivos, puede proporcionar una tarjeta con una claridad mejorada y menores problemas de fabricación. La elección apropiada de la construcción de MOF puede mantener las propiedades físicas aceptables tales como resistencia al deslaminado y capacidad para pasar los ensayos de flexión estándar. Para contrarrestar el efecto de preparación del adhesivo más fino, se puede fabricar bien una capa de piel de MOF con mayor resistencia a la tracción, o bien se puede incrementar la adhesión entre capas de las capas de MOF. Las capas de piel del producto laminado de película de IR existente se encuentran actualmente a aproximadamente 35% (15% en cada lado) del espesor total de película. Un aumento importante de 2 veces o más de su espesor resulta difícil de conseguir y la

relación de linealidad de espesor de piel/ruptura de película a espesor elevado de piel resulta aún desconocida. Por este motivo, se estudiaron combinaciones de materiales poliméricos que tenían una cohesión más elevada que el sistema PET/acrílico. Se ha identificado el par de polímero de coPEN/PETG para su uso en una construcción de película de multi-capa óptica con mejor adhesión entre las capas en comparación con el sistema PET/acrílico.

- 5 Las fuerzas de descascarillado descritas anteriormente se refieren a la unión entre la capa de adhesivo y la superficie externa, o la capa de piel, de la película óptica de multi-capa. Si la adhesión entre las capas de la película óptica de multi-capa es demasiado baja, las fuerzas sobre la capa de piel provocan que ésta se mueva fuera del resto de las capas ópticas, dando lugar a la ruptura de la película óptica. Para medir los valores de adhesión entre capas de las capas de películas óptica por sí mismas, se puede laminar la película sobre ambos lados hasta otra película, tal como, por ejemplo, una película adhesiva de Transilwrap 3/1 zz o 3/1 KRTY, mirando las capas de PVC hacia afuera. Tras el laminado y el corte en bandas, se puede hacer una incisión en las bandas con una cuchilla de manera que el corte penetre en las capas de película óptica. A continuación, se puede doblar la banda a lo largo del corte hasta que chasque, dando lugar a deslaminado a lo largo de algunas fronteras entre las capas de la película óptica. A continuación, se puede llevar a cabo un ensayo de descascarillado de 90° o 180° con la muestra resultante.
- 10
- 15 Es preciso tener precaución en la fabricación de la película de multi-capa de coPEN/PETG para garantizar una elevada adhesión entre las capas. Incluso cuando coPEN y PETG son materiales similares en el sentido de que ambos son co-poliésteres y la red moldeada sometida a extrusión presenta una adhesión entre capas extremadamente elevada, es preciso controlar de manera apropiada las condiciones de orientación para garantizar que la película acabada también presenta una adhesión similar entre las capas. Típicamente, el proceso de orientación implica proporciones de estiramiento de aproximadamente 3 a 1 o más, en cada dirección dentro del plano. Esto da lugar a una reducción de diez veces o más de los espesores de todas las capas, incluyendo la zona de mezcla entre las capas de las capas adyacentes. Las capas de índice elevado también están diseñadas para cristalizar tras la orientación, lo que puede afectar a la resistencia cohesiva del material dentro de una capa sencilla. De este modo, el proceso de orientación de la película puede tener como resultado la reducción de las fuerzas cohesivas que resisten al deslaminado de una película de multi-capa orientada en comparación con la adhesión entre las capas de la red moldeada.
- 20
- 25

Los inventores han encontrado que la orientación entra capas de las películas de multi-capa de coPEN/co-poliéster orientadas mejora con temperaturas de termo-fijación (recocido) más elevadas y tiempos de termo-fijación más prolongados tras el estirado. Se puede aumentar la temperatura de termo-fijación tras el estirado hasta que la película se funda en el estirado, o se vuelva demasiado frágil para ser manipulada una vez que abandona el estirado. Temperaturas de control típicas en la zona de termo-fijación para PET, PEN o cualquiera de los coPENs del estirado son de aproximadamente 230 °C a 245 °C. La termo-fijación muy por debajo de este intervalo puede dar como resultado una menor cohesión de película de multi-capa, dependiendo de las temperaturas de estirado.

30

- 35 En resumen, se ha encontrado que temperaturas de termo-fijación más elevadas y tiempos de termo-fijación más prolongados mejoran la adhesión entre capas de la película de coPEN/PETG, estando los límites de temperatura y tiempo determinados por vía experimental mediante la observación de la uniformidad de película y las propiedades mecánicas tales como retracción térmica.

- 40 Típicamente, las películas orientadas se retraen cuando se re-calientan posteriormente por encima de sus valores de transición vítrea. Típicamente, los valores de retracción son reducidos por medio de temperaturas de termo-fijación más elevadas y tiempos de termo-fijación más prolongados. Esto puede provocar problemas de laminado de la tarjeta si los materiales de la tarjeta como tales, por ejemplo capas de PVC gruesas, presentan valores de retracción más elevados que los de la película óptica. Posteriormente, la película se puede rizar a medida que se retrae todo el laminado en las dimensiones laterales. Típicamente, dichas cuestiones de retracción se pueden resolver por medio de la variación de los parámetros de procesado de la tarjeta tales como velocidades de calentamiento, temperaturas de prensado y presiones y velocidades, presiones y temperaturas de enfriamiento. La selección de las calidades de PVC u otros materiales de lámina que se adaptan de manera más estrecha a las velocidades de retracción de la película óptica también puede reducir la tendencia de la película a rizarse durante la fabricación de la tarjeta.
- 45

Selección del adhesivo

- 50 Aunque existe una amplia variedad de adhesivos blandos y claros que exhiben bajo brillo, el número de dichos adhesivos que se puede usar bajo presiones de 100 a 200 psi a temperatura elevada tal como 285 °F (141 °C) y que se unen bien por un lado a PVC y por otro a poliésteres, es bastante reducido. Los adhesivos blandos descritos anteriormente exhiben cierto brillo, y por tanto se deberían usar con espesores mínimos con el fin de construir la tarjeta con elevada claridad y buenas propiedades de perforación. Se puede minimizar la capa de adhesivo si se usa una construcción de doble lado tal como adhesivos Transilwrap 3/1 zz, 2/1 zz o Quest 3/, como se muestra en la Figura 6. En esa figura, el laminado 70 de filtro IR comprende capas 72a, 72b de PVC externas y finas (de espesor menor que 5 milésimas de pulgada, típicamente de 1 a 2 milésimas de pulgada), capas adhesivas 76a, 76 b, capas de imprimación 78a, 78b y MOF 74. El requisito de espesor mínimo da como resultado la necesidad de un MOF con buena cohesión de capas.
- 55

Materiales alternativos

Se puede incorporar MOF a las tarjetas fabricadas a partir de materiales diferentes de PVC. Los requisitos del adhesivo son como se ha descrito anteriormente. Se debe usar un adhesivo relativamente grueso (mayor que aproximadamente 10 micrómetros) y blando (menor que 30 MPa) en combinación con un MOF con una cohesión entre capas relativamente elevada tal como los ejemplos de coPEN/PETG descritos anteriormente. Los materiales comunes útiles para dichas tarjetas son PETG y polipropileno. A partir de los ejemplos anteriores, se sabe que los mismos adhesivos descritos en el presente documento para la unión de MOF también se unen a PETG. Para polipropileno, puede ser necesario un tratamiento superficial apropiado tal como descarga de corona y capa de imprimación. También se pueden incorporar capas de poliéster orientadas, en la tarjeta con el fin de reducir el contenido de PVC, consiguiéndose la unión a las capas gruesas de material de reserva de la tarjeta por medio de capas de imprimación apropiadas tales como, por ejemplo, sulfopoliésteres, o capas de PETG sometidas a co-extrusión. Además, el laminado de filtro de IR de la Fig. 6 puede estar formado completamente por materiales libres de PVC, pero también se puede usar bien con materiales de reserva de tarjetas de PVC o que no son de PVC, dependiendo de las necesidades o requisitos del fabricante.

15 **Glosario de términos escogidos**

"Tarjeta", para los fines de la presente solicitud, significa un producto rígido, sustancialmente liso que es suficientemente pequeño para uso personal. Ejemplos incluyen, pero no se limitan a, tarjetas para transacciones financieras (incluyendo tarjetas de crédito, tarjetas de débito y tarjetas inteligentes), carnés de identidad y tarjetas sanitarias.

20 "Infra-rojo" o "IR", para los fines de la presente solicitud, se refiere a una radiación electromagnética cuya longitud de onda es de aproximadamente 700 nm o más. Por supuesto, esto incluye, pero sin limitarse a, longitudes de onda del infra-rojo próximo de aproximadamente 700 nm a aproximadamente 2500 nm.

"Película óptica de multi-capa", para los fines de la presente solicitud, se refiere a una película que comprende una pila de capas que reflejan la radiación electro-magnética por medio de interferencia constructiva. Las películas ópticas de multi-capa ejemplares puede ser completamente poliméricas en cuanto a composición desde el punto de vista de facilidad de fabricación, manipulación y aptitud de adaptación. Los polarizadores reflectantes colestéricos y espejos también son considerados película óptica de multi-capa para los fines de la presente solicitud.

"Banda de reflexión", para los fines de la presente solicitud, significa una región espectral de reflectancia relativamente elevada unida por un lado por medio de regiones de reflectancia relativamente baja.

30 "Luz visible", para los fines de la presente solicitud, significa radiación electromagnética cuya longitud de onda se encuentra dentro del intervalo de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 700 nm.

"Tarjeta de transmisión de luz visible" o "tarjeta VLT", para los fines de la presente solicitud, significa una tarjeta que presenta al menos un área a través de la cual se transmite al menos una parte de la luz visible, presentando preferentemente dicho área una transmisión media (medida con una esfera integradora para recoger toda la luz dispersada en las direcciones frontal a través de la tarjeta) dentro del intervalo de 400 a 700 nm de al menos 50%, más preferentemente de al menos 70% o incluso 80%. Nótese que la presente definición de "tarjeta transparente" también engloba tarjetas que pueden presentar una cantidad sustancial de brillo (y por tanto ser translúcidas) y tarjetas que son teñidas o coloreadas, tal como mediante la incorporación de un colorante o pigmento, o mediante la colocación apropiada de una banda de reflexión de una película óptica de multi-capa.

40 "Módulo elástico" y "dureza" de los distintos adhesivos presentados en el presente documento, para los fines de la presente solicitud, significa las propiedades medidas por medio del Método de Nano-indentación descrito anteriormente. Con este método, que implica el uso de una micro-sonda, se pueden medir el módulo y la dureza de la capa de tarjeta sobre su superficie libre antes del laminado, o en el borde del laminado de tarjeta.

45 Antecedentes/Procedimiento - antes del ensayo, se montan las muestras sobre cilindros de aluminio de 3/4 e pulgada (1,905 cm) de diámetro que sirven como fijaciones en una etapa de traslación Nano DCM. (Nano Indenter XP de MTS Nano Instruments, Minneapolis, MN o Berlin Alemania). Para todos los experimentos se usa una sonda de Berkovich de diamante. La velocidad de carga nominal se fija en 10 nm/s con un punto de referencia de desplazamiento espacial de 0,3 nm/s máximo. Se usa un experimento a velocidad de deformación constante a 0,05/s hasta una profundidad de 1500 nm, para someter a ensayo, en forma de películas tal y como fueron recibidas en un modo de arriba-abajo. Se someten a ensayo las muestras de corte transversal hasta una profundidad de 500 nm. La región objeto de caracterización se encuentra ubicada como se observa arriba-abajo tal como se aprecia en una pantalla de video con 400 aumentos. Se escogen la zonas de ensayo localmente con un aumento de video de 400 de XP para garantizar que las regiones sometidas a ensayo sean representativas del material de muestra deseado, es decir, se encuentren libres de huecos, inclusiones o defectos. Además, se comprueba la alineación del eje óptico - eje del indentador y se calibra antes de someter a ensayo por medio de un proceso iterativo en el que se llevan a cabo las indentaciones de ensayo en un estándar de cuarzo fundido, con una corrección de error proporcionada por el soporte lógico en el XP.

5 Mediciones de nano-indentación - se coloca la superficie de la muestra por medio de una función de búsqueda superficial en la que la sonda se aproxima a la superficie con una tenacidad de muelle al aire que varía de forma significativa cuando se encuentra la superficie. Una vez que se encuentra la superficie, se adquieren los datos de desplazamiento a medida que la sonda indenta la superficie. Posteriormente, los presentes datos son transformados en Dureza y propiedades del material del Módulo Elástico basándose en la metodología descrita anteriormente. Se repite el experimento en diferentes áreas de la muestra de manera que se pueda llevar a cabo la evaluación estadística de las propiedades mecánicas.

10 Determinación del "Módulo Elástico" - el Módulo Elástico determinado directamente a partir de los datos de carga-desplazamiento es un Módulo de material compuesto, es decir el Módulo del sistema mecánico indentador-muestra. El Módulo del material compuesto para los presentes experimentos de indentación de desplazamiento-carga se puede determinar a partir de:

$$S = 2\beta\sqrt{\frac{A}{\pi}}F$$

en la que

15 "S" es la tenacidad de contacto, determinada por medio de un Método-Tenacidad-Continuo de MTS Nano Instrument, resolviendo la ecuación diferencial relacionando una función de fuerza periódica

$$f(t, \omega) = kx + b\frac{dx}{dt} + m\frac{dx^2}{dt^2}$$

20 con los coeficientes del sistema mecánico muestra-indentador, es decir en los componentes dentro de fase-fuera de fase de la respuesta de desplazamiento con respecto a la función de fuerza, dando lugar a una constante de muelle dentro de la fase k, (es decir la tenacidad - área de contacto adicional) y un coeficiente de amortiguamiento de fuera de fase, b. La frecuencia de excitación por defecto para estos ensayos es de 75 Hz.

"A" es el área de contacto (m^2), asumiendo que la indentación replica la forma del indentador durante el proceso de indentación, la geometría del indentador se moldea por medio de la geometría analítica de manera que el área proyectada, $A = h^2 +$ otros términos de orden superior, en la que h es la profundidad de desplazamiento, y los otros términos de orden superior se miden de forma empírica.

25 " β " = 1,034 para los indentadores de Berkovich.

"F" es el Módulo de Material Compuesto [Gpa].

Posteriormente, el Módulo Elástico del material de la muestra (E) se obtiene a partir de:

$$1/F = (1-u^2)/K+(1-v^2)/E$$

en la que

30 "u" es la Proporción de Poisson del indentador de diamante = 0,07

"K" es el Módulo Elástico del indentador de diamante = 1141 GPa

"v" es la Proporción de Poisson de la muestra (se debe realizar una suposición en este caso ~ 0,4 para estas muestras)

35 "Dureza" - la dureza se define como la tensión de contacto umbral, expresada en giga o mega Pascales, para el comienzo del flujo plástico de la muestra de ensayo. Se expresa como:

$$H = P/A$$

en la que

"H" es la Dureza [Gpa];

"P" es la carga necesaria para el flujo plástico; y

40 "A" es el área de contacto plástica.

REIVINDICACIONES

1.- Una tarjeta, que comprende:

una primera y segunda capas poliméricas (56a, 56b) que presentan cada una un espesor de al menos 125 μm (5 milésimas de pulgada);

5 una película óptica de multi-capa colocada entre las capas poliméricas primera y segunda, presentando la película una banda de reflexión infra-roja con incidencia normal; y

una pluralidad de capas adhesivas (76a, 76b) entre la película óptica de multi-capa y las capas poliméricas primera y segunda, en la que las capas adhesivas presentan un espesor de al menos aproximadamente 13 μm (0,5 milésimas de pulgada) y presentan una dureza menor que aproximadamente 30 Mpa;

10 en la que la película óptica de multi-capa comprende capas alternantes de coPEN y un copoliéster que comprende PETG.

2. La tarjeta de la reivindicación 1, en la que la tarjeta se encuentra considerablemente libre de poli(cloruro de vinilo) (PVC).

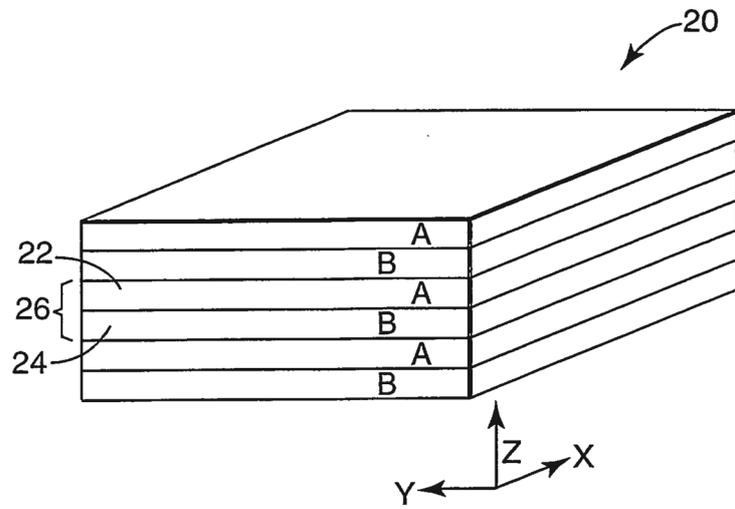


Fig. 1

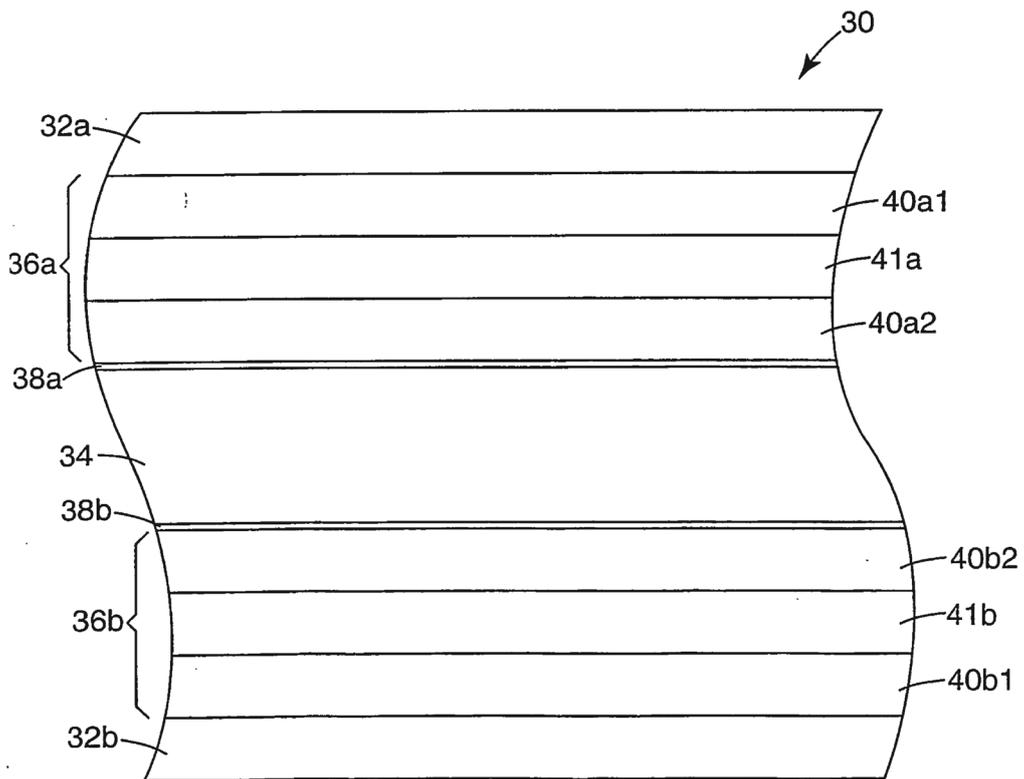


Fig. 2

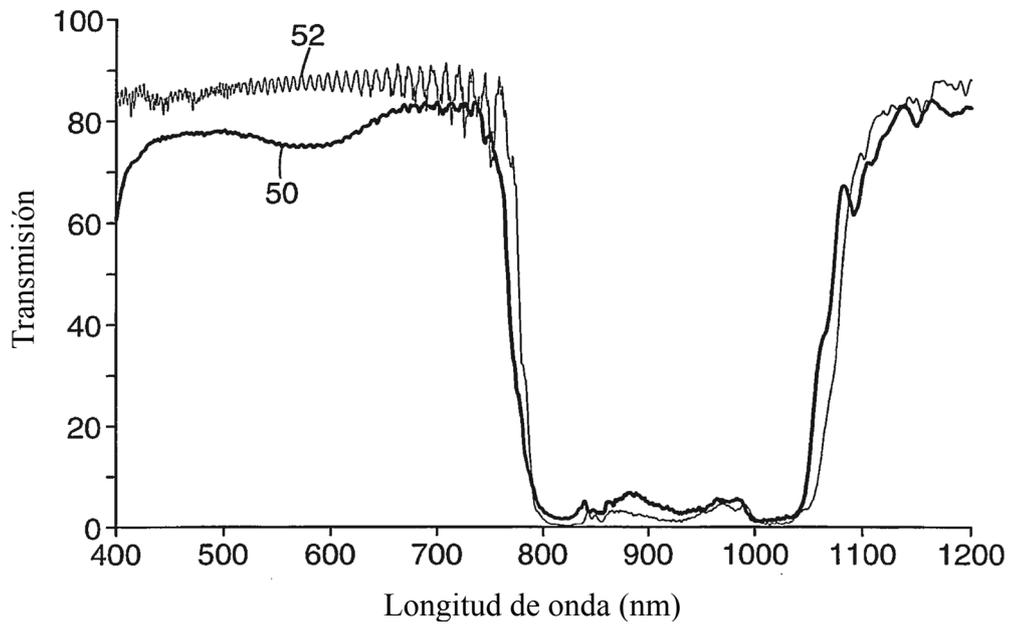


Fig. 3

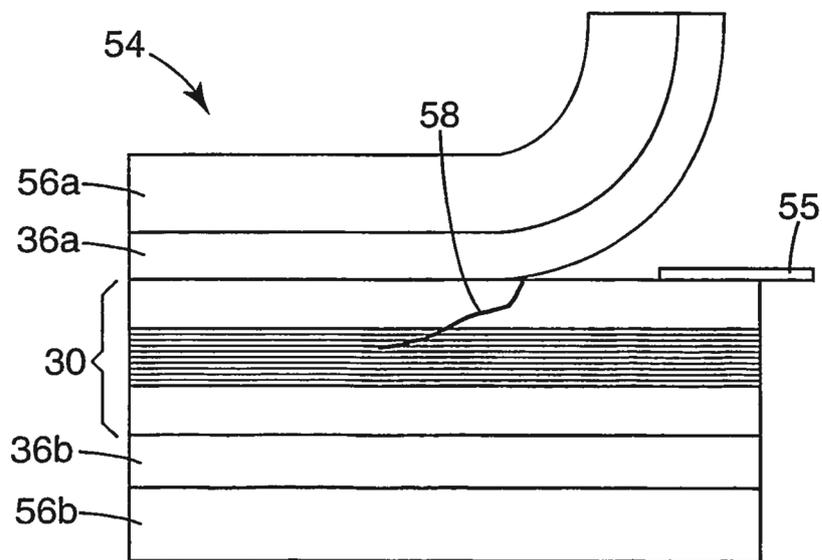


Fig. 4

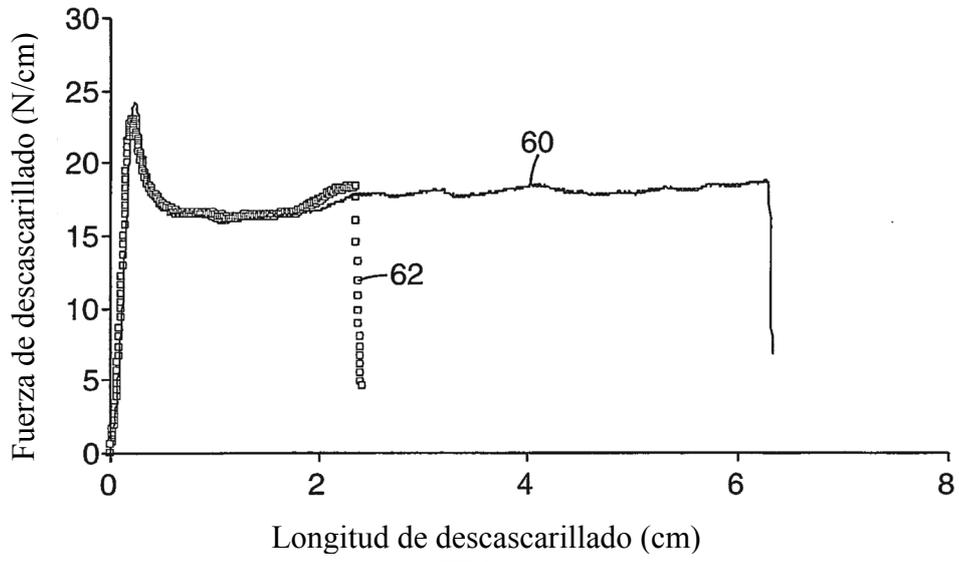


Fig. 5

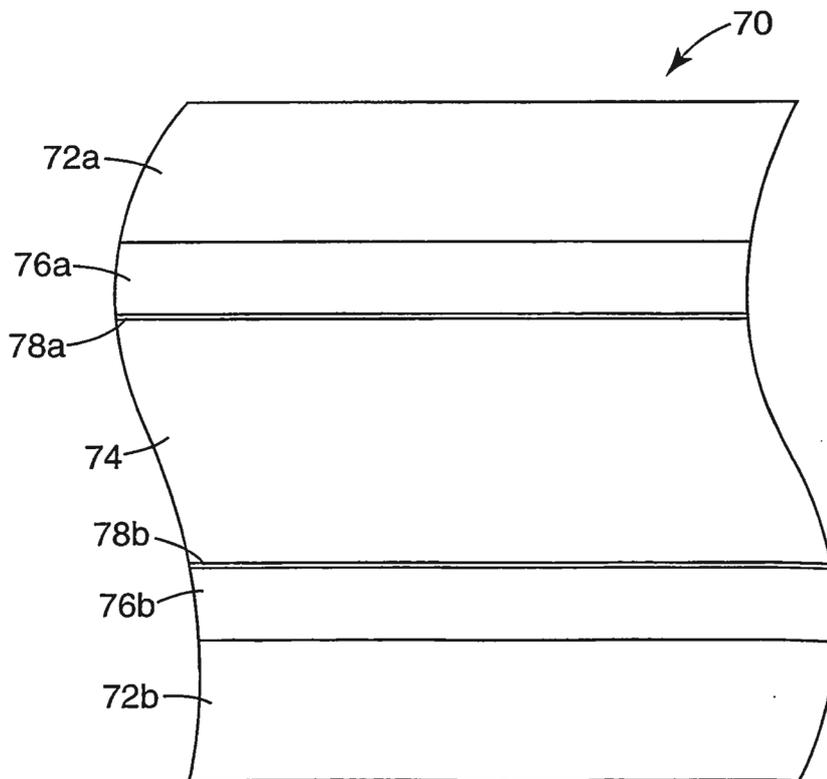


Fig. 6

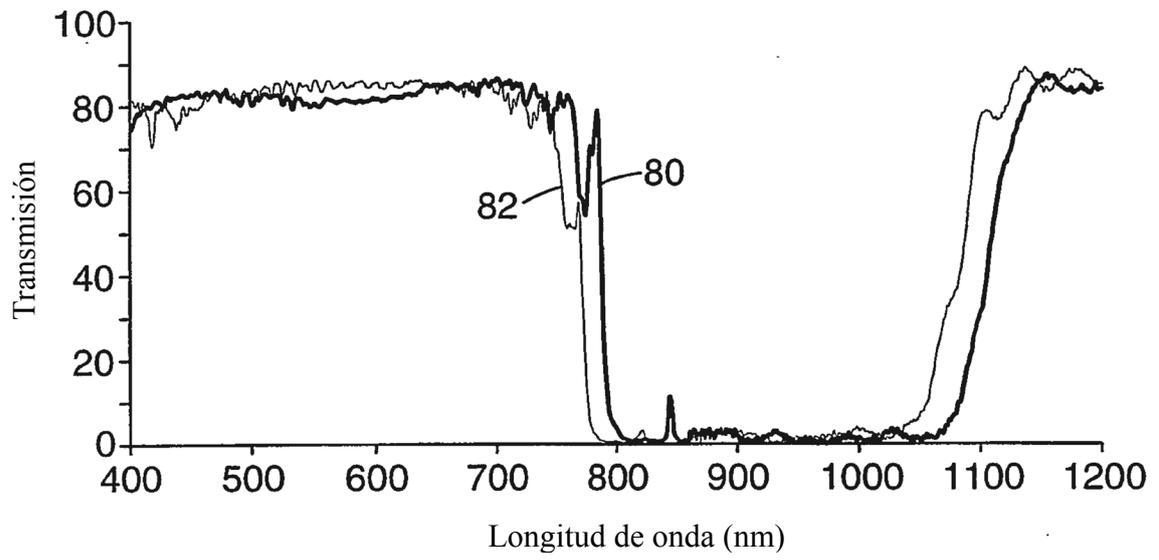


Fig. 7