

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 941 794**

51 Int. Cl.:

G02B 1/10 (2006.01)
G02B 1/115 (2015.01)
C03C 17/34 (2006.01)
B32B 17/06 (2006.01)
B60J 1/00 (2006.01)
B32B 17/10 (2006.01)
G02B 1/14 (2015.01)
C09J 7/22 (2008.01)
C09J 7/38 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2017 PCT/US2017/044438**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.02.2018 WO18023032**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2017 E 17835362 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2023 EP 3491431**

54 Título: **Banda óptica de baja reflectancia y método de fabricación correspondiente**

30 Prioridad:

28.07.2016 US 201662367845 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.05.2023

73 Titular/es:

**RACING OPTICS, INC. (100.0%)
7200 Montessouri Street Suite 100
Las Vegas, Nevada 89113, US**

72 Inventor/es:

**WILSON, BART E. y
WILSON, STEPHEN S.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 941 794 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

Banda óptica de baja reflectancia y método de fabricación correspondiente

Campo técnico

5 Esta solicitud generalmente se refiere a bandas ópticas. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a bandas ópticas recubiertas con recubrimientos de película no delgada para reducir la reflectancia.

Antecedentes

Se pueden usar ventanas ópticas para proteger la cara y los ojos de un usuario de salpicaduras, desechos y otros proyectiles que pueden dañar la cara y los ojos del usuario y al mismo tiempo permitir que el usuario vea claramente a través de la ventana. Por ejemplo, los cascos, las máscaras faciales, las gafas, los parabrisas y similares se utilizan en una variedad de entornos diferentes, como carreras (por ejemplo, caballos, automóviles, motocicletas, bicicletas, etc.), talleres y laboratorios, y entornos quirúrgicos, por nombrar solo unos pocos. En muchos de estos entornos, pueden acumularse salpicaduras y otros desechos en el artilugio óptico, ocluyendo así el campo de visión del usuario. Es más, además de los problemas causados por una ventana sucia, el deslumbramiento causado por los reflejos de la luz en la ventana también puede inhibir la capacidad de ver con claridad del usuario. En muchos de estos entornos, tales disparidades visuales pueden presentar serios problemas de salud y seguridad. Por ejemplo, en entornos que involucran viajes a alta velocidad (p. ej., carreras) o esfuerzos técnicos complicados (procedimientos médicos), las obstrucciones visuales causadas por salpicaduras o deslumbramiento pueden tener un impacto negativo en el rendimiento y provocar accidentes o errores inoportunos que pueden suponer riesgos graves.

Con respecto a los problemas de visibilidad causados por salpicaduras y desechos, no siempre es posible o eficaz simplemente limpiar las salpicaduras para despejar el campo de visión. Por ejemplo, los pilotos de carreras y los cirujanos con frecuencia no tendrán una mano libre o una toalla disponible para limpiar su artilugio óptico, e incluso si la tuvieran, tal limpieza aún podría manchar o dejar residuos que podrían ocluir el campo de visión. Una técnica para ayudar a estas personas a despejar su campo de visión consiste en proporcionar lentes desprendibles en el protector ocular. De esta manera, los usuarios pueden quitar una capa de lente desprendible más externa cuando se ensucia, exponiendo así una capa limpia debajo para proporcionar un campo de visión claro. Más lentes desprendibles en el artilugio óptico brindan más oportunidades para que el usuario despeje su campo de visión; sin embargo, cada capa en una pila de lentes desprendibles puede contribuir aún más al deslumbramiento generado.

El deslumbramiento y la reflectancia de una superficie óptica se pueden reducir empleando un recubrimiento antirreflectante (recubrimiento AR) en la superficie óptica. Los recubrimientos AR generalmente consisten en muchas estructuras de película delgada transparente que tienen capas alternas de índice de refracción contrastante. En este sentido, "películas delgadas" no es un término relativo, sino que se refiere a películas que tienen un grosor del orden de la mitad de la longitud de onda de la luz visible, o menos. Por ejemplo, las películas delgadas pueden referirse a películas que tienen un grosor entre 50 nm y 250 nm (0.05 micrómetros a 0.25 micrómetros) o incluso más delgadas. Las capas de película delgada que se eligen para formar el recubrimiento AR se seleccionan para producir una interferencia destructiva en los haces reflejados desde las superficies e interferencia constructiva en los correspondientes haces transmitidos. Si bien estos recubrimientos AR pueden ser eficaces para reducir los reflejos, también son costosos de producir y aplicar. Por ejemplo, los recubrimientos AR de película delgada generalmente se aplican en un entorno de vacío o mediante recubrimiento por rotación. Sin embargo, los entornos de vacío para el procesamiento son muy caros y excluyen el uso comercial de lentes desechables de área grande. Y el recubrimiento por rotación es adecuado para su aplicación en sustratos pequeños y redondos que tienen un área de menos de 0.093 m² (un pie cuadrado), pero no es viable para el procesamiento de banda. Además, los recubrimientos AR de película delgada se someten a cambios de color, de modo que cuando se ven desde ángulos, los recubrimientos AR tienden a proporcionar un matiz o tinte de color (p. ej. matiz violeta), que de manera no deseable puede alejar el visionado en entornos donde una visión clara es primordial. En consecuencia, el uso de recubrimientos AR para reducir el deslumbramiento en bandas ópticas o productos formados a partir de las mismas, en material laminado como pilas de lentes desprendibles, o en otros materiales desechables como escudos y ventanas desechables, no es una técnica rentable para reducir los reflejos. El documento US2015/0359675 A1 da a conocer un protector ocular que incluye una lente configurada para proteger al usuario de los proyectiles, y una pila ópticamente transparente unida a la lente.

50 Compendio

Esta solicitud describe ejemplos de bandas ópticas y métodos relacionados de fabricación y uso. Las bandas ópticas comprenden una o más capas que se pueden aplicar o usar como artilugio óptico protector u otra estructura óptica protectora, como gafas, un escudo facial, una máscara, un casco, anteojos, una ventana, un parabrisas o similares. Las bandas ópticas se diseñan para reducir, limitar, minimizar o reducir de otro modo el deslumbramiento o los reflejos a través de las bandas.

En términos generales, las bandas ópticas incluyen una capa de sustrato y una pila de recubrimiento aplicada a uno o ambos lados del sustrato. Las pilas de recubrimiento pueden incluir una o más capas de recubrimiento óptico. El sustrato tiene un índice de refracción que, por sí mismo, reflejaría una cierta cantidad de luz, lo que provocaría un

deslumbramiento al verlo. Las pilas de recubrimiento se disponen con capas de recubrimiento óptico que tienen un índice de refracción más bajo que el del sustrato. Los recubrimientos se disponen de manera que no se aplique aire u otras superficies entre las diversas capas. Cuando la pila de recubrimiento incluye varias capas de recubrimiento, los índices de refracción de cada una de las capas de recubrimiento óptico se seleccionan de modo que los índices de refracción disminuyan monótonamente desde el sustrato hasta la superficie exterior (es decir, el índice de refracción disminuye de una capa a otra moviéndose desde el sustrato hacia fuera, sin aumentar). Por lo tanto, cada capa de recubrimiento óptico sucesiva hacia el exterior tiene un índice de refracción más bajo que el de la capa de recubrimiento a la que se aplica. De esta forma, la capa de recubrimiento más exterior tiene el índice de refracción más bajo de la pila de recubrimiento. Este índice de refracción decreciente monótono ayuda a reducir el deslumbramiento generado por la banda óptica. Es decir, el deslumbramiento generado por la banda óptica es menor que el deslumbramiento que resultaría del sustrato por sí mismo. La banda se puede proporcionar como una hoja o un rollo, o se puede cortar para darle forma, por ejemplo, para darle la forma de una ventana, una pantalla, un escudo u otra estructura.

En algunos ejemplos, las bandas ópticas se usan para formar material laminado multicapa. El material multicapa puede incluir dos o más capas de las bandas ópticas descritas anteriormente laminadas juntas con un adhesivo desprendible para que las capas puedan liberarse de la pila. De esta manera, el material multicapa se puede cortar en pilas multicapa, que luego se pueden usar como una ventana multicapa o aplicarse a la misma. En funcionamiento, cuando se desee (p. ej., cuando se ensucia), la capa más exterior de la pila se puede pelar o rasgar para revelar una capa posterior limpia, proporcionando así un campo de visión claro. En algunos ejemplos, la pila incluye múltiples capas que son todas iguales entre sí (por ejemplo, múltiples capas de las bandas ópticas descritas anteriormente laminadas entre sí), pero en otros ejemplos las capas de la pila pueden ser diferentes. Por ejemplo, la pila puede incluir una capa base que tenga un grosor mayor que el de las otras capas, proporcionando así rigidez a la pila para que la pila se pueda utilizar como ventana o escudo. El material laminado multicapa se puede proporcionar como una hoja o rollo de material, o se puede cortar en una forma, por ejemplo, la forma de un escudo o ventana. En algunos casos, el escudo se puede esterilizar (p. ej., utilizando esterilización gamma) y acoplarse a una prenda, como una prenda médica, donde se puede usar en un entorno médico estéril. La presente invención se refiere a una banda óptica laminada según la reivindicación 1 y un método de fabricación correspondiente según la reivindicación 13.

Breve descripción de los dibujos

- La Figura 1 es una vista en perspectiva de una banda óptica según los ejemplos descritos en esta solicitud.
- La Figura 2 es una vista en alzado lateral de la banda óptica de la Figura 1.
- La Figura 3 es una vista en alzado lateral de una banda óptica recubierta con una pila de recubrimiento según los ejemplos descritos en este documento.
- La Figura 4 es una vista en alzado lateral de una banda óptica recubierta con pilas de recubrimiento en los lados anterior y posterior según los ejemplos descritos en este documento.
- La Figura 5 es una vista en alzado lateral de una banda óptica que comprende una pila de capas ópticas laminadas según los ejemplos descritos en este documento.
- La Figura 6A muestra un rollo de material de banda óptica según los ejemplos descritos en este documento.
- La Figura 6B muestra el material de banda óptica de la Figura 6A convertido en ventanas ópticas.
- La Figura 6C muestra las ventanas ópticas de la Figura 6B unidas a una prenda.
- La Figura 7A es un diagrama que representa un método para fabricar una banda óptica según los ejemplos descritos en esta solicitud.
- La Figura 7B es un diagrama que representa otro método para fabricar una banda óptica según los ejemplos descritos en este documento.
- Las Figuras 8A y 8B son diagramas que demuestran el efecto de la reflectancia de la luz para un sustrato sin recubrir y un material de banda óptica recubierto con múltiples capas de recubrimiento.

Descripción detallada

Esta solicitud describe ejemplos de bandas ópticas y métodos relacionados de fabricación y uso. Las bandas ópticas comprenden múltiples capas, incluido un sustrato base y al menos una capa de recubrimiento. Los índices de refracción de las diversas capas disminuyen monótonamente desde el sustrato hacia el exterior, al menos en una dirección. Es decir, la capa de recubrimiento aplicada directamente al sustrato tendrá un índice de refracción más bajo que el sustrato, y cualquier capa de recubrimiento que se le aplique tendrá un índice de refracción aún más bajo, al igual que cada capa de recubrimiento sucesiva. Los recubrimientos y las pilas de recubrimiento se pueden aplicar a uno o ambos lados de un sustrato. Esta configuración permite que una banda óptica reduzca los reflejos y el deslumbramiento sobre el material del sustrato por sí misma sin depender de recubrimientos de película delgada

costosos y difíciles de aplicar.

Las bandas ópticas descritas pueden fabricarse sin emplear películas delgadas caras y frágiles o recubrimientos AR. Es decir, las capas de recubrimiento y el sustrato se pueden fabricar con grosores que son menos costosos de producir y ensamblar que las películas delgadas que forman los recubrimientos AR. En general, las capas de recubrimiento aplicadas al sustrato pueden ser al menos cuatro veces más gruesas que la longitud de onda de la luz visible. En algunos casos, las capas de recubrimiento pueden tener un grosor de al menos 2 micrómetros (es decir, 2 micrómetros o 2000 nm de grosor); sin embargo, dependiendo de la aplicación y el uso previstos y la tolerancia del coste, los recubrimientos pueden ser incluso más delgados, por ejemplo, 0,5 micrómetros. En general, las capas de recubrimiento descritas pueden lograr la reducción del deslumbramiento utilizando los principios de la refracción y la ley de Snell sin abordar ni tratar los problemas de interferencia de la película delgada.

Si bien las bandas ópticas descritas pueden fabricarse sin usar recubrimientos de película delgada, ciertos ejemplos aún pueden aplicar dichos recubrimientos AR de película delgada a las bandas. Por ejemplo, algunas bandas pueden incluir un recubrimiento AR aplicado directamente a una superficie de sustrato opuesta a las otras superficies recubiertas y, en otros casos, las bandas pueden incluir un recubrimiento AR encima de una capa de recubrimiento más exterior para brindar beneficios antideslumbrantes adicionales. Por ejemplo, la solicitud de patente provisional de EE. UU. n.º 62/367.845, titulada "Screen Protector", describe la aplicación de un recubrimiento AR aplicado a la parte inferior o superficie interior de un producto banda que se utiliza como protector de pantalla. A continuación se describen con más detalle ejemplos de un protector de pantalla de este tipo.

La ley de Snell (también conocida como ley de refracción) presenta fórmulas que describen la relación entre los ángulos de incidencia y refracción, cuando se refiere a la luz u otras ondas que pasan a través de un límite entre dos medios isotrópicos diferentes, como agua, aire, vidrio, polímeros u otras sustancias. En óptica, la ley se usa para calcular los ángulos de incidencia o refracción, y en óptica experimental para encontrar el índice de refracción de un material. El índice de refracción de un medio es una representación de cómo se propaga la luz a través del medio y está representado por la ecuación:

$$n = c/v$$

donde n es el índice de refracción del medio, c es la velocidad de la luz en el vacío y v es la velocidad de fase del medio ligero. Generalmente, un índice de refracción más alto significa que la luz viaja más lentamente a través del medio.

La ley de Snell establece que la relación de los senos de los ángulos de incidencia y refracción es equivalente a la relación de las velocidades de fase en los dos medios, o equivalente al recíproco de la relación de los índices de refracción. En una interfaz entre dos medios diferentes (p. ej., un sustrato y aire, un sustrato y un recubrimiento, una película y un adhesivo, etc.) la interfaz reflejará un porcentaje de luz, y ese porcentaje depende de la diferencia entre los índices de refracción de los dos medios y los ángulos de incidencia y refracción. En general, cuanto mayor sea la diferencia entre los índices de refracción de dos medios que forman la interfaz, más luz reflejará la interfaz. Para el caso de incidencia normal, donde tanto el ángulo de incidencia como el de refracción son cero, la reflectancia se puede medir elevando al cuadrado el cociente de la diferencia entre los índices de refracción de los dos materiales y sus sumas. En otras palabras, la reflectancia se puede representar mediante la siguiente ecuación:

$$R = \left| \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right|^2$$

Donde R es la reflectancia, y n_1 y n_2 son los índices de refracción respectivos de los dos materiales que forman la interfaz.

Normalmente, el índice de refracción del aire es de aproximadamente 1 (más específicamente, es de aproximadamente 1.0003). Debido a que el aire es un medio a través del cual viaja la luz, la superficie de cualquier sustancia óptica crea una interfaz que reflejará y refractará la luz. Y para los materiales utilizados como ventana, el material formará dos interfaces con el aire, en el lado anterior y posterior del medio, contribuyendo así a la reflectancia y el deslumbramiento dos veces. La Tabla 1 aplica la ecuación de incidencia normal anterior para demostrar el porcentaje de luz que será reflejada por un material que tenga un índice de refracción (n) particular cuando se vea a través del aire.

Tabla 1

IR del material	IR del aire	% de reflectancia desde una superficie	Reflectancia total de dos superficies
1.00	1.00	0	0.000 %
1.30	1.00	1.701 %	3.403 %
1.35	1.00	2.218 %	4.436 %
1.40	1.00	2.778 %	5.556 %
1.45	1.00	3.374 %	6.747 %
1.50	1.00	4.000 %	8.000 %
1.55	1.00	4.652 %	9.304 %
1.60	1.00	5.325 %	10.651 %
1.65	1.00	6.016 %	12.033 %
1.70	1.00	6.722 %	13.443 %

Como se muestra en la Tabla 1, mayores diferencias en el índice de refracción no solo producen una mayor reflectancia, sino que el aumento de la reflectancia no es lineal. Es decir, una diferencia en el índice de refracción de 0.3 da como resultado una reflectancia total de 3.4 %, pero al duplicar esa diferencia a 0.6 da como resultado una reflectancia total de 10.65 %, que es más de tres veces la reflectancia.

En determinadas circunstancias, puede ser necesario utilizar materiales con índices de refracción más altos para aplicaciones de tipo ventana. Por ejemplo, algunos equipos utilizados en un entorno médico, en particular para entornos relacionados con procedimientos quirúrgicos, deben esterilizarse y mantenerse estériles antes de su uso. Una técnica para esterilizar equipos consiste en exponer el producto a radiación gamma. Tal técnica puede ser particularmente útil, por ejemplo, para la esterilización de equipos que incluyen pilas de lentes laminadas multicapa porque la radiación gamma puede penetrar las capas y esterilizar las superficies de las lentes intermedias de la pila. Sin embargo, la radiación gamma tiende a hacer que ciertos materiales cambien de color o transparencia. Por ejemplo, la radiación gamma tiende a hacer que ciertos polímeros, como el policarbonato y el polimetacrilato de metilo (PMMA), se vuelvan amarillos, lo que hace que el producto no sea adecuado, o al menos deseable, para su uso en ciertas aplicaciones médicas. Los materiales como el poliéster (por ejemplo, BoPet) pueden resistir el tratamiento de radiación gamma sin decoloración, pero estos materiales tienden a tener un índice de refracción más alto y, por lo tanto, dan como resultado escudos/ventanas que reflejan más luz y generan más deslumbramiento. Este aumento del deslumbramiento puede ser un problema particular en entornos donde un cirujano u otro cuidador usa una lámpara de cabeza o una fuente de luz debajo del escudo para iluminar las áreas de trabajo, lo que a menudo se hace para mantener un entorno de trabajo estéril. Este aumento del deslumbramiento puede causar problemas de visibilidad para el cuidador que pueden generar riesgos graves para la salud y la seguridad.

Esta solicitud divulga una técnica para reducir el deslumbramiento en bandas ópticas y productos relacionados que se pueden usar sin usar AR u otros recubrimientos de película delgada. Las aplicaciones descritas reducen los reflejos colocando capas de recubrimientos de película no delgada sobre un sustrato de manera que los recubrimientos tengan índices de refracción más bajos que el sustrato. Cuando se usa más de una capa de recubrimiento, los recubrimientos se aplican de modo que los índices de refracción disminuyan monótonamente desde el sustrato hacia la interfaz banda-aire. Si bien la adición de capas de recubrimiento puede aumentar la cantidad de interfaces que generarán reflejos, diferencias más pequeñas entre los índices de refracción darán como resultado que se refleje menos luz en cada interfaz. Debido a que los índices de refracción más grandes tienen un mayor efecto sobre la reflectancia, la configuración de capas monótonas da como resultado una reducción en la reflectancia de la luz.

Como se ha indicado, esta solicitud describe ejemplos de bandas ópticas y productos fabricados a partir de bandas ópticas. En este sentido, las bandas se refieren a un material largo, delgado y flexible. Las bandas pueden ser láminas continuas y una sola banda puede tener un área superficial significativamente grande, particularmente con respecto a otros componentes ópticos como lentes de cámaras, anteojos y similares. Las bandas ópticas descritas se pueden proporcionar en una hoja o en un rollo de material y se pueden convertir posteriormente en varios productos ópticos, como lentes, ventanas, escudos, cubiertas o similares. Alternativamente, las bandas ópticas descritas pueden referirse a productos ópticos que ya han sido cortados o formados para dar forma. Por ejemplo, las bandas ópticas descritas en esta memoria pueden referirse a un rollo de material de banda, una hoja de material de banda, un escudo facial o parabrisas cortado o moldeado a partir de material de banda, o similar.

El término "bandas ópticas" tal como se describe en esta memoria puede referirse a una única capa de banda (sin incluir recubrimientos como "capa" en este sentido). El término también puede referirse a pilas formadas a partir de múltiples bandas ópticas laminadas juntas para formar pilas. En algunos casos, estas pilas de bandas ópticas se laminan de una manera que permite que las capas superiores de la banda se desprendan o se separen de las capas restantes. Las capas de banda óptica individuales de las pilas laminadas pueden ser idénticas entre sí, pero en algunos casos son diferentes. Por ejemplo, la banda óptica puede incluir una pila que tiene una capa de banda base y una o más capas de banda liberables laminadas a la capa base. La capa de banda base puede tener un grosor o una rigidez mayor que la de las otras capas de banda. En tal caso, la pila de banda óptica laminada resultante puede ser adecuada

para usarse como producto final, como una máscara facial, que puede aplicarse a una prenda como una capucha, o insertarse en un marco de un conjunto de gafas. Además y/o alternativamente, el producto de banda óptica se puede aplicar a ventanas preexistentes, como un conjunto de gafas preexistente o una máscara facial preexistente, por ejemplo, mediante un adhesivo aplicado a un nivel inferior de la pila. De cualquier manera, ya sea que se aplique a una ventana preexistente o que sirva como una ventana en sí misma, las capas individuales de la pila se pueden laminar a través de un adhesivo desprendible que permite al usuario desprender y quitar la lente más exterior, exponiendo así una lente inferior para proporcionar un campo de visión claro.

Las bandas ópticas se pueden usar en artillugio óptico protector u otras estructuras ópticas protectoras, como gafas, escudos faciales, máscaras, cascos, anteojos, ventanas, parabrisas o similares. Las bandas ópticas pueden esterilizarse, por ejemplo, usando técnicas de esterilización química y/o gamma, y usarse en un entorno estéril, como un entorno quirúrgico o similar. Las bandas ópticas se diseñan para reemplazar otras bandas o sustratos que no están recubiertos de la manera descrita en este documento, de manera que la banda óptica reflejaría menos luz que el sustrato solo.

En un ejemplo, una banda óptica comprende un sustrato que incluye un material óptico (por ejemplo, un polímero) que es claro o transparente. A lo largo de esta solicitud, debe entenderse que el término "transparente" se refiere a material que puede verse a través. Si bien el término puede referirse a material que es perfectamente transparente, también abarca otros materiales transparentes que incluyen materiales teñidos, materiales coloreados, materiales translúcidos, materiales borrosos o esmerilados y similares.

El sustrato tiene un valor de índice de refracción, que suele ser mayor que el índice de refracción del aire (es decir, aproximadamente 1.00). La banda óptica incluye un primer recubrimiento óptico aplicado a un lado (por ejemplo, el lado anterior) del sustrato. El primer recubrimiento óptico también se puede fabricar a partir de un material óptico (p. ej., un polímero) que sea claro, transparente o se vea a través de otro modo. El primer recubrimiento óptico tiene su propio valor de índice de refracción, diferente al del sustrato. Por ejemplo, el primer recubrimiento óptico puede tener un valor de índice de refracción menor que el del sustrato pero aún mayor que 1.00.

En algunos ejemplos, el primer recubrimiento óptico también se aplica al lado opuesto (por ejemplo, el lado posterior) del sustrato. Sin embargo, en otros ejemplos, el lado opuesto se puede recubrir con un recubrimiento óptico diferente, o no recubrir en absoluto. Por ejemplo, el lado opuesto del sustrato se puede recubrir con un segundo recubrimiento óptico que tenga un índice de refracción diferente al del primer recubrimiento óptico, o se puede recubrir con un recubrimiento AR. Este recubrimiento AR se puede aplicar después de la conversión de un rollo de una banda óptica a una forma final (por ejemplo, un escudo facial) de modo que no es necesario aplicar el recubrimiento AR a toda la banda.

La banda óptica puede incluir además capas de recubrimiento óptico adicionales aplicadas al primer recubrimiento óptico y/o al segundo recubrimiento óptico. Por ejemplo, la banda óptica puede incluir una pila de dos, tres, cuatro o más capas de recubrimiento óptico aplicadas sobre el sustrato. Cuando se aplican múltiples capas de recubrimiento, los recubrimientos se pueden disponer de modo que los respectivos índices de refracción disminuyan monótonamente desde el sustrato hacia las capas exteriores.

Las Figuras 1 y 2 muestran una realización de dicha banda óptica 100. La Figura 1 proporciona una vista isométrica de la banda óptica 100, y la Figura 2 proporciona una vista en alzado lateral de la banda 100. La banda óptica 100 incluye un sustrato 102, que se puede formar a partir de una variedad de materiales de película. Por ejemplo, el sustrato 102 puede incluir o formarse por policarbonato, acrílico, PMMA, tereftalato de polietileno (PET) o tereftalato de polietileno orientado biaxialmente (BoPET), polipropileno orientado biaxialmente como un producto comercialmente conocido como Mylar, por ejemplo.

El sustrato puede tener cualquier grosor, pero generalmente es al menos lo suficientemente grueso como para no ser considerado una película delgada, es decir, una película con un grosor del orden de la longitud de onda de la luz visible. Por ejemplo, el grosor del sustrato es generalmente mayor a 2 micrómetros (2000 nm), pero también puede ser considerablemente mayor, por ejemplo, 0.05 mm (alrededor de 2 milipulgadas), 0.1 mm (alrededor de 4 milipulgadas), 0.2 mm (alrededor de 8 milipulgadas), 0.4 mm (alrededor de 16 milipulgadas) o mayor. El sustrato puede ser flexible o rígido, pero generalmente es lo suficientemente flexible para ser aplicado a través de un proceso de laminación y mantenido como material en rollo. Dependiendo del material utilizado, el sustrato 102 tendrá un valor de índice de refracción del sustrato. El índice de refracción del sustrato será mayor que el del aire (1.00). En algunos ejemplos, el índice de refracción del sustrato será mayor que 1.46, o incluso 1.50, y en algunos ejemplos, será al menos de aproximadamente 1.53. En algunos ejemplos, como cuando el sustrato se forma a partir de BoPET, el índice de refracción puede ser de aproximadamente 1.64 a aproximadamente 1.67. Como se indica en la tabla 1, los sustratos que tienen un índice de refracción de 1.65 tendrán una reflectancia total de 6.02 % en una superficie.

Para reducir la reflectancia, la banda óptica 100 comprende un recubrimiento anterior 104 recubierto sobre una superficie anterior del sustrato. El recubrimiento anterior 104 se forma de un material que tiene un índice de refracción menor que el del sustrato 102, aunque aún mayor que 1.00. Por ejemplo, el recubrimiento anterior 104 se puede formar a partir de un material polimérico o plástico, como PET, BoPET, PMMA, acrílico, siliconas, florimeros o policarbonato. El recubrimiento anterior 104 puede ser relativamente delgado en comparación con el sustrato 102, pero no tanto

5 como para que se considere una película delgada con un grosor del orden de la longitud de onda de la luz visible. Por ejemplo, el recubrimiento puede ser al menos cuatro veces mayor que la longitud de onda de la luz visible y, en algunos casos, al menos aproximadamente 2 micrómetros (es decir, 2000 nm) de grosor. En algunos casos, el recubrimiento anterior 104 puede ser considerablemente más grueso e incluso puede tener un grosor de aproximadamente el 1 %, 10 %, 25 % o 50 % del sustrato 102. En algunos ejemplos, el grosor del recubrimiento anterior 104 (o cualquier capa de recubrimiento) será insignificante en comparación con el grosor del sustrato 102. En algunos casos, el recubrimiento puede ser un adhesivo o un material de baja energía superficial que facilite la unión de la banda a otra superficie.

10 Generalmente, el recubrimiento 104 será un recubrimiento transparente y, en algunos casos, puede ser transparente y/o incoloro. En algunos ejemplos, el recubrimiento anterior 104 puede configurarse para proporcionar propiedades adicionales. Por ejemplo, el recubrimiento 104 puede proporcionar propiedades de endurecimiento o resistencia a los arañazos a la banda óptica 100.

15 El recubrimiento anterior 104 puede tener un índice de refracción entre aproximadamente 1.40 y aproximadamente 1.50. En algunos ejemplos, el recubrimiento anterior tendrá un índice de refracción no superior a aproximadamente 1.46. En algunos ejemplos, el recubrimiento anterior 104 puede tener un índice de refracción entre aproximadamente 1.33 y aproximadamente 1.42. En otros ejemplos, el recubrimiento anterior 104 puede tener un índice de refracción tan bajo como 1.30 o inferior. El recubrimiento anterior 104 crea una interfaz con el sustrato, que a su vez genera una cierta cantidad de reflectancia. Por ejemplo, cuando el índice de refracción del sustrato es 1.65 y el índice de refracción del recubrimiento es 1.40, la reflectancia total del lado anterior de la banda óptica 100 será de aproximadamente 3.45 %. Esto se determina sumando la reflectancia generada por cada interfaz entre el recubrimiento y el sustrato, y entre el recubrimiento y el aire.

20 La interfaz entre el recubrimiento y la reflectancia del sustrato se calcula como:

$$R_1 = \left| \frac{1.65 - 1.40}{1.65 + 1.40} \right|^2 = 0.67\%$$

La interfaz entre el recubrimiento y la reflectancia de aire se calcula como:

$$R_2 = \left| \frac{1.40 - 1.00}{1.40 + 1.00} \right|^2 = 2.78\%$$

25 La reflectancia total se calcula sumando R_1 y R_2 para llegar al 3.45 %. Así, la aplicación del recubrimiento anterior reduce la reflectancia en un 2.57 %, del 6.02 % al 3.45 %. Este valor se muestra a continuación en la Tabla 2, que también muestra la reflectancia resultante en una dirección cuando se aplican recubrimientos que tienen diferentes índices de refracción a un sustrato que tiene un índice de refracción de 1.65.

Tabla 2

IR del aire	IR del sustrato	IR de la capa de recubrimiento	% de reflectancia desde el recubrimiento hasta la interfaz de aire	% de reflectancia desde el recubrimiento hasta la interfaz del sustrato	Reflectancia total (una dirección)
1.00	1.65	1.25	1.23 %	1.90 %	3.14 %
1.00	1.65	1.30	1.70 %	1.41 %	3.11 %
1.00	1.65	1.33	2.01 %	1.15 %	3.16 %
1.00	1.65	1.35	2.22 %	1.00 %	3.22 %
1.00	1.65	1.40	2.78 %	0.67 %	3.45 %
1.00	1.65	1.42	3.01 %	0.56 %	3.57 %
1.00	1.65	1.45	3.37 %	0.42 %	3.79 %
1.00	1.65	1.46	3.50 %	0.37 %	3.87 %
1.00	1.65	1.50	4.00 %	0.23 %	4.23 %
1.00	1.65	1.52	4.26 %	0.17 %	4.43 %

La Tabla 2 muestra la reflectancia de un lado de la banda óptica 100, por ejemplo, el lado anterior con un recubrimiento, pero no considera la reflectancia del lado opuesto de la banda óptica 100. Para reducir la reflectancia en el lado opuesto, la banda óptica 100 también puede incluir un recubrimiento posterior 106 en el lado posterior del sustrato 102. Las Figuras 1 y 2 también muestran dicho recubrimiento posterior 106 recubierto en la superficie posterior, que es opuesta al lado anterior.

Al igual que el recubrimiento anterior 104, el recubrimiento posterior 106 se forma de un material que tiene un índice de refracción inferior al del sustrato 102, pero superior a 1.00. El recubrimiento posterior 106 (y todos los recubrimientos y capas de recubrimiento descritos a lo largo de esta solicitud) se pueden formar de los mismos materiales o similares que se describen anteriormente con respecto al recubrimiento anterior 104. Por ejemplo, el recubrimiento posterior 106 puede ser un adhesivo o un material de baja energía superficial que permite que la banda se una a otra superficie, como una ventana. El recubrimiento posterior 106 puede tener parámetros similares a los del recubrimiento anterior 104, como el grosor del recubrimiento, el índice de refracción, el color y la transparencia. Al igual que con el recubrimiento anterior 104, el recubrimiento posterior 106 tiene un grosor lo suficientemente grande como para no ser considerado una película delgada, pero aun así puede ser relativamente delgado (por ejemplo, al menos un micrómetro de grosor). Cuando el recubrimiento posterior 106 tenga los mismos parámetros que los descritos anteriormente para el recubrimiento anterior 104, entonces la reflectancia total del lado posterior de la banda óptica 100 será la misma que la del lado anterior. En el ejemplo anterior, donde el sustrato tiene un índice de refracción de 1.65 y el recubrimiento posterior tiene un índice de refracción de 1.4, la reflectancia total del lado posterior también será del 3.45 %, lo que haría que la reflectancia total de la banda óptica fuera del 6.90 %. Esto se reduce significativamente desde el 12.033 % de reflectancia del sustrato solo.

En otras realizaciones, el recubrimiento posterior 106 tiene diferentes parámetros (por ejemplo, grosor, material, índice de refracción, etc.) del recubrimiento anterior 104. Por ejemplo, el recubrimiento posterior 106 puede tener un valor de índice de refracción entre 1.40 y 1.50. En algunos casos, el recubrimiento posterior puede tener un índice de refracción no superior a aproximadamente 1.46. El recubrimiento posterior 106 puede tener un índice de refracción entre 1.33 y 1.42 y, en algunos casos, puede ser tan bajo como 1.30 o inferior. En algunos ejemplos, el recubrimiento posterior 106 puede ser o incluir un recubrimiento AR, por ejemplo, donde el recubrimiento se puede aplicar a un área de superficie relativamente pequeña y/o donde la mitigación de los reflejos a través de la superficie es importante. En otros ejemplos, la banda óptica 100 puede no tener ningún recubrimiento posterior. En otros ejemplos, el recubrimiento posterior 106 y/o el recubrimiento anterior 104 pueden recubrirse adicionalmente con un recubrimiento AR para reducir aún más los reflejos.

En algunas formas, la banda óptica 100 puede incluir capas de recubrimiento adicionales aplicadas al sustrato. Por ejemplo, la banda óptica 100 puede incluir dos o más capas de recubrimiento anteriores y/o dos o más capas de recubrimiento posteriores aplicadas al sustrato. Las múltiples capas de recubrimiento se aplican de manera que las sucesivas capas exteriores tengan índices de refracción más bajos que las capas de recubrimiento hacia el interior, o más cerca del sustrato. Es decir, las capas de recubrimiento se aplican para que el índice de refracción disminuya de forma monótona y se mueva hacia fuera del sustrato.

La Figura 3 muestra una vista lateral de un ejemplo de una banda óptica 300 que utiliza múltiples recubrimientos ópticos anteriores y posteriores sobre un sustrato 302. En particular, la banda óptica 300 incluye un sustrato 302, con una pila de recubrimiento 310 aplicada a un lado del sustrato 302. La pila de recubrimiento 310 incluye una pluralidad

de capas de recubrimiento, incluida una primera capa de recubrimiento 312 aplicada al sustrato y una segunda capa de recubrimiento 314 aplicada sobre la primera capa de recubrimiento 312. La pila de recubrimiento 310 se muestra con solo dos capas, pero se podrían utilizar más capas, incluidas tres capas (como se muestra en la Figura 4), cuatro, cinco o más capas. Además, como se ha discutido anteriormente con respecto a las Figuras 1 y 2, la pila de recubrimiento 310 podría tener solo una capa de recubrimiento. En esta realización, la segunda capa de recubrimiento 314 sirve como capa de recubrimiento más exterior de la banda óptica.

Cada una de las capas de recubrimiento tiene un índice de refracción diferente que disminuye monótonamente alejándose del sustrato. Es decir, en la Figura 3, el índice de refracción de la primera capa de recubrimiento 312 es menor que el índice de refracción del sustrato 302, pero mayor que el índice de refracción de la segunda capa de recubrimiento 314. Cuando se aplican capas de recubrimiento adicionales a la pila de recubrimiento 310, esas capas de recubrimiento sucesivas tendrán índices de refracción menores que los de la capa de recubrimiento a la que se aplican, de modo que la capa de recubrimiento más exterior tendrá el índice de refracción más bajo de todas las capas de recubrimiento de la pila 310. Tal capa de recubrimiento más exterior constituiría la superficie anterior (o posterior) de la banda óptica.

En algunos ejemplos, una o más de las capas de recubrimiento pueden configurarse para proporcionar propiedades adicionales. Por ejemplo, una o más capas de recubrimiento, en particular, la capa de recubrimiento más exterior puede ser un recubrimiento duro que proporciona propiedades resistentes a los arañazos a la banda óptica 300. Las capas de recubrimiento también se pueden utilizar para proporcionar propiedades antivaho o propiedades antihuellas. En algunos casos, los recubrimientos en sí mismos no proporcionarán ninguna otra funcionalidad, sino que pueden recubrirse adicionalmente con capas de recubrimiento adicionales que no se consideran parte de la pila de recubrimiento 310 o la banda óptica 300. Estas capas de recubrimiento funcionales adicionales pueden tener índices de refracción que no cumplen necesariamente con los valores de índice de refracción decrecientes monótonamente de la banda, pero que no obstante se consideran dentro del alcance de los ejemplos descritos.

Cuando se aplican varias capas de recubrimiento a una banda óptica, la reducción de la reflectancia se puede reducir aún más, como se muestra en la Tabla 3. Específicamente, la Tabla 3 muestra la reflectancia que resulta de cada interfaz de una pila de recubrimiento de dos capas aplicada a un sustrato. que tiene un índice de refracción de 1.65.

Tabla 3

IR del aire	IR del sustrato	IR del recubrimiento interior	RI del recubrimiento exterior	% de reflectancia Recubrimiento exterior al aire	% de reflectancia Recubrimiento exterior a interior	% de reflectancia Recubrimiento interior a sustrato	% de reflectancia total (una dirección)
1	1.65	1.46	1.3	1.70 %	0.34 %	0.37 %	2.41 %
1	1.65	1.46	1.32	1.90 %	0.25 %	0.37 %	2.53 %
1	1.65	1.46	1.4	2.78 %	0.04 %	0.37 %	3.20 %
1	1.65	1.46	1.48	3.75 %	0.00 %	0.37 %	4.12 %
1	1.65	1.46	1.52	4.26 %	0.04 %	0.37 %	4.67 %
1	1.65	1.42	1.3	1.70 %	0.19 %	0.56 %	2.46 %
1	1.65	1.42	1.32	1.90 %	0.13 %	0.56 %	2.60 %
1	1.65	1.42	1.4	2.78 %	0.01 %	0.56 %	3.34 %
1	1.65	1.42	1.48	3.75 %	0.04 %	0.56 %	4.35 %
1	1.65	1.42	1.52	4.26 %	0.12 %	0.56 %	4.93 %

Para las primeras cinco muestras de la Tabla 3, el recubrimiento interior (es decir, el recubrimiento más bajo aplicado al sustrato) tiene un índice de refracción de 1.46. Para las segundas cinco muestras, el recubrimiento interior tiene un índice de refracción de 1.42. Cuando el recubrimiento exterior es monótono (es decir, cuando el índice de refracción del recubrimiento exterior es menor que el del recubrimiento interior), la reflectancia total se reduce con respecto a la de una sola capa de recubrimiento. Por ejemplo, al comparar los resultados de la Tabla 2 para una capa de recubrimiento de 1.46, que tiene una reflectancia de 3.87 con los de la Tabla 3 que utilizan un polímero externo con índice de refracción que disminuye monótonamente (es decir, recubrimientos con IR de 1.3, 1.32 y 1.4), la reflectancia total es siempre inferior a 3.87. Sin embargo, cuando la capa de recubrimiento exterior no es una disminución monótona (es decir, IR de 1.48 y 1.52), la reflectancia es en realidad más alta que si no se aplicara una segunda capa de recubrimiento. Los mismos resultados son válidos al comparar la reflectancia para un recubrimiento de 1.42 en la Tabla 2 con aquellos que usan un recubrimiento interior con un IR de 1.42 en la Tabla 3.

En algunos ejemplos de una pila de dos recubrimientos, la interfaz entre el aire y el recubrimiento exterior proporciona el diferencial de índice más grande, por lo que es la fuente de la mayor cantidad de reflectancia. En consecuencia, la disminución de la capa de recubrimiento exterior, o la capa que forma el lado anterior (o el lado posterior) de la banda óptica, tendrá un valor máximo. Por ejemplo, en algunos ejemplos, el índice de refracción de la capa de recubrimiento exterior que forma un lado anterior de la banda óptica no será superior a aproximadamente 1.46. En otros casos, el recubrimiento más exterior que forma el lado anterior de la banda óptica no será superior a 1.42, o incluso a 1.40. En

algunos casos, el índice de refracción de la capa de recubrimiento exterior estará entre aproximadamente 1.33 y aproximadamente 1.42, lo que proporciona un índice de refracción adecuadamente bajo al mismo tiempo que permite que el recubrimiento se forme fácilmente a partir de los materiales disponibles. En algunos casos, la capa de recubrimiento exterior puede ser incluso menor, aunque puede resultar más costoso generar recubrimientos que tengan índices de refracción más bajos. En un ejemplo particular, una banda óptica que tiene una pila de recubrimiento con dos capas de recubrimiento óptico comprende un sustrato con un índice de refracción del sustrato de al menos aproximadamente 1.53, y el primer recubrimiento (es decir, la capa de recubrimiento interior) tiene un índice de refracción entre aproximadamente 1.44 y aproximadamente 1.48, y el segundo recubrimiento (es decir, la capa de recubrimiento exterior) tiene un índice de refracción no superior a aproximadamente 1.43.

Como se muestra en la Tabla 3, la aplicación de dos capas de recubrimiento monótonas y decrecientes reduce aún más la reflectancia de la banda óptica. La aplicación de más capas (p. ej., tres capas, cuatro capas o más) reducirá aún más la reflectancia siempre que las capas se apliquen de forma monótonamente decreciente. Por lo tanto, algunos ejemplos de las bandas ópticas descritas en este documento incluirán pilas de recubrimiento que aplican tres, cuatro, cinco o más capas de recubrimiento sobre un sustrato. No hay límite para el número de capas de recubrimiento que se pueden aplicar.

Además, las pilas de recubrimiento que tienen múltiples capas de recubrimiento se pueden aplicar en ambos lados de un sustrato para reducir aún más la reflectancia. Por ejemplo, la Figura 4 muestra una banda óptica 400 que incluye un sustrato 402 que tiene una pila de recubrimiento anterior 410 con tres capas de recubrimiento 412, 414 y 416 aplicadas en un lado anterior, y una pila de recubrimiento posterior 420 con dos capas de recubrimiento 422 y 424. aplicadas en el lado posterior de la pila 420. Las capas de cada pila 410 y 420 se seleccionan para tener índices de refracción que disminuyen monótonamente alejándose del sustrato en cualquier dirección.

Como se señala anteriormente, algunas realizaciones incluyen una pila laminada de capas de lentes desprendibles, en donde cada una de las capas de lentes se forma a partir de una banda óptica congruente con uno de los ejemplos descritos anteriormente. Es decir, las capas de lentes de la pila se forman con un sustrato que tiene al menos una capa de recubrimiento, por lo que las capas de recubrimiento tienen índices de refracción que disminuyen monótonamente al moverse hacia fuera.

La Figura 5 muestra un ejemplo, según la invención, de una banda óptica laminada 500 que comprende cinco capas separadas, incluida una capa base 501, y cuatro capas retirables 502a-d, cada una de ellas sostenida mediante un adhesivo desprendible 510a-d. Cada una de las capas retirables 502n y la capa base 501 pueden tener una configuración congruente con cualquiera de los ejemplos de bandas ópticas descritas en este documento. Es decir, (aunque no se muestra específicamente en la Figura) cada capa individual de la Figura 5 incluye un sustrato y al menos una primera capa de recubrimiento (por ejemplo, en el lado anterior), donde la capa de recubrimiento tiene un índice de refracción más bajo que el del sustrato. Cada capa también puede incluir una segunda capa de recubrimiento en el lado opuesto del sustrato de la primera capa de recubrimiento (por ejemplo, en el lado posterior). Además, cada capa de recubrimiento puede incluir una pila de recubrimiento que comprende múltiples capas de recubrimiento con índices de refracción que reducen el movimiento monótono hacia el exterior del sustrato.

Cabe señalar que, si bien la pila de ejemplo 500 se muestra con una sola capa base 501 y cuatro capas liberables 502n, otros ejemplos pueden incluir más o menos capas liberables 502, como dos, tres, cuatro, diez, veinte, cincuenta o más capas, según la aplicación prevista y el uso de la pila 500.

Las capas adhesivas 510n se aplican entre las diversas capas de la pila de lentes 500. Las capas adhesivas 510n se pueden formar a partir de un adhesivo que permite que una capa superior se desprenda de la capa inferior. Las capas de adhesivo 510 también pueden configurarse para permanecer con la capa liberada para evitar dejar un residuo de adhesivo en la superficie recién expuesta. Por ejemplo, cuando la capa liberable 502d (es decir, la capa más exterior) se desprende de la pila, la capa adhesiva 510d permanecerá unida a la capa liberada 502d de modo que quede poco o ningún residuo de adhesivo en la superficie exterior de la capa recién expuesta 502c. El adhesivo que forma las capas adhesivas 510n puede ser o puede comprender un adhesivo acrílico, silicona u otro adhesivo que proporcione una adhesión desprendible entre las capas.

El adhesivo también se selecciona para tener un índice de refracción que coincida estrechamente con el índice de refracción de al menos una de las capas de sustrato y/o recubrimiento de las capas liberables 502n y la capa base 501. Por ejemplo, el adhesivo se puede seleccionar para tener un índice de refracción ajustado a menos de aproximadamente 0.2 del índice de refracción del sustrato. En otros ejemplos, dependiendo de la cantidad de reflectancia deseada, el adhesivo se selecciona para que tenga un índice de refracción que coincida aún más con el índice de refracción del sustrato, por ejemplo, dentro de aproximadamente 0.15, 0.12, 0.10, 0.08, 0.05, o 0.02. Hacer coincidir el índice de refracción del sustrato de las capas liberables 502n y la capa base 501 ayuda a mitigar los reflejos internos causados por las interfaces entre las capas de la banda óptica y el adhesivo.

Se puede aplicar un adhesivo de unión 520 a una superficie inferior de la capa base 501. El adhesivo de unión 520 se configura para unir la pila de lentes 500 a una superficie como una ventana, escudo o pantalla, para proteger la superficie. El adhesivo de unión 520 se puede configurar para tener una fuerza de desprendimiento más fuerte que las capas adhesivas liberables 510n, de manera que la pila de lentes 500 permanece adherida sólidamente a la

superficie incluso cuando las capas liberables se retiran. La capa de adhesivo de unión 520 puede configurarse para formar una adhesión más "permanente", pero en algunos ejemplos, la capa de adhesivo de unión 520 también se configura para ser liberable, de modo que el adhesivo 520 permanece con la capa base 501 cuando la capa base y/o la pila de lentes 500 se retira de la superficie. En algunos ejemplos, la capa adhesiva de unión 520 puede ser la misma que las capas adhesivas liberables 510n. Algunos ejemplos de la pila de lentes 500 pueden incluir un recubrimiento protector 525 que protege el adhesivo de unión 520 antes de su aplicación sobre una superficie. El adhesivo de unión 520 puede ser un adhesivo de montaje en seco o autohumectante que facilita la eliminación de aire entre la pila 500 y la superficie después de la aplicación, por ejemplo, al aplicar presión sobre la superficie de la pila. Ejemplos de este tipo de adhesivo autohumectante/montaje en seco se describen la solicitud de patente de EE. UU. n.º 9.295.297. El índice de refracción del adhesivo de unión también puede coincidir con el índice de refracción de las bandas ópticas 501 y 502n de los componentes y/o las capas adhesivas liberables 510n (p. ej., dentro de aproximadamente 0.2 aproximadamente 0.12, aproximadamente 0.02, etc.).

Algunos ejemplos de la pila de lentes 500 no incluirán un adhesivo de unión 520 o una capa de recubrimiento 525. En tal ejemplo, la pila de lentes se puede configurar para servir como una ventana (por ejemplo, un escudo facial, un escudo ocular u otro dispositivo óptico) en sí mismo, sin unirse a otra superficie. En algunos ejemplos, la capa base 501 de la pila 500 puede tener un grosor mayor que el de las capas liberables 502n para proporcionar mayor dureza/rigidez a la pila 500. Por ejemplo, la capa base puede tener un grosor de aproximadamente 0.2 mm. (aproximadamente 8 milipulgadas), y las capas liberables 502 pueden tener un grosor de aproximadamente 0.05 mm (aproximadamente 2 milipulgadas). En otro ejemplo, la capa base 501 tiene un grosor de aproximadamente 0.1 mm (aproximadamente 4 milipulgadas), y las capas liberables 502 tienen un grosor de aproximadamente 0.05 mm (aproximadamente 2 milipulgadas). En general, los grosores de las diversas capas pueden variar ampliamente dependiendo de la aplicación prevista de la pila de lentes 500. Por ejemplo, la capa base 501 o las capas de lentes liberables 502 pueden tener grosores en el intervalo de aproximadamente 0.025 mm (aproximadamente 1 mil) y 0.4 mm (aproximadamente 16 milipulgadas), o mayor. En algunos ejemplos, los grosores de las diversas capas liberables 502 también pueden variar.

Las bandas ópticas y las pilas de lentes descritas en esta memoria se pueden usar para formar diversos dispositivos ópticos, como escudos para proteger la cara y los ojos de un usuario o para proteger superficies de exposición, como teléfonos inteligentes y tabletas, televisores u otras pantallas. Las bandas ópticas se pueden formar como una hoja enrollada o una pila de material, como se muestra en la Figura 6A. Específicamente, la Figura 6A muestra una banda óptica 600 proporcionada como un rollo 602 de material enrollado alrededor de un eje. La banda óptica 600 puede ser cualquiera de las bandas ópticas descritas en esta memoria, o puede incluir una pila de bandas ópticas laminadas juntas como se muestra con respecto a la Figura 5. La banda óptica 600 en el rollo 602 puede procesarse posteriormente laminándola con otras bandas, o convirtiéndose de la hoja.

La Figura 6B muestra un ejemplo de la banda óptica 600 cortada por los dispositivos de estampación 620, que presionan la banda 600 para cortar y formar dos dispositivos ópticos 610, que pueden formar una ventana o un escudo, por ejemplo. En algunos ejemplos, el dispositivo óptico 610 se puede unir a componentes que se utilizan para otros fines, como un marco para un protector ocular o una prenda, funda u otro material utilizado para proteger a un usuario.

La Figura 6C muestra un ejemplo del escudo óptico 610 unido a un material 630 de manera que la prenda rodea el escudo 610. El material 630 se puede usar para formar, por ejemplo, una prenda médica que se usa para proteger a los cuidadores médicos en un entorno quirúrgico. El material 630 puede incluir una tela transpirable que se puede formar en una cubierta que se diseña para esterilizarse y colocarse sobre la cabeza del usuario y usarse durante la cirugía. Debido a que el escudo óptico 610 se forma a partir de las bandas ópticas de baja reflectancia descritas en esta memoria, el cuidador médico puede tener una visibilidad mejorada durante la realización de la cirugía. Además, debido a que la reflectancia reducida se logra sin requerir el uso de recubrimientos AR costosos u otras características de película delgada, los escudos se pueden producir en masa de manera rentable en material en rollo como se describe en esta memoria. Además, las bandas y prendas ópticas se pueden formar a partir de materiales de poliéster de mayor índice que se pueden esterilizar usando una variedad de técnicas de esterilización (por ejemplo, radiación gamma), sin estar sujetos a deformación, decoloración u otros problemas que perjudiquen la visibilidad. Esto se debe a que las bandas descritas se pueden formar a partir de sustratos que tienen índices de refracción más altos capaces de soportar técnicas de esterilización como la radiación gamma, al tiempo que reducen el deslumbramiento y otros problemas que de otro modo resultarían del uso de un material de índice más alto.

En entornos médicos, las salpicaduras y otros proyectiles en forma de material biológico pueden ser un peligro, por ejemplo, cuando los procedimientos involucran acciones agresivas de aserrado o corte que hacen que los huesos, tejidos, sangre y/u otros fluidos se proyecten hacia la cara y los ojos de los cuidadores. En tales situaciones, los cuidadores médicos (p. ej., médicos, cirujanos, enfermeras, técnicos, etc.) pueden usar prendas protectoras en forma de gafas, máscaras o similares, para proteger sus ojos. Como tal, puede ser útil dotar a las prendas protectoras, como la prenda 650 descrita con respecto a la Figura 6C, de una protección 610 que tiene la forma de una pila laminada desprendible como se describe en esta memoria. El uso de pilas laminadas ayuda al cuidador a mantener un campo de visión claro y sin suciedad, pero debido a que estas pilas a menudo incluyen varias capas, las interfaces entre estas capas pueden crear reflejos que aumentan el resplandor a través del escudo, lo que dificulta que el cuidador vea con la agudeza visual necesaria para realizar las tareas médicas. Esto es especialmente cierto cuando el cuidador lleva un dispositivo de iluminación debajo de la prenda, que suele ser necesario para garantizar la esterilidad de un entorno

médico o quirúrgico. Usando la tecnología de reflectancia reducida descrita en este documento, se puede reducir la cantidad de reflejos, lo que limita el deslumbramiento y mejora la visibilidad a través de la prenda.

Esta solicitud también describe ejemplos de métodos y procesos para fabricar las bandas ópticas y otras prendas descritas en esta memoria. Las Figuras 7A y 7B son diagramas de flujo de métodos para fabricar una banda óptica. La Figura 7A muestra un ejemplo de un método 700 para formar una banda óptica recubierta tanto en el lado anterior como en el posterior. En primer lugar, se proporciona 702 u obtiene un sustrato. El sustrato se puede proporcionar como un rollo de material o como un componente individual. El sustrato puede ser generalmente transparente y tendrá un índice de refracción. Por ejemplo, el sustrato puede incluir PET, BoPET, policarbonato, acrílico u otro polímero. Luego se aplica un recubrimiento 704 a un lado anterior del sustrato. El recubrimiento puede ser cualquiera de los recubrimientos descritos en esta memoria. El recubrimiento se selecciona para que tenga un índice de refracción menor que el del sustrato. También se aplica un recubrimiento posterior 706 al lado posterior del sustrato. El recubrimiento posterior puede ser el mismo que el recubrimiento anterior, o puede ser diferente, pero el índice de refracción del recubrimiento posterior es menor que el del sustrato. En algunos ejemplos, tanto el recubrimiento anterior como los recubrimientos posteriores son pilas de recubrimiento que incluyen dos o más capas de recubrimiento con índices de refracción decrecientes monótonamente. Proporcionar recubrimientos de esta manera en ambos lados del sustrato disminuye la reflectancia de cada lado de la banda óptica. Cabe señalar que en el método 700, los recubrimientos se pueden aplicar sin ningún orden en particular. Por ejemplo, el recubrimiento anterior se puede aplicar 705 antes, después o al mismo tiempo que la aplicación 706 de la capa de recubrimiento posterior.

La Figura 7B muestra un ejemplo de un método 750 que aplica una pila que comprende una pluralidad de capas de recubrimiento a un lado de una banda óptica. En primer lugar, se proporciona 752 u obtiene un sustrato. Al igual que con la etapa 702 del método 700, el sustrato se puede proporcionar como un rollo de material o como un componente individual. El sustrato puede ser generalmente transparente y tendrá un índice de refracción. Por ejemplo, el sustrato puede incluir PET, BoPET, policarbonato, acrílico u otro polímero. A continuación, se aplica un primer recubrimiento 654 a un lado anterior o posterior del sustrato. El recubrimiento puede ser cualquiera de los recubrimientos descritos en esta memoria. El recubrimiento se selecciona para que tenga un índice de refracción menor que el del sustrato. Se aplica una segunda capa de recubrimiento 756 a la primera capa de recubrimiento. La segunda capa de recubrimiento tiene un índice de refracción menor que el de la primera capa de recubrimiento y el sustrato. Se pueden aplicar más recubrimientos a la banda en etapas posteriores, de modo que los recubrimientos tengan índices de refracción que disminuyan monótonamente alejándose del sustrato. En algunos ejemplos, en lugar de aplicar primero una capa al sustrato, el método 750 puede incluir primero formar una pila multicapa de recubrimiento que tienen índices de refracción decrecientes monótonamente, y luego aplicar la pila de capas de recubrimiento al sustrato. En otros ejemplos, también se puede aplicar una capa de recubrimiento o una pila de recubrimiento al lado opuesto del sustrato.

En algunos ejemplos, las bandas fabricadas mediante los métodos descritos se pueden laminar juntas para formar pilas desprendibles laminadas y/o cortar o convertir para formar dispositivos ópticos tales como escudos y ventanas. En otros ejemplos, a las bandas ópticas se pueden aplicar capas de recubrimiento adicionales, tales como recubrimientos duros, recubrimientos resistentes a los arañazos, recubrimientos antihuellas, recubrimientos antideslumbrantes, recubrimientos mate, recubrimientos reductores de la fricción o similares. Estos recubrimientos funcionales adicionales pueden ser parte de las pilas de recubrimientos de índice de refracción que reducen monótonamente, o pueden ser recubrimientos separados que no necesariamente tienen índices de refracción más bajos que la capa más exterior de la banda.

Las Figuras 8A y 8B son diagramas que comparan la reflectancia de dos bandas ópticas. En la Figura 8A, una banda óptica 800a comprende solo un sustrato 802a. El sustrato 802a forma una primera interfaz A con el aire y una segunda interfaz B con el aire. Cada una de estas interfaces crea un reflejo que refleja la luz hacia el ojo 10 de un usuario. Los reflejos se representan por los vectores 831 y 832. Debido a que el sustrato no tiene recubrimiento, la reflectancia dependerá de la diferencia en el índice de refracción entre el sustrato (p. ej., 1.65 para un Mylar sin recubrimiento) y el aire (alrededor de 1). Cada superficie generará un reflejo separado. Debido a que la diferencia en los índices de refracción es relativamente alta, cada superficie generará un porcentaje de luz relativamente alto, que dependerá del índice de refracción específico y de los ángulos de incidencia y refracción. Para ángulos de incidencia normales y un sustrato con un índice de refracción de 1.65, los valores de reflectancia se muestran en la Tabla 1.

La Figura 8B muestra una banda óptica 800b que tiene pilas de recubrimiento 810 y 820 aplicadas en ambos lados de un sustrato 802. Cada pila de recubrimiento tiene dos capas de recubrimiento, por ejemplo, la pila de recubrimiento anterior incluye una capa de recubrimiento anterior interior 822 y una capa de recubrimiento anterior exterior 824. Y la pila de recubrimiento posterior 810 incluye una capa de recubrimiento posterior interior 812 y una capa de recubrimiento posterior exterior 814. Las capas se disponen de modo que los índices de refracción de los recubrimientos disminuyan monótonamente alejándose del sustrato 802. Es decir, el índice de refracción de la capa de recubrimiento anterior interior 822 es menor que el del sustrato 802, pero mayor que el de la capa de recubrimiento anterior exterior 824. Asimismo, la capa de recubrimiento posterior interior 812 es menor que el del sustrato 802, pero mayor que el de la capa exterior capa de recubrimiento posterior 814. Las capas que forman la pila anterior 820 y la pila posterior 810 pueden ser las mismas y pueden tener los mismos valores de índice de refracción, pero pueden también ser diferentes entre sí. La Figura 8B también muestra que cada interfaz, entre el aire y las capas de recubrimiento exterior, entre las capas de recubrimiento interior y exterior, y entre las capas de recubrimiento interior y el sustrato generan cada una un reflejo representada por una línea vectorial (841-846). Debido a que el índice de

refracción de las capas de recubrimiento exterior 814 y 824 es menor que el del sustrato y, por lo tanto, más cercano al índice de refracción del aire (alrededor de 1), los reflejos resultantes 841 y 846 serán menores que los de los reflejos 831 y 832 de la Figura 8A. Como se ha explicado anteriormente con respecto a la Tabla 3, los reflejos resultantes de las interfaces restantes contribuirán con algo de reflectancia, pero la reflectancia resultante es aún menor que la de la realización de la Figura 8A.

Los ejemplos descritos proporcionan recubrimientos reductores de la reflectancia de bajo coste para lentes de polímero desechables, en particular, lentes que pueden procesarse en una banda de rollo a rollo. Las bandas descritas son adecuadas para usar como lentes desechables para usar en entornos quirúrgicos estériles, que son más rentables cuando se procesan mediante procesos de banda de rollo a rollo. El sustrato de lentes de elección para tales aplicaciones es un poliéster porque no se decolora con la esterilización gamma como lo hacen otros materiales de lentes como el policarbonato y el PMMA (acrílico). Y mientras que el poliéster (p. ej., BoPET) se maneja de manera efectiva en el procesamiento de banda de rollo a rollo y se puede esterilizar con rayos gamma, el alto índice de refracción del poliéster puede causar niveles más altos de reflejos no deseados, por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 12-13 % o más alto aún. El reflejo es una distracción importante para el usuario del sistema de lentes. Las técnicas y bandas descritas permiten la producción de un sistema de lentes de bajo reflejo, desechable y rentable que también cumple con otros criterios útiles en el campo médico y otros entornos. Las realizaciones descritas se pueden emplear sin utilizar recubrimientos AR formados a partir de películas delgadas como se describe anteriormente.

Como se señala anteriormente, la solicitud de patente provisional de EE. UU. n.º. 62/367.845 se refiere a protectores de pantalla táctil y pantallas que tienen un recubrimiento AR aplicado en la parte inferior del protector, de modo que, cuando se aplica, la superficie de la pantalla con el recubrimiento AR mira hacia la pantalla táctil. Más adelante se describen ejemplos de dichos escudos y protectores de pantalla.

En algunos ejemplos, los escudos protectores de pantalla táctil se configuran para adherirse a la pantalla táctil alrededor de un borde periférico de la pantalla táctil. La parte central del escudo generalmente no tiene adhesivo y, por lo tanto, no se adhiere a la parte de exposición activa de la pantalla. La parte central del escudo puede levantarse o separarse de la pantalla táctil, por ejemplo, mediante un adhesivo de borde grueso, una capa espaciadora anular y/o tensión aplicada al escudo cuando se une a la pantalla táctil.

Se aplica un recubrimiento AR en la parte inferior del escudo, es decir, la superficie del escudo que mira hacia la pantalla táctil cuando se une a la misma. El recubrimiento AR inhibe la formación de anillos de Newton y otros patrones de interferencia antiestéticos que de otro modo podrían resultar cuando dos superficies (por ejemplo, la superficie interior del escudo y la superficie de la pantalla táctil) entran en contacto o se acercan mucho entre sí. Debido a que el recubrimiento AR se proporciona en la superficie inferior del escudo, permanece protegido por la superficie exterior del escudo, el adhesivo y la pantalla táctil en sí y, por lo tanto, no está sujeto a huellas dactilares, manchas, roturas u otros daños que de lo contrario, puede ocurrir en los recubrimientos AR.

Un ejemplo de un escudo protector de este tipo incluye un escudo para un dispositivo electrónico, donde el dispositivo electrónico tiene una pantalla táctil con un área de exposición rodeada por una región de borde. El escudo tiene un lado interior y un lado exterior, y el escudo define una parte perimetral que corresponde a la región de borde de la pantalla táctil y una parte central que corresponde al área de exposición de la pantalla táctil, por lo que la parte perimetral rodea la parte central parte. El escudo comprende una capa base que tiene una superficie exterior y una superficie interior. El escudo también comprende una capa adhesiva aplicada alrededor de la parte perimetral del lado interior del escudo, y un recubrimiento AR aplicado al lado interior del escudo. El escudo, la parte perimetral del escudo, la parte central del escudo y la capa adhesiva aplicada se configuran para unir el escudo a la pantalla táctil del dispositivo de modo que la capa adhesiva quede dispuesta en la región del borde de la pantalla táctil, para que el área de exposición de la pantalla táctil sea visible a través de la parte central del escudo, para que la superficie interior de la capa base no se adhiera al área de exposición de la pantalla táctil, y para que la pantalla táctil mantenga la sensibilidad táctil a través del escudo adjunto.

En algunas realizaciones, el recubrimiento AR en el escudo se configura para inhibir el reflejo de al menos algo de luz que se proyecta desde la pantalla táctil por el escudo. El recubrimiento AR también puede configurarse para inhibir la aparición de patrones de interferencia. En algunas formas, el recubrimiento AR se configura para que no sea detectable por el ojo humano cuando se une a la pantalla táctil y/o para que la sensibilidad táctil de la pantalla táctil no se inhiba.

La capa base del escudo puede comprender vidrio, y el recubrimiento AR se puede aplicar al escudo a alta temperatura para aumentar la durabilidad del recubrimiento AR. Alternativamente, la capa base puede incluir un material de película flexible, como un material plástico, por ejemplo, PET. En algunas formas, el recubrimiento AR se puede aplicar a una temperatura fría. El recubrimiento reflectante AR puede ser frágil o estar sujeto a daños por absorción cuando se expone a tocarlo con frecuencia. El recubrimiento AR puede incluir múltiples capas (por ejemplo, 8 capas), y las capas individuales pueden configurarse para impedir que el escudo refleje la luz que tiene un intervalo particular de longitudes de onda.

En algunos ejemplos, la capa base es flexible y se configura para adaptarse a una pantalla táctil que tiene una superficie curva.

El escudo puede configurarse para ser retirable de la pantalla táctil. En algunos ejemplos, la capa adhesiva y la superficie exterior de la capa base se configuran para proteger el recubrimiento AR del contacto con objetos ambientales.

5 El escudo puede incluir una capa dura en el lado exterior del escudo. La capa base puede comprender una capa dura sobre la superficie exterior de la capa base.

En algunas formas, el recubrimiento AR se aplica directamente a la superficie interior de la capa base. Además, el recubrimiento AR se puede aplicar solo a la parte central del escudo.

10 En algunas realizaciones, el escudo comprende una capa de máscara aplicada alrededor de la parte perimetral de la pantalla. La capa de máscara puede ser opaca y se configura para ocultar, enmascarar o disimular los artefactos ópticos generados entre la región del borde de la pantalla táctil y el escudo. La máscara puede tener un grosor de aproximadamente 5 μm (0.2 milipulgadas). En algunos ejemplos, la capa adhesiva se aplica a la capa de máscara.

15 En algunos ejemplos, la capa base comprende una pluralidad de capas. Por ejemplo, la capa base puede incluir una capa base externa laminada a una capa base interior. La capa base exterior se puede formar a partir de PET y tener un recubrimiento duro en la superficie exterior de la capa base. La capa de base exterior puede tener un grosor de aproximadamente 3 a aproximadamente 4 milipulgadas en algunas realizaciones. Por ejemplo, la capa base exterior puede tener un grosor de aproximadamente 3,5 milipulgadas. La capa base interior se puede formar a partir de PET y comprende un recubrimiento AR en la superficie interior de la capa base. La capa de base interior puede tener un grosor de aproximadamente 0.08 a aproximadamente 0.1 mm (de aproximadamente 3 a aproximadamente 4 milipulgadas), por ejemplo, de aproximadamente 0.09 mm (3,5 milipulgadas).

20 La capa base puede comprender o formarse por al menos dos materiales diferentes. La capa base puede tener un borde biselado.

En algunos ejemplos, la capa adhesiva comprende un vehículo. La capa adhesiva puede tener un grosor de aproximadamente 0.08 a aproximadamente 0.1 mm (3 a aproximadamente 4 milipulgadas), por ejemplo, aproximadamente 0.09 mm (3,5 milipulgadas) de grosor.

25 El grosor total del propio escudo, en algunas realizaciones, es de aproximadamente 0.25 mm a aproximadamente 0.28 mm (aproximadamente 10 a aproximadamente 11 milipulgadas) de grosor. En algunas formas, el escudo tiene un grosor de aproximadamente 0.27 mm (0.0107 pulgadas).

Algunos ejemplos del escudo incluyen recortes que corresponden a funciones en la pantalla táctil, como recortes que corresponden a uno o más de una luz, un altavoz y un botón en la pantalla táctil.

30 El escudo se configura para que la pantalla táctil mantenga la sensibilidad táctil a través del escudo adjunto. En algunos ejemplos, al menos una parte del perímetro del escudo es opaca para mitigar la visibilidad de los artefactos ópticos entre la pantalla táctil y el escudo adjunto. Por ejemplo, al menos una parte del perímetro de la capa base o el adhesivo puede ser opaco.

35 En algunos ejemplos, la capa adhesiva es suficientemente gruesa para levantar la superficie interior de la capa base del área de exposición de la pantalla táctil. En algunas realizaciones, en donde la capa adhesiva se configura para atrapar aire entre un escudo adjunto y el área de exposición de la pantalla táctil, y el aire atrapado puede configurarse para formar un cojinete de aire plano.

40 En algunos ejemplos, el escudo comprende un espaciador interpuesto entre la superficie interior de la capa base y la capa adhesiva. El escudo se puede disponer de modo que, en donde el grosor combinado de la capa espaciadora y la capa adhesiva sea suficiente para levantar la superficie interior de la capa base del área de exposición de la pantalla táctil.

En algunos ejemplos, el dispositivo electrónico se dispone de modo que la mayor parte del área activa y el área inactiva de la pantalla táctil comparten un plano común, y en donde una superficie inferior de la parte central de la capa base de un escudo adjunto está en un plano diferente al que comparten la mayor parte del área activa y el área inactiva.

45 En algunos ejemplos, el recubrimiento AR comprende al menos una capa, y en donde las capas individuales de al menos una capa tienen un grosor que es aproximadamente un cuarto de la longitud de onda de un tipo particular de luz visible. El recubrimiento AR puede incluir una sustancia cerámica. El recubrimiento AR puede incluir múltiples capas (por ejemplo, 8 capas). En algunas formas, las diversas capas del recubrimiento AR tienen cada una un ancho que corresponde a una longitud de onda de luz particular en el espectro de luz visible. En algunos ejemplos, cada una de las capas del recubrimiento AR tiene una longitud de onda diferente.

50 Ejemplos de tales escudos se muestran y describen en la solicitud de patente provisional de EE. UU n.º 62/367.845. La invención se expone en el conjunto de reivindicaciones adjunto.

REIVINDICACIONES

1. Una banda óptica laminada (500) que comprende:
una capa de banda base (501);
una pila de capas retirables que incluye al menos una capa retirable (502a-d); y
- 5 una capa adhesiva (510a) que lamina la pila de capas retirable a la capa de banda base,
en donde la capa de banda base y cada capa retirable de la pila de capas retirables incluyen:
un sustrato que tiene un índice de refracción de sustrato; y
un recubrimiento anterior que incluye una primera capa de recubrimiento anterior aplicada a un lado anterior del sustrato, la primera capa de recubrimiento anterior formada a partir de un primer material de recubrimiento anterior que tiene un índice de refracción del primer recubrimiento anterior;
- 10 en donde el índice de refracción del sustrato es mayor que el índice de refracción de la primera capa de recubrimiento anterior,
en donde cada capa retirable de la pila de capas retirables se configura para ser retirada de manera desprendible de la banda óptica laminada, y
- 15 en donde la capa base comprende además un recubrimiento posterior que incluye una primera capa posterior aplicada a un lado posterior del sustrato, teniendo la primera capa posterior un índice de refracción de la primera capa posterior, en donde el índice de refracción de la primera capa posterior es menor que el índice de refracción del sustrato, y
en donde la capa adhesiva se aplica de modo que la mayor parte de la capa adhesiva permanezca unida a una superficie posterior de la capa de banda retirable a medida que la capa de banda retirable se desprende de la pila laminada de bandas ópticas multicapa y
- 20 en donde la primera capa de recubrimiento anterior y la primera capa posterior tienen un grosor de al menos 2 μm .
2. La banda óptica laminada de la reivindicación 1, en donde la capa adhesiva tiene un índice de refracción del adhesivo ajustado a menos de aproximadamente 0.2 del índice de refracción del sustrato.
3. La banda óptica laminada de la reivindicación 1, en donde la capa base comprende además un recubrimiento antirreflejante aplicado a un lado posterior del sustrato.
- 25 4. La banda óptica laminada de la reivindicación 1, en donde la pila de capas retirables incluye una pluralidad de capas de banda retirables unidas entre sí de forma desprendible a través de una capa adhesiva intermedia aplicada entre capas de banda individuales, en donde cada capa adhesiva intermedia tiene un índice de refracción del adhesivo intermedio ajustado a menos de aproximadamente 0.2 del índice de refracción del sustrato.
- 30 5. La banda óptica laminada de la reivindicación 1, en donde el recubrimiento de la capa base comprende una segunda capa de recubrimiento aplicada a la primera capa de recubrimiento, la segunda capa de recubrimiento formada a partir de un segundo material de recubrimiento que tiene un índice de refracción del segundo recubrimiento que es menor que el del primer recubrimiento. índice de refracción.
- 35 6. La banda óptica laminada de la reivindicación 5, en donde la pila de capas retirables incluye una pluralidad de capas de banda retirables, y en donde los recubrimientos de cada capa retirable comprenden además una segunda capa de recubrimiento aplicada a la primera capa de recubrimiento, la segunda capa de recubrimiento formada a partir del segundo material de recubrimiento.
7. La banda óptica laminada de la reivindicación 1, en donde la capa de banda base tiene un grosor que es mayor que el grosor de cada capa retirable de la pila de capas retirables.
- 40 8. La banda óptica laminada de la reivindicación 7, en donde la banda óptica laminada se corta para formar un escudo, en donde la pantalla se esteriliza usando esterilización gamma y se une a una prenda.
9. La banda óptica laminada de la reivindicación 1, en donde el sustrato tiene un grosor superior a 2 micrómetros.
10. La banda óptica laminada de la reivindicación 1, en donde el sustrato de la capa de banda base y cada capa retirable de la pila de capas retirables tiene un grosor de al menos aproximadamente 20 micrómetros.
- 45 11. La banda óptica laminada de la reivindicación 1, en donde el índice de refracción del sustrato es al menos aproximadamente 1.55, y en donde el índice de refracción del primer recubrimiento no es superior a aproximadamente 1.46.

12. La banda óptica laminada de la reivindicación 1, en donde el recubrimiento anterior comprende una segunda capa anterior aplicada a la primera capa anterior, teniendo la segunda capa anterior un segundo índice de refracción anterior que es menor que el primer índice de refracción.
13. Un método para fabricar una banda óptica laminada (500) que comprende:
- 5 (a) fabricar una capa de banda base (501) que comprende:
- aplicar un recubrimiento anterior a un lado anterior de un sustrato; y
- aplicar un recubrimiento posterior a un lado posterior de un sustrato,
- en donde el sustrato tiene un índice de refracción de sustrato,
- 10 en donde el recubrimiento anterior incluye una primera capa anterior aplicada al lado anterior del sustrato, teniendo la primera capa anterior un primer índice de refracción de capa anterior,
- en donde el recubrimiento posterior incluye una primera capa posterior aplicada al lado posterior del sustrato, teniendo la primera capa posterior un primer índice de refracción de capa posterior,
- 15 en donde el índice de refracción del sustrato es mayor que el primer índice de refracción anterior y el primer índice de refracción posterior, y en donde la primera capa anterior y la primera capa posterior tienen un grosor de al menos 2 μm ;
- (b) fabricar una pila de capas retirables que incluye al menos una capa retirable (502a-d), en donde la fabricación de cada capa retirable comprende:
- aplicar un recubrimiento anterior a un lado anterior de un sustrato, en donde el sustrato tiene un índice de refracción del sustrato, y
- 20 en donde el recubrimiento anterior incluye una primera capa anterior aplicada al lado anterior del sustrato, teniendo la primera capa anterior un primer índice de refracción de capa anterior,
- en donde el índice de refracción del sustrato es mayor que el primer índice de refracción anterior, y
- en donde la primera capa anterior tiene un grosor de al menos 2 μm ; y
- 25 (c) laminar la pila de capas retirables y la capa de banda base juntas a través de una capa adhesiva (510a), en donde la capa adhesiva se configura para permitir que cada capa retirable se retire de forma desprendible de la banda óptica laminada.

FIG. 1

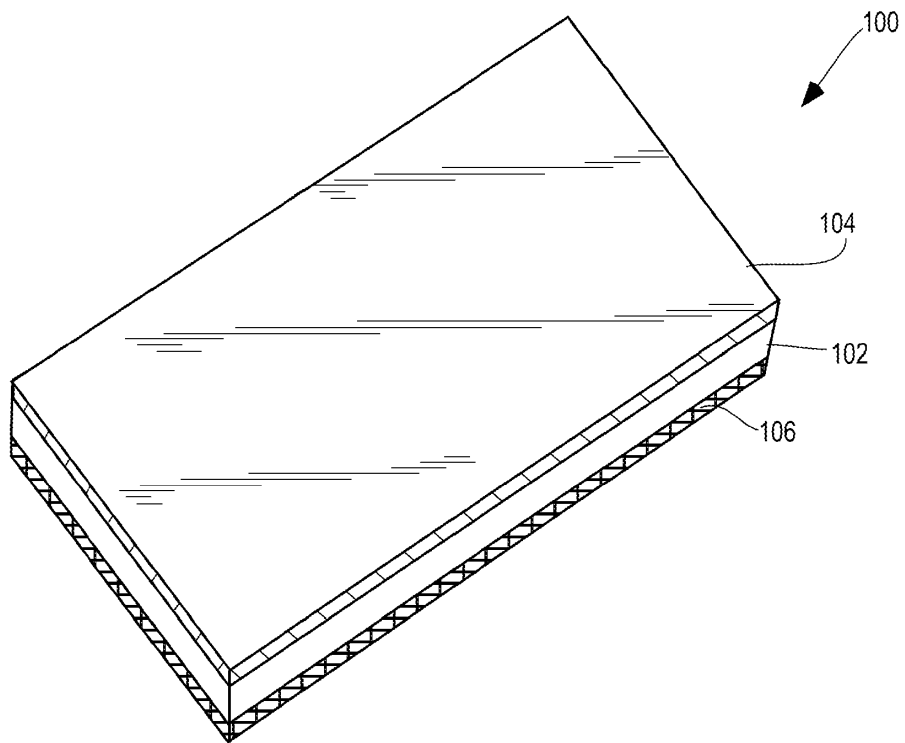


FIG. 2

100

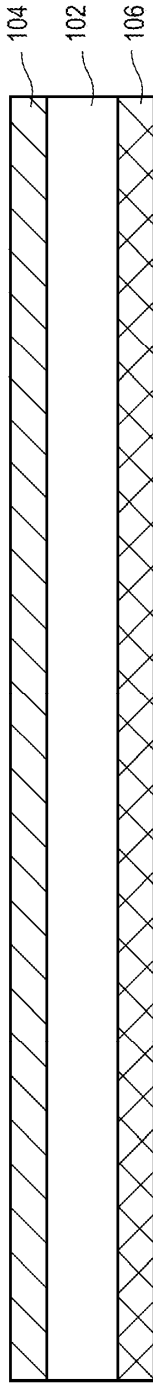
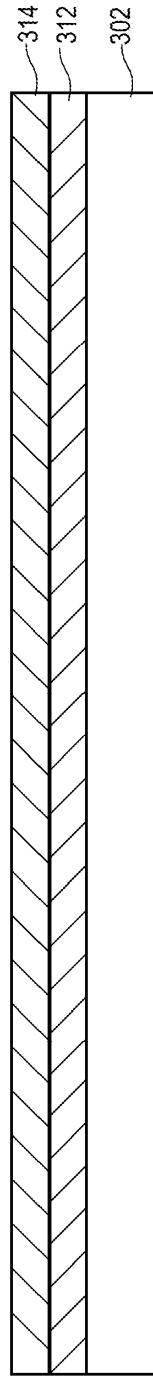


FIG. 3

300



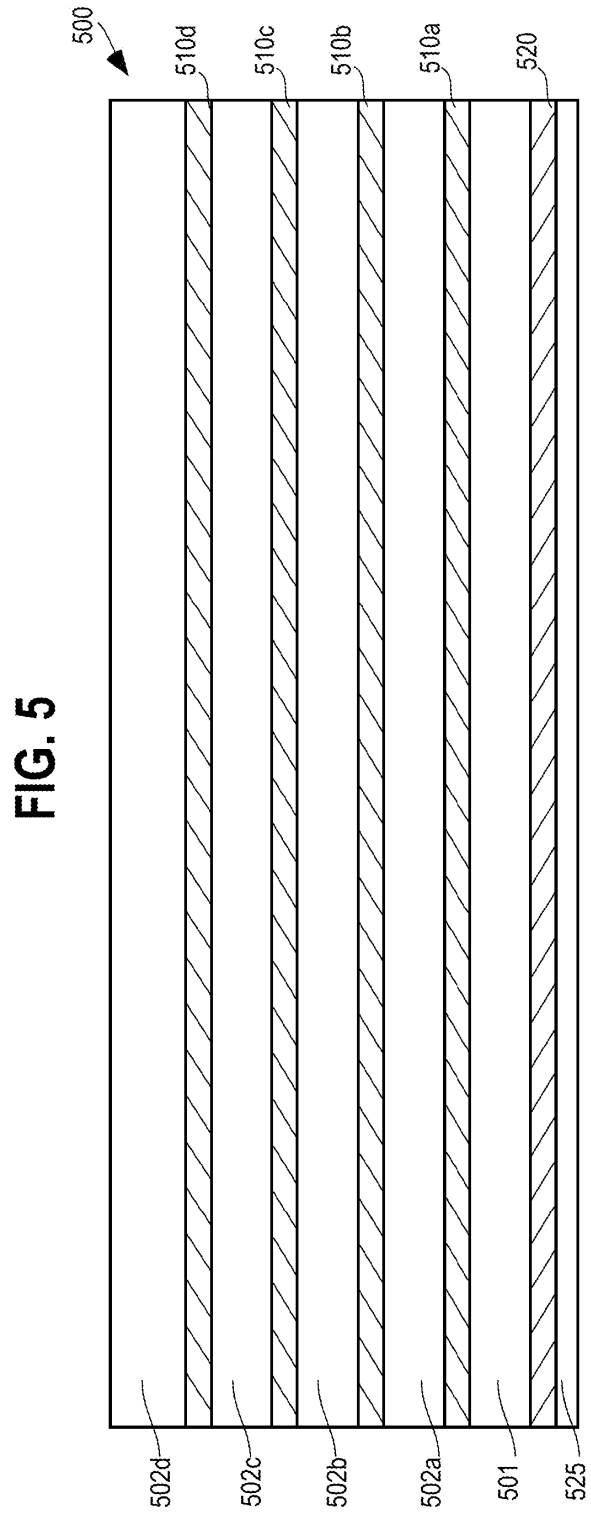
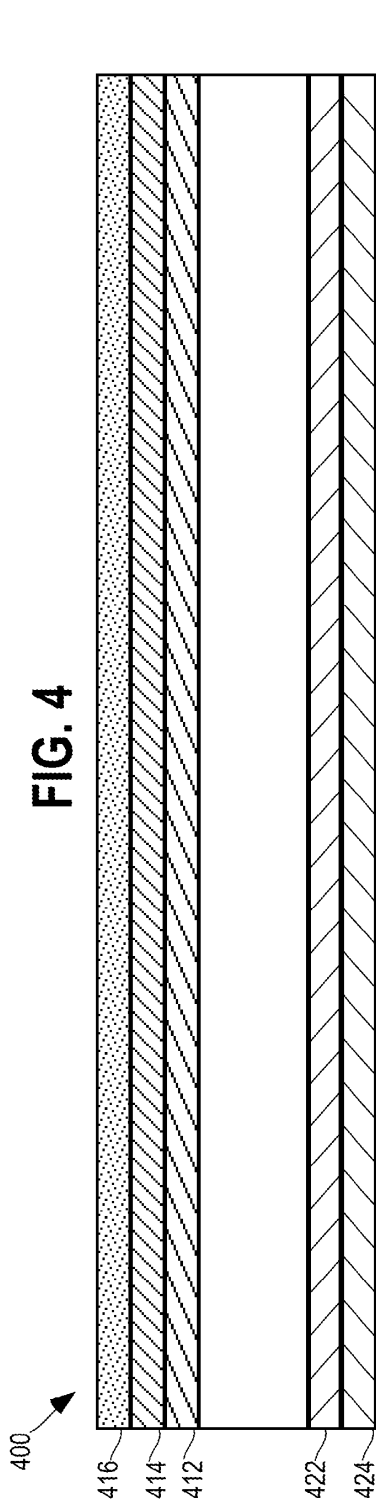


FIG. 6A

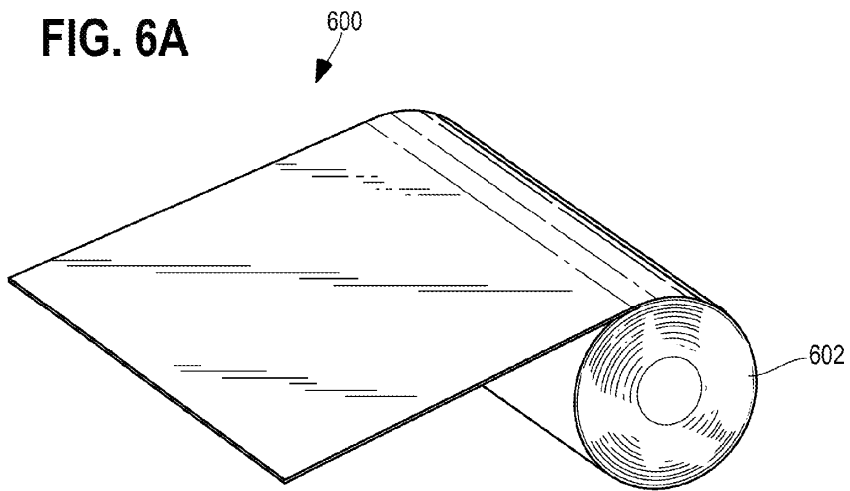


FIG. 6B

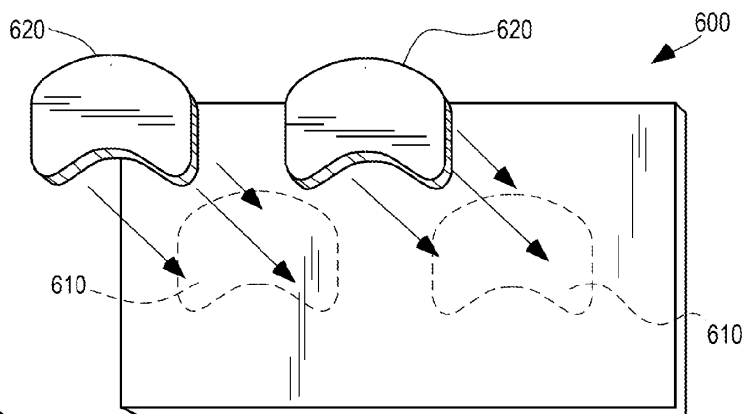


FIG. 6C

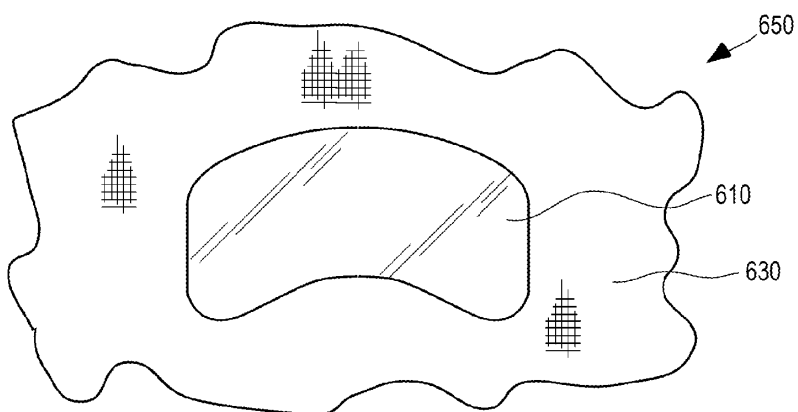


FIG. 7B

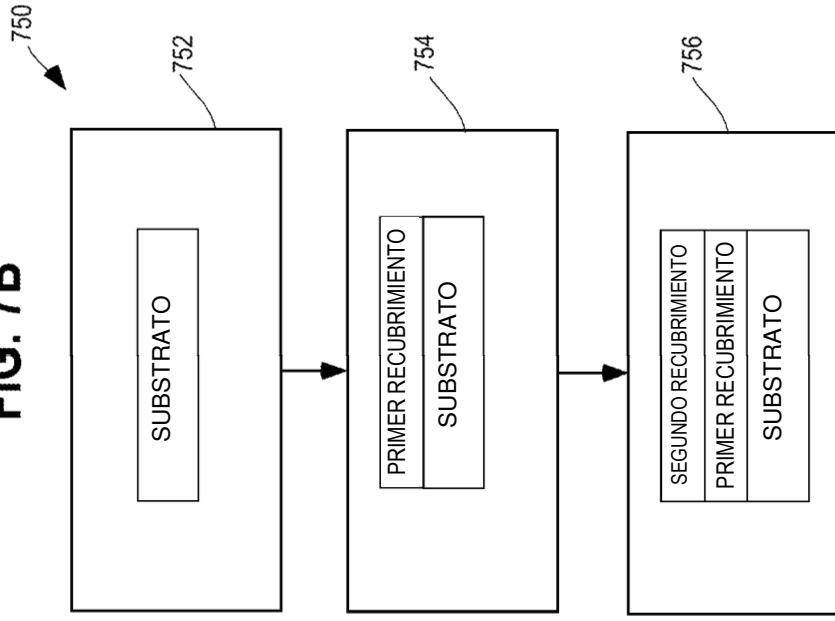


FIG. 7A

