

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 765**

51 Int. Cl.:

G02B 5/08 (2006.01)

H01Q 1/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.12.2015 PCT/US2015/064664**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16094495**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2015 E 15820928 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3230777**

54 Título: **Sistema que tiene un elemento de comunicaciones oculto por una estructura reflectante que comprende una película óptica multicapa de polímero**

30 Prioridad:

09.12.2014 US 201462089347 P
24.06.2015 US 201562183835 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.07.2019

73 Titular/es:

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)
3M Center, Post Office Box 33427
St. Paul, MN 55133-3427, US

72 Inventor/es:

LARSON, DONALD K.;
SCHARDT, CRAIG R.;
KING, STEPHEN C.;
TREADWELL, DANIEL J.;
YEMELONG, CONSTAND E.;
CARLS, JOSEPH C. y
KIPKE, CARY A.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 720 765 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

Sistema que tiene un elemento de comunicaciones oculto por una estructura reflectante que comprende una película óptica multicapa de polímero

5

Campo

La presente descripción se refiere a un sistema que tiene un elemento de comunicaciones oculto y a un método de ocultar un elemento de comunicaciones.

10

Antecedentes

Como el número de abonados inalámbricos sigue aumentando en un nivel muy alto, el tráfico de datos inalámbrico también ha aumentado. La proliferación de nuevos dispositivos inteligentes impulsa, además, el crecimiento del tráfico inalámbrico. Las aplicaciones de contenido enriquecido, tales como la transmisión de vídeo en áreas de alta densidad están aumentando. Los emplazamientos de las redes de telefonía móvil deben aumentar su capacidad y el número para estar a la altura de la nueva demanda. Para hacer frente a los requisitos de ancho de banda según la localización geográfica, los proveedores de servicios de telefonía móvil están buscando añadir macroestructuras de celdas y utilizar tecnología de celdas pequeñas para aumentar la capacidad. Las celdas pequeñas se pueden desplegar tanto en interiores como en exteriores.

15

20

Uno de los desafíos para el despliegue de macroestructuras de celdas y de celdas pequeñas es la estética asociada con dicho equipo. Por ejemplo, los diseñadores de red deben ser sensibles al aspecto de las macroestructuras desplegadas en los techos de edificios, y en la infraestructura adicional de celda pequeña que se va a instalar. Por tanto existe la necesidad, de ayudar a mejorar la estética asociada a las macroestructuras de celdas y celdas pequeñas y otros elementos de comunicaciones que se están desplegando actualmente. US-2004/134138 A1 se refiere a una estructura camuflada y a un método para camuflar una estructura contra un fondo que tiene una composición generalmente uniforme de tono, saturación y brillo. US-2011/273356 A1 se refiere a un elemento decorativo que transmite ondas de radio, que tiene un sustrato, una capa transparente de material orgánico, y una capa reflectora de luz conformada por una aleación compuesta de silicio o germanio y un metal proporcionado entre el sustrato y la capa transparente de material orgánico; en donde la capa reflectora de la luz está conformada de un objeto que tiene una aleación compuesta de silicio o de germanio, y de un metal con el uso de un sistema de pulverización catódica CC. US-2009/283133 A1 se refiere a un artículo que incluye una película óptica multicapa y una capa amoldable de protección UV.

25

30

35

Resumen

La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. En un aspecto, la presente descripción se refiere a un sistema que tiene un elemento de comunicaciones oculto. El sistema incluye un elemento de comunicaciones, y una película óptica multicapa de polímero conformada en una forma que rodea al menos parcialmente el elemento de comunicaciones y lo oculta de la vista. El sistema incluye además una película óptica multicapa de polímero, una capa de núcleo que comprende una pila óptica multicapa que comprende dos capas poliméricas alternantes, en donde la primera capa polimérica comprende un material birrefringente y la segunda capa polimérica comprende un polímero de tipo acrílico mezclado con un fluoropolímero o un copolímero que contiene acrílico.

40

45

En otro aspecto, la película óptica multicapa incluye una capa de núcleo que comprende una pila óptica multicapa que comprende dos capas poliméricas alternantes, donde la reflectividad especular de la luz a 660 nm tal como se refleja en la película óptica multicapa de polímero disminuye menos de 10 % desde su primera exposición hasta después de 12.750 horas según el procedimiento de envejecimiento ISO 4892-2:2013 Ciclo 4.

50

En otro aspecto, el sistema comprende una película óptica multicapa de polímero que comprende una capa de núcleo que comprende una pila óptica multicapa que comprende dos capas poliméricas alternantes, en donde el índice de amarilleamiento b^* de la película óptica multicapa de polímero cambia en menos de 3 desde su primera exposición hasta después de 12.750 horas según el procedimiento de envejecimiento ISO 4892-2:2013 Ciclo 4.

55

El sistema comprende una película óptica multicapa de polímero no metálica que comprende una capa de núcleo que comprende una pila óptica multicapa que comprende dos capas poliméricas alternantes.

60

En otro aspecto, la presente descripción se refiere a un método para ocultar un elemento de comunicaciones situado en exteriores. El método incluye rodear al menos parcialmente el elemento de comunicaciones situado en exteriores con una película óptica multicapa reflectante, de manera que la película óptica multicapa oculta el elemento de comunicaciones de los observadores, y refleja la luz ambiente hacia los observadores, comprendiendo la película óptica multicapa una capa de núcleo que comprende una pila óptica multicapa que comprende dos capas poliméricas alternantes, y una capa protectora estable a UV.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama básico que ilustra la función del presente sistema que tiene un elemento de telecomunicaciones oculto.

La Figura 2 es una vista seccional transversal de una película óptica multicapa de polímero según la presente descripción.

La Figura 3 es una vista seccional transversal de una película óptica multicapa de polímero según otra realización de la presente invención.

Las figuras no están necesariamente a escala. Los números concretos utilizados en las figuras hacen referencia a los mismos componentes. No obstante, se entenderá que el uso de un número para referirse a un componente en una figura dada no pretende limitar el componente en otra figura etiquetada con el mismo número.

Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas se hace referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran realizaciones específicas en las que puede ponerse en práctica la invención. No se pretende que las realizaciones ilustradas sean exhaustivas de todas las realizaciones según la invención. Se entiende que se pueden utilizar otras realizaciones y que se pueden realizar cambios lógicos o estructurales sin apartarse del alcance de la presente invención. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no debe tomarse en un sentido limitativo, y el ámbito de la presente invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Salvo que se indique lo contrario, debe entenderse que todos los números que expresan tamaños, cantidades, y propiedades físicas característicos utilizados en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones están modificados en todos los casos por el término “aproximadamente”. Por tanto, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos establecidos en la memoria descriptiva y reivindicaciones adjuntas que siguen son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se busca obtener por parte de aquellos expertos en la técnica que utilizan la información descrita en la presente memoria.

Tal como se utilizan en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas en singular “un”, “uno”, y “el” abarcan realizaciones que tienen referentes plurales, a menos que el contenido dicte claramente otra cosa. Tal como se utiliza en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones anexas, el término “o” se emplea generalmente en su sentido, incluido “y/o” a menos que el contenido dicte claramente otra cosa.

Los términos relacionados espacialmente que incluyen, aunque no de forma limitativa, “próximo”, “distal”, “inferior”, “superior”, “debajo”, “encima” y “sobre” si se utilizan en la presente memoria, se utilizan para facilitar la descripción y describir las relaciones espaciales de los elementos entre sí. Estos términos relacionados espacialmente abarcan diferentes orientaciones del dispositivo durante el uso o funcionamiento además de las orientaciones particulares representadas en las figuras y descritas en la presente memoria. Por ejemplo, si un objeto representado en las figuras se da vuelta o se pone al revés, las piezas previamente descritas debajo o por debajo de otros elementos estarían entonces por encima de esos otros elementos.

Como se utiliza en la presente memoria, cuando se describe que un elemento, componente o capa, por ejemplo, conforma una “superficie coincidente” con, o está “sobre”, “conectado con”, “acoplado con”, “apilado sobre” o “en contacto con” otro elemento, componente o capa, puede estar directamente sobre, directamente conectado con, directamente acoplado con, directamente apilado sobre o directamente en contacto con, o bien los elementos, componentes o capas intermedios pueden estar sobre, conectados, acoplados o en contacto con el elemento, componente o capa particular, por ejemplo. Cuando se dice que un elemento, componente o capa, por ejemplo, está “directamente sobre”, “directamente conectado con”, “directamente acoplado con” o “directamente en contacto con” otro elemento, no existen elementos, componentes o capas intermedios, por ejemplo.

Como se ha indicado anteriormente, la proliferación de abonados inalámbricos y el tráfico de datos correspondiente está creando la necesidad de instalar macroestructuras celulares y celdas pequeñas para estar a la altura de la demanda de capacidad de red. Las celdas pequeñas, macroantenas y equipo montados en tejados, y otros elementos de telecomunicaciones habitualmente instalados suponen el desafío de ser menos que estéticamente agradable a los transeúntes de un lugar de instalación. Por lo tanto, existe la necesidad de ocultar mejor las células pequeñas (y otros tipos de equipos de comunicaciones) de los espectadores. La presente descripción proporciona dicha solución.

En su nivel más fundamental, la presente descripción proporciona un sistema que oculta los elementos de comunicación de espectadores. El sistema utiliza una estructura reflectante muy especular (en particular, una película óptica multicapa de polímero) que rodea el elemento de comunicaciones y lo oculta al reflejar la luz ambiental y los reflejos de los alrededores del sistema hacia un observador que está observando el sistema. De forma alternativa, la estructura puede ser muy especular y solo parcialmente reflectante, donde un sustrato detrás de la estructura puede absorber cualquier luz transmitida (o solo ligeramente dispersarla), donde dicho sustrato está colocado entre la película óptica multicapa y el elemento de comunicaciones. Una ilustración simple de esto se proporciona en la Figura

1, con la estructura reflectante 120 y el observador 110, donde el elemento de comunicaciones está oculto por la estructura 120. El elemento de comunicaciones que está oculto puede, en algunas realizaciones, ser o incluir una antena, por ejemplo una antena direccional multibanda de Commscope modelo SBNH-1D6565B (Commscope, Inc., Hickory, NC), o de Kathrein modelo 840 10525 (Kathrein-Werke KG, Rosenheim, Alemania). En algunas realizaciones, el elemento de comunicaciones puede ser un elemento que incluye tanto una antena como una radio, por ejemplo, una antena de radio integrada de Ericsson modelo AIR21 BI (Estocolmo, Suecia), o una radio exterior Alcatel Lucent modelo 9768 Metro (Alcatel Lucent, Boulogne-Billancourt, Francia). En otra realización, el elemento puede ser una antena de celda pequeña, por ejemplo, una antena Commscope modelo NH360QS-DG-F0M o una antena Antenna Products modelo AWS360DP-1710-10-TO-D-A3 (Antenna Products Corp., Mineral Wells, TX). En otra realización, el elemento de comunicaciones puede ser una antena y radio utilizadas para sistemas auxiliares inalámbricos (*backhaul*), por ejemplo un puente Ethernet inalámbrico GE60 a 60 GHz (BridgeWave, Santa Clara, California).

Las películas de polímero descritas en la presente memoria se usan en exteriores y están sometidas a una exposición continua a los elementos. Por consiguiente, un desafío técnico en el diseño y fabricación de películas reflectantes de polímero no metalizadas es conseguir durabilidad a largo plazo (p. ej., 20 años) cuando se someten a condiciones ambientales duras. Las propiedades mecánicas, reflectividad especular, resistencia a la corrosión, estabilidad a la luz ultravioleta, y resistencia a condiciones meteorológicas en exteriores son algunos de los factores que pueden contribuir a la degradación gradual de los materiales durante un período de funcionamiento prolongado.

Un diagrama sencillo de una película 200 óptica multicapa de polímero que se puede utilizar en la presente descripción se proporciona en la Figura 2. El primer elemento de la película óptica multicapa de polímero es una capa 202 de núcleo que está formada por una pila óptica multicapa. La pila óptica multicapa de la capa 202 de núcleo incluye dos capas poliméricas alternantes. La película óptica multicapa de polímero puede opcionalmente incluir también una capa protectora 204 (por ejemplo, un recubrimiento duro o un sobreestratificado) que se coloca entre el observador y la capa de núcleo. Como se describirá con mayor detalle más adelante, la capa protectora 204 puede incluir uno o más absorbentes de UV para ayudar en la durabilidad de la película óptica multicapa de polímero de la degradación producida por UV.

La película 200 óptica multicapa de polímero también puede incluir opcionalmente una capa adhesiva 208 que está colocada entre la capa 202 de núcleo y una superficie sobre la que se adhiere la película óptica multicapa de polímero (no mostrada). Cuando se adhiere a dicha superficie, la película óptica multicapa de polímero se puede adaptar a dicha forma de superficie. En varias realizaciones, para ayudar a que la película óptica multicapa de polímero oculte el elemento de comunicaciones que rodea, la película óptica multicapa de polímero se conformará en una forma tridimensional. Se puede seleccionar cualquier forma tridimensional adecuada, por ejemplo, en una realización, la película óptica multicapa de polímero se puede conformar en una forma cilíndrica. En otra realización, la película óptica multicapa de polímero se puede conformar en una forma semiesférica. Cuando se usa en la presente memoria, la expresión “conformada en” puede significar que la película se conforma de hecho en esa forma como elemento independiente, o se aplica sobre otro sustrato o dispositivo que tiene la forma deseada (p. ej., se aplica sobre un sustrato semiesférico) o sobre el propio dispositivo de comunicación.

La película 200 óptica multicapa de polímero también puede incluir una primera capa exterior 212 hecha de uno o más polímeros colocados entre la capa 202 de núcleo y el recubrimiento duro 204. La primera capa exterior debería considerarse una capa independiente de la capa de núcleo. De forma adicional, la película óptica de polímero puede incluir una segunda capa exterior 214 que incluye uno o más polímeros, estando la segunda capa exterior colocada entre la capa 202 de núcleo y la capa adhesiva 208 (cuando está presente). La segunda capa exterior también debería considerarse una capa independiente de la capa de núcleo. De forma adicional, en al menos una realización, al menos uno de los polímeros de la primera capa exterior no estará presente en la segunda capa exterior, y al menos uno de los polímeros de la segunda capa exterior no estará presente en la primera capa exterior. A continuación se proporcionará una descripción más extensa de cada una de las capas de la película óptica multicapa de polímero.

50 Capa protectora

La capa protectora es opcional. En determinadas realizaciones, para proteger la película óptica multicapa, la superficie expuesta de la película se puede proteger con una capa adicional que se puede recubrir, coextrudir o estratificar sobre la primera capa exterior. En una realización, la primera capa exterior puede estar recubierta con un recubrimiento duro resistente a los arañazos y al desgaste. La capa protectora 204 puede mejorar la durabilidad y resistencia climática de la película óptica multicapa durante el procesamiento y durante el uso del producto final. La capa de recubrimiento duro puede incluir cualquier material útil, tal como recubrimientos duros acrílicos, recubrimientos duros silíceos, recubrimientos duros de siloxano, recubrimientos duros de melamina, y similares. En el caso de recubrimientos duros acrílicos, el recubrimiento duro puede contener uno o más polímeros acrílicos. Los polímeros acrílicos incluyen acrilatos, metacrilatos y sus copolímeros. En una realización, el recubrimiento duro comprende más de 90 % (porcentaje en peso en base seca) de polímeros acrílicos. En otra realización, el recubrimiento duro comprende una mezcla de diacrilato de 1,6-hexanodiol (HDDA), que puede obtenerse de Sartomer USA, LLC, y BASF Paraloid B44. En otra realización, el recubrimiento duro comprende un polímero o copolímero de poli(metacrilato de metilo), al menos 80 % de un monómero de acrilato o diacrilato, y un estabilizador contra la luz ultravioleta. El recubrimiento final se obtiene mediante el curado con luz de la formulación de recubrimiento duro.

Ejemplos de dichas composiciones se describen en la patente US-2015/0037567, incorporada como referencia en la presente memoria. En otra realización, la capa protectora puede comprender una película de protección de la superficie (p. ej., sobreestratificado). Los ejemplos incluyen, aunque no de forma limitativa, 3M™ Scotchcal™ Gloss Overlaminates y Scotchgard™ Graphic y Surface Protection Film.

5 El recubrimiento duro puede tener cualquier espesor útil, tal como, por ejemplo, de 1 a 20 micrómetros, o de 1 a 10 micrómetros o de 1 a 5 micrómetros, o de 5 a 10 micrómetros, o de 8 a 12 micrómetros. En una realización, el grosor del recubrimiento duro es de 9 micrómetros. En otra realización, el grosor del recubrimiento duro es de 10 micrómetros.

10 En una realización, la capa de recubrimiento duro puede incluir estabilizadores del UV (véase más adelante), antioxidantes, tales como TINUVIN 123, comercializado por BASF Corporation, y los agentes de reticulación e iniciadores necesarios para curar los polímeros del recubrimiento duro, tales como, por ejemplo, IRGACURE 184 e IRGACURE 819, también comercializados por BASF Corporation. En una realización, el recubrimiento duro comprende de 1 a 7 % de estabilizadores de UV (porcentaje en peso en base seca). En otra realización, el recubrimiento duro comprende de 2 a 6 % de estabilizadores de UV (porcentaje en peso, en base seca). En otras realizaciones, el recubrimiento duro comprende 6 % o menos, o 5 % o menos, o 4 % o menos, o 3 % o menos de estabilizadores de UV en porcentaje en peso, en una base seca. En otra realización, el recubrimiento duro puede comprender un estabilizante, tal como Tinuvin CarboProtect, comercializado por BASF, para proteger la película frente a la degradación en la región UV/visible de 380-420 nm). La naturaleza del recubrimiento duro o de cualquier otra capa protectora no es crítica para el comportamiento de la película óptica multicapa como una película de espejo y los inventores contemplan que se pueden usar recubrimientos duros transparentes o capas protectoras conocidos adyacentes a la primera capa exterior de la película óptica multicapa. Los expertos en la técnica reconocerán que se puede utilizar una capa de imprimación recubierta u otro tratamiento superficial para conseguir una adhesión adecuada entre la capa protectora y la una o varias capas exteriores.

25 Capas exteriores

Se puede coextrudir una capa exterior (p. ej., 212, 214) sobre cada una de las superficies principales de la pila multicapa durante su fabricación para proporcionar propiedades deseables a la pila óptica multicapa y protegerla de la cizalla a lo largo del bloque de alimentación y las paredes de la matriz.

30 En algunas realizaciones, las capas externas 212, 214 pueden comprender una mezcla de uno o más polímeros de acrilato y uno o más fluoropolímeros. Como se utiliza en la presente memoria, los polímeros de acrilato incluyen acrilatos, metacrilatos y sus copolímeros. Los ejemplos de dichos polímeros incluyen poli(acrilatos), polimetacrilatos, tales como poly (methyl methacrylate) (poli(metacrilato de metilo) - PMMA), en forma tanto de homopolímeros como de copolímeros, tales como un coPMMA hecho a partir de 75 % en peso de monómeros de methylmethacrylate (metacrilato de metilo - MMA) y 25 % en peso de monómeros de ethyl acrylate (acrilato de etilo - EA), (comercializado por Ineos Acrylics, Inc., con la designación comercial Perspex CP63), un coPMMA conformado con unidades comonoméricas de EA y unidades comonoméricas de n-butyl methacrylate (metacrilato de n-butilo - nBMA).

40 En determinadas realizaciones, el fluoropolímero usado en la mezcla de polímeros de una capa externa es un material que se puede extrudir. En algunas realizaciones, el fluoropolímero puede ser un polímero parcialmente fluorado. Por ejemplo, el fluoropolímero se puede tanto procesar por fusión, tal como en el caso del poly vinylidene fluoride (poli(fluoruro de vinilideno) - PVDF), un etrafluoroethylene, hexafluoropropylene and vinylidene fluoride (terpolímero de tetrafluoroetileno, hexafluoropropileno y fluoruro de vinilideno -THV), y otros fluoroplásticos procesables por fusión, o bien que no se pueden procesar por fusión, tal como en el caso de copolímeros de politetrafluoroetileno (PTFE) modificado, tales como un copolímero de tetrafluoroetileno y bajos niveles de viniléteres fluorados y fluoroelastómeros. Los fluoroelastómeros pueden procesarse antes del curado mediante moldeo por inyección o por compresión u otros métodos normalmente asociados con los termoplásticos.

50 Es posible que los fluoroelastómeros después del curado o la reticulación no se puedan procesar adicionalmente. Los fluoroelastómeros también pueden recubrirse sin disolvente en su forma no reticulada. En una realización, el fluoropolímero mezclado con el polímero acrílico es PVDF.

55 En otras realizaciones, el fluoropolímero es un fluoroplástico que incluye unidades interpolimerizadas derivadas de vinylidene fluoride (fluoruro de vinilideno - VDF) y fluoroetileno y puede incluir además unidades interpolimerizadas derivadas de otros monómeros que contienen flúor, monómeros que no contienen flúor, o una combinación de los mismos. Los ejemplos de monómeros que contienen flúor adecuados incluyen tetrafluoroetileno (TFE), hexafluoropropileno (HFP), clorotrifluoroetileno (CTFE), 3 cloropentafluoropropeno, viniléteres perfluorados (p. ej., viniléteres perfluoroalcoxilados tales como $CF_3OCF_2CF_2CF_2OCF=CF_2$ y viniléteres perfluoroalquilados tales como $CF_3OCF=CF_2$ y $CF_3CF_2CF_2OCF=CF_2$), fluoruro de vinilo, diolefinas que contienen flúor tales como perfluorodialiléter y perfluoro-1,3-butadieno. Ejemplos de monómeros que no contienen flúor adecuados incluyen monómeros de olefina tales como etileno, propileno y similares.

65 Los fluoroplásticos que contienen VDF se pueden preparar utilizando técnicas de polimerización en emulsión como se describe, p. ej., en Sulzbach y col., patente US-4.338.237 o Grootaert, patente US-5.285.002, incorporadas como referencia en la presente memoria. Los fluoroplásticos que contienen VDF comerciales incluyen, por ejemplo, los

fluoropolímeros THV™ 200, THV™ 400, THV™ 5000, THV™ 610X (comercializados por Dyneon LLC, St. Paul Renner, MN), el fluoropolímero KYNAR™ 740 (comercializado por Atochem North America), HYLAR™ 700 (comercializado por Ausimont USA, Inc., Morristown, NJ), y FLUOREL™ FC-2178 (comercializado por Dyneon LLC).

5 Otros ejemplos de fluoropolímeros incluyen THV™ (un terpolímero de $\text{CF}_2=\text{CF}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2/\text{CF}_2=\text{CH}_2$), THE (un terpolímero de $\text{CF}_2=\text{CF}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2/\text{CH}_2=\text{CH}_2$), PVDF-HV (un copolímero de $\text{CF}_2=\text{CH}_2$ (85 % en peso) y $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2$ (15 % en peso)) y PVDF-CV (un copolímero de $\text{CF}_2=\text{CH}_2$ (85 % en peso) y $\text{CF}_2=\text{CFCl}$ (15 % en peso)).

10 En algunas realizaciones, en base seca, la capa exterior comprende de 50 % a 70 % de uno o más polímeros de acrilato y de 25 % a 40 % del uno o más fluoropolímeros. En otras realizaciones, la capa exterior comprende de 60 % a 65 % de uno o más polímeros de acrilato y de 30 % a 35 % de uno o más fluoropolímeros. En otras realizaciones, la capa exterior comprende 63 % del uno o más polímeros de acrilato y 35 % del uno o más fluoropolímeros. En determinadas realizaciones, el uno o más polímeros de acrilato es PMMA y el uno o más fluoropolímeros es PVDF.

15 En algunas realizaciones, la capa exterior comprende aditivos, tales como, por ejemplo, uno o más estabilizadores de UV. En algunas realizaciones, la capa exterior comprende de 0 a 5 % de un estabilizador de UV. En algunas realizaciones, la capa exterior comprende 1 %, o 2 %, o 3 %, o 4 %, o 5 % de un estabilizador de UV. En otras realizaciones, el estabilizador de UV es Estaño-1600.

20 En algunas realizaciones, la primera o la segunda capa exterior comprende uno o más poliésteres. En una realización, los poliésteres incluyen poliésteres cristalinos o semicristalinos, copoliésteres y copoliésteres modificados. En este contexto, el término "poliéster" incluye homopolímeros y copolímeros. Los poliésteres adecuados para su uso generalmente incluyen subunidades de carboxilato y glicol y se pueden generar mediante reacciones de moléculas de monómero de carboxilato con moléculas de monómero de glicol. Cada molécula de monómero de carboxilato tiene dos o más grupos funcionales de ácido carboxílico o éster y cada molécula de monómero de glicol tiene dos o más grupos funcionales hidroxilo. Todas las moléculas de monómero de carboxilato pueden ser iguales o pueden ser dos o más tipos diferentes de moléculas. Lo mismo se aplica a las moléculas de monómero de glicol. Dentro del término "poliéster", también se incluyen los policarbonatos derivados de la reacción de moléculas de monómeros de glicol con ésteres de ácido carbónico.

30 Las moléculas de monómero de carboxilato adecuadas para usar en la conformación de las subunidades de carboxilato del poliéster incluyen, por ejemplo, ácido tereftálico; ácido isoftálico; ácido 2,6-naftalenodicarboxílico e isómeros del mismo; ácido ftálico; ácido azelaico; ácido adípico; ácido sebáico; ácido norbomeno dicarboxílico; ácido biciclooctano dicarboxílico; ácido 1,4-ciclohexano dicarboxílico e isómeros del mismo; ácido t-butilisoftálico, ácido trimelítico, ácido isoftálico de sodio sulfonado; ácido 4,4'-bifenil dicarboxílico e isómeros del mismo; y ésteres de alquilo inferior de estos ácidos, tales como ésteres de metilo o etilo. El término "alquilo inferior" se refiere, en este contexto, a grupos alquilo C_1 - C_{10} de cadena lineal o ramificada.

40 Las moléculas de monómero de glicol adecuadas para usar en la conformación de las subunidades de glicol del poliéster incluyen etilenglicol; propilenglicol; 1,4-butanodiol e isómeros del mismo; 1,6-hexanodiol; neopentil glicol; polietilenglicol; dietilenglicol; triciclohexanodiol; 1,4-ciclohexano dimetanol e isómeros del mismo; norbomanodiol; biciclo octanodiol; trimetilol propano; pentaeritritol; 1,4-bencenometanol e isómeros del mismo; Bisfenol A; 1,8-dihidroxi bifenilo e isómeros del mismo; y 1,3-bis (2-hidroxietoxi)benceno.

45 Un polímero ilustrativo útil como capa birrefringente en las pilas ópticas multicapa de la presente descripción es polyethylene terephthalate (tereftalato de polietileno - PET). Otro polímero birrefringente útil es polyethylene naphthalate (naftalato de polietileno - PEN). En una realización, el uno o más poliésteres de la segunda capa exterior están elaborados con 100 % de PET.

50 En algunas realizaciones, cada una de las capas exteriores tiene un espesor de 6 micrómetros a 12 micrómetros. En algunas realizaciones, cada una de las capas exteriores tiene un espesor de 9 micrómetros. En algunas realizaciones, cada una de las capas exteriores tiene un espesor de al menos 10 micrómetros, al menos 50 micrómetros, o al menos 60 micrómetros. De forma adicional, en algunas realizaciones, cada una de las capas exteriores tiene un espesor no superior a 200 micrómetros, no superior a 150 micrómetros o no superior a 100 micrómetros. En algunas realizaciones, cada una de las capas exteriores tiene un espesor no superior a 5 micrómetros.

55 Pila óptica multicapa (Capa de núcleo)

60 En una realización, la pila óptica multicapa comprende capas alternantes de al menos un polímero birrefringente y un segundo polímero. Las pilas ópticas multicapa son generalmente una pluralidad de capas poliméricas alternantes, que se pueden seleccionar para conseguir reflexión de un ancho de banda específico de radiación electromagnética.

65 Los materiales adecuados para fabricar al menos una capa birrefringente de la pila óptica multicapa de la presente descripción incluyen polímeros cristalinos, semicristalinos o de cristal líquido (p. ej., poliésteres, copoliésteres y copoliésteres modificados). En este contexto, se entenderá que el término "polímero" incluye homopolímeros, copolímeros (p. ej., polímeros conformados usando dos o más monómeros), oligómeros y combinaciones de los mismos, así como polímeros, oligómeros o copolímeros que pueden conformarse en una combinación miscible, por

ejemplo, mediante co-extrusión o reacción, incluida la transesterificación. Los términos “polímero” y “copolímero” incluyen copolímeros tanto aleatorios como en bloque.

5 Los poliésteres adecuados para su uso en algunas pilas ópticas multicapa ilustrativas construidas según la presente descripción generalmente incluyen subunidades de carboxilato y glicol y se pueden generar mediante reacciones de moléculas de monómero de carboxilato con moléculas de monómero de glicol.

10 Cada molécula de monómero de carboxilato tiene dos o más grupos funcionales de ácido carboxílico o éster y cada molécula de monómero de glicol tiene dos o más grupos funcionales hidroxilo. Todas las moléculas de monómero de carboxilato pueden ser iguales o pueden ser dos o más tipos diferentes de moléculas. Lo mismo se aplica a las moléculas de monómero de glicol. Dentro del término “poliéster”, también se incluyen los policarbonatos derivados de la reacción de moléculas de monómeros de glicol con ésteres de ácido carbónico.

15 Las moléculas de monómero de carboxilato adecuadas para usar en la conformación de las subunidades de carboxilato de las capas del poliéster incluyen, por ejemplo, ácido 2,6-naftalenodicarboxílico e isómeros del mismo; ácido tereftálico; ácido isoftálico; ácido ftálico; ácido azelaico; ácido adípico; ácido sebáico; ácido norborneno dicarboxílico; ácido biciclooctano dicarboxílico; ácido 1,4-ciclohexano dicarboxílico e isómeros del mismo; ácido t-butylisofotálico, ácido trimelítico, ácido isoftálico de sodio sulfonado; ácido 4,4'-bifenil dicarboxílico e isómeros del mismo; y ésteres de alquilo inferior de estos ácidos, tales como ésteres de metilo o etilo. El término “alquilo inferior” se refiere, en este contexto, a grupos alquilo C₁-C₁₀ de cadena lineal o ramificada.

20 Las moléculas de monómero de glicol adecuadas para usar en la conformación de las subunidades de glicol de las capas del poliéster incluyen etilenglicol; propilenglicol; 1,4-butanodiol e isómeros del mismo; 1,6-hexanodiol; neopentil glicol; polietilenglicol; dietilenglicol; triciclododecanodiol; 1,4-ciclohexano dimetanol e isómeros del mismo; norbornanodiol; biciclo octanodiol; trimetilol propano; pentaeritritol; 1,4-bencenometanol e isómeros del mismo; Bisfenol A; 1,8-dihidroxi bifenilo e isómeros del mismo; y 1,3-bis (2-hidroxi)etoxi)benzeno.

30 Un polímero ilustrativo útil como capa birrefringente en las pilas ópticas multicapa de la presente descripción es polyethylene terephthalate (tereftalato de polietileno - PET). Otro polímero birrefringente útil es polyethylene naphthalate (naftalato de polietileno - PEN). La orientación molecular del polímero birrefringente puede aumentarse estirando el material a mayores relaciones de estiramiento y manteniendo otras condiciones de estiramiento fijas. Los copolímeros de PEN (coPEN), tales como los descritos en la patente US- 6.352.761 y US- 6.449.093 son útiles por su capacidad de procesamiento a baja temperatura, que las convierte en más compatibles para su coextrusión con segundos polímeros menos térmicamente estables. Otros poliésteres semicristalinos adecuados como polímeros birrefringentes incluyen, por ejemplo, polybutylene 2,6-naphthalate (2,6-naftalato de polibutileno - PBN) y copolímeros del mismo, así como copolímeros de polyethylene terephthalate (tereftalato de polietileno - PET), tales como los descritos en la patente US- 6.449.093 B2, o en la US- 2006/0084780, que se han incorporado como referencia en la presente memoria por su descripción de polímeros y poliésteres birrefringentes. De forma alternativa, el syndiotactic polystyrene (poliestireno sindiotáctico - sPS) es otro polímero birrefringente útil.

40 El segundo polímero de la pila óptica multicapa puede fabricarse de una variedad de polímeros que tienen temperaturas de transición vítrea compatibles con la del primer polímero birrefringente y que tienen un índice de refracción similar al índice de refracción anisótropo (fuera del plano o n_z) del polímero birrefringente.

45 Los ejemplos de otros polímeros adecuados para usar en pilas ópticas como el segundo polímero incluyen polímeros de vinilo y copolímeros fabricados a partir de monómeros tales como vinilnaftalenos, estireno, anhídrido maleico, acrilatos, y metacrilatos. Los ejemplos de estos polímeros incluyen poli(acrilatos), polimetacrilatos, tales como poly (methyl methacrylate) (poli(metacrilato de metilo) - PMMA), y poliestireno isotáctico o sindiotáctico. Otros polímeros incluyen polímeros de condensación tales como polisulfonas, poliamidas, poliuretanos, ácidos poliámicos y poliimidas. Además, el segundo polímero puede conformarse a partir de homopolímeros y copolímeros de poliésteres, policarbonatos, fluoropolímeros y polidimetilsiloxanos, y mezclas de los mismos.

50 Por ejemplo, en un aspecto, la primera capa polimérica comprende un material birrefringente y la segunda capa polimérica comprende un polímero de tipo acrílico mezclado con un fluoropolímero o un copolímero que contiene acrílico. Esta construcción puede proporcionar una capa de núcleo con un índice de diferencia de refracción entre la primera y segunda capas de aproximadamente 0,19. Por ejemplo, la primera capa puede comprender PET, que tiene un índice de refracción de aproximadamente 1,57, donde el índice de refracción en las direcciones de longitud y anchura es de aproximadamente 1,65 y el índice anisótropo (n_z) es aproximadamente 1,49. La segunda capa polimérica puede comprender un polímero de tipo acrílico, tal como PMMA, que tiene un índice de refracción de aproximadamente 1,49, que se combina con un fluoropolímero, tal como PVDF, que tiene un índice de refracción de aproximadamente 1,42, dando como resultado un índice de refracción de aproximadamente 1,46 para la mezcla. Como resultado, los valores de reflectancia para la pila óptica multicapa pueden ser muy altos.

65 Otros ejemplos de polímeros adecuados para usar como el segundo polímero incluyen homopolímeros de PMMA, tales como los comercializados por Ineos Acrylics, Inc., Wilmington, DE, con las denominaciones comerciales CP71 y CP80, o poly ethyl methacrylate (poli(metacrilato de etilo) - PEMA), que tiene una temperatura de transición vítrea

inferior a la del PMMA. Segundos polímeros adicionales incluyen copolímeros de PMMA (coPMMA), tales como coPMMA fabricados con 75 % en peso de monómeros de metacrilato de metilo (MMA) y 25 % en peso de monómeros de ethyl acrylate (acrilato de etilo - EA), (comercializado por neos Acrylics, Inc., con la designación comercial Perspex CP63), un coMMA conformado con unidades de comonómeros de MMA y n-butyl methacrylate (metacrilato de n-butilo - nBMA), o una mezcla de PMMA y poly(vinylidene fluoride) (poli(fluoruro de vinilideno) - PVDF).

Otros polímeros adecuados útiles como el segundo polímero incluyen copolímeros de poliolefina, tales como poly (ethylene-co-octene) (poli(etileno co-octeno) - PE-PO) comercializados por Dupont Performance Elastomers con la designación comercial Engage 8200, poly (propylene-co-ethylene) (poli(propileno-co-etileno) - PPPE) comercializado por Fina Oil y Chemical Co., Dallas, TX, con la designación comercial Z9470, y un copolímero de atactic polypropylene (polipropileno atáctico - aPP) y isotactic polypropylene (polipropileno isotáctico - iPP). Las pilas ópticas multicapa también pueden incluir, por ejemplo, en las segundas capas de polímero, una poliolefina funcionalizada, tal como linear low density polyethylene-g-maleic anhydride (polietileno lineal de baja densidad-g-anhídrido maleico - LLDPE-g-MA) tal como el comercializado por E.I. duPont de Nemours & Co., Inc., Wilmington, DE, con la designación comercial Bynel 4105.

En una realización, las composiciones de polímero adecuadas como el segundo polímero en capas alternantes con el al menos un polímero birrefringente incluyen PMMA, coPMMA, polydimethyl siloxane oxamide based segmented copolymer (copolímero segmentado con base de oxamida polidimetil siloxano - SPOX), fluoropolímeros incluidos homopolímeros tales como PVDF y copolímeros tales como los derivados de tetrafluoroethylene, hexafluoropropylene and vinylidene fluoride (terpolímero de tetrafluoroetileno, hexafluoropropileno y fluoruro de vinilideno - THV), mezclas de PVDF/PMMA, copolímeros de acrilato, estireno, copolímeros de estireno, copolímeros de silicona, policarbonato, copolímeros de policarbonato, mezclas de policarbonato, mezclas de policarbonato y estireno anhídrido maleico, y copolímeros de olefinas cíclicas.

La selección de las composiciones poliméricas utilizadas en la creación de la pila óptica multicapa puede verse afectada por el deseo de reflejar un determinado ancho de banda de la radiación entrante. Diferencias de índice de refracción más grandes entre el polímero birrefringente y el segundo polímero crean más potencia óptica, lo que permite un ancho de banda más reflectante. De forma alternativa, se pueden usar capas adicionales para proporcionar más potencia óptica. Los ejemplos de combinaciones de capas birrefringente y capas de segundo polímero pueden incluir, por ejemplo, los siguientes: PET/coPMMA, PET/THV, PET/SPOX, PEN/THV, PEN/SPOX, PEN/PMMA, PEN/coPMMA, coPEN/PMMA, coPEN/SPOX, sPS/SPOX, sPS/THV, CoPEN/THV, PET/fluoroelastómeros, sPS/fluoroelastómeros y coPEN/fluoroelastómeros.

Las pilas ópticas multicapa ilustrativas de la presente descripción se pueden preparar, por ejemplo, usando los aparatos y métodos descritos en la patente US-6.783.349 titulada "Apparatus for Making Multilayer Optical Films", patente US-6.827.886 titulada "Method for Making Multilayer Optical Films", y las publicaciones PCT números WO 2009/140493 titulada "Solar Concentrating Mirror" y WO 2011/062836 titulada "Multi-layer Optical Films". Los ejemplos de capas o recubrimientos adicionales adecuados para su uso con las pilas ópticas multicapa ilustrativas de la presente descripción se describen, por ejemplo, en las patentes US-6.368.699, y US-6.459.514 ambas tituladas "Multilayer Polymer Film with Additional Coatings or Layers".

En algunas realizaciones, la pila óptica multicapa puede tener regiones espectrales de alta reflectividad (>90 %) y otras regiones espectrales de alta transmisividad (>90 %). En algunas realizaciones, la pila óptica multicapa proporciona una reflectividad óptica elevada sobre una parte del espectro solar, reflectividad difusa baja, bajo amarilleamiento, buena resistencia climática, buena abrasión, resistencia a arañazos y grietas durante la manipulación y limpieza, y buena adhesión a otras capas, por ejemplo, otras capas de co(polímero), aplicadas a una o ambas superficies principales de las películas cuando se usan como sustratos.

En otras realizaciones, el promedio de reflectancia a lo largo de cada dirección del estirado para una incidencia normal sobre la región de longitud de onda 380-1500 nm es superior a 90 por ciento, o superior a 95 por ciento, o superior a 98 por ciento, o superior a 99 por ciento.

En algunas realizaciones alternativas, la reflectancia promedio a lo largo de cada dirección de estiramiento para una incidencia normal en el intervalo de longitud de onda de 380-1500 nm puede ser inferior a los valores de reflectancia para esas realizaciones descritas anteriormente, pero aún superiores a 50 por ciento, o superiores a 60 por ciento en dirección. En estas realizaciones alternativas, se puede colocar un sustrato de color oscuro (potencialmente absorbente de la luz o con ligera dispersión) entre la película y el objeto a ocultar. Un ejemplo de sustrato de color oscuro puede incluir la 3M Film 1080-M12 (comercializada por 3M Company).

Por ejemplo, la Fig. 3 muestra una película 300 óptica multicapa de polímero que incluye un sustrato 315 de color oscuro. Análogamente a lo descrito anteriormente con respecto a la Fig. 2, un primer elemento de la película óptica multicapa de polímero comprende una capa 302 de núcleo que está formada por una pila óptica multicapa. La pila óptica multicapa de la capa 302 de núcleo incluye dos capas poliméricas alternantes. La película 300 óptica multicapa de polímero puede opcionalmente incluir también una capa protectora 304 (por ejemplo, un recubrimiento duro o un sobreestratificado) que

se coloca entre el observador y la capa de núcleo. La capa protectora 304 puede incluir uno o más absorbentes de UV para ayudar en la durabilidad de la película óptica multicapa de polímero de la degradación producida por UV.

5 La película 300 óptica multicapa de polímero también puede incluir una capa adhesiva 308 que está colocada entre la capa 302 de núcleo y el sustrato 315 de color oscuro que tiene una superficie sobre la que se adhiere la película óptica multicapa de polímero. Cuando se adhiere a dicha superficie, la película óptica multicapa de polímero puede adaptarse a la forma del sustrato 315.

10 La película 300 óptica multicapa de polímero también puede incluir una primera capa exterior 312 hecha de uno o más polímeros colocados entre la capa 302 de núcleo y el recubrimiento duro 304. La primera capa exterior puede considerarse una capa independiente de la capa de núcleo. De forma adicional, la película óptica de polímero puede incluir una segunda capa exterior 314 que incluye uno o más polímeros, estando la segunda capa exterior colocada entre la capa 302 de núcleo y la capa adhesiva 308 (cuando está presente).

15 En otras realizaciones, el promedio de reflectancia a 60 grados desde la normal para 380-750 nm es superior a 80 por ciento, superior a 90 por ciento, superior a 95 por ciento, superior a 98 por ciento, o superior a 99 por ciento. Una película que mantiene una reflectividad elevada en un amplio intervalo de ángulos de incidencia y polarización produce imágenes reflejadas que pueden ocultar eficazmente el equipo de comunicación previsto.

20 En realizaciones alternativas, la reflectancia promedio a 60° desde la normal de 380-750 nm puede ser un valor inferior que para las realizaciones descritas anteriormente, pero aún superior a 50 por debajo, o superior a 60 por encima de la misma. Por ejemplo, se puede colocar un sustrato de color oscuro (potencialmente absorbente de la luz o con ligera dispersión) entre la película y el objeto a ocultar. En aquellas realizaciones donde la reflectividad es inferior (p. ej., 50 %, o 60 %, o 70 %), la película se puede colocar sobre un fondo oscuro para maximizar la ocultación por reflexión especular.

25 **Capa adhesiva**

La capa adhesiva es opcional. Cuando está presente, la capa adhesiva adhiere la construcción multicapa a un sustrato. En algunas realizaciones, el adhesivo es un adhesivo sensible a la presión. Como se utiliza en la presente memoria, el término “adhesivo sensible a la presión” se refiere a un adhesivo que presenta una adherencia intensa y persistente a un sustrato sin más que la presión del dedo, y suficiente resistencia cohesiva para poderse extraer del sustrato. Los adhesivos sensibles a la presión ilustrativos incluyen los descritos en la publicación PCT N.º 2009/146227 (Joseph, y col.). En al menos una realización, la capa adhesiva puede tener un espesor no uniforme. Este espesor no uniforme puede dar como resultado que toda la película multicapa tenga ondulaciones leves, que pueden dar como resultado propiedades ventajosas de niebla (reflectividad difusa) y de reflectividad especular, y también pueden proporcionar rutas para que el aire escape cuando la película recubierta de adhesivo se lamina a un sustrato.

Para facilitar la aplicación, la capa adhesiva no uniforme puede comprender canales de purga de aire y separadores tales como los realizados con adhesivos 3M ControlTac y 3M Comply (comercializados por 3M Company).

40 **Estabilizadores de UV**

En algunas realizaciones, la primera capa exterior o la capa protectora, tal como el recubrimiento duro, independientemente entre sí, pueden comprender un estabilizador, tal como un UV absorber (absorbente de UV - UVA) o un hindered amine light stabilizer (estabilizador de luz de amina impedida - HALS). En otra realización, el recubrimiento duro puede comprender un estabilizante, tal como Tinuvin CarboProtect, comercializado por BASF, para proteger la película frente a la degradación en la región UV/visible de 380-420 nm).

50 Los absorbentes de luz ultravioleta absorben preferiblemente la radiación ultravioleta y se disipa como energía térmica. En una realización, el UVA incluye TINUVIN 477 y TINUVIN 479, comercializado por BASF Corporation. Los UVA adecuados pueden incluir: benzofenonas (hidroxibenzofenonas, p. ej., Cyasorb 531 (Cytec)), benzotriazoles (hidroxifenilbenzotriazoles, p. ej., Cyasorb 5411, Tinuvin 329 (Ciba Geigy)), triazinas (hidroxifeniltriazinas, p. ej., Cyasorb 1164), oxanilidas, (p. ej., Sanuvor VSU (Clariant)) cianoacrilatos (p. ej., Uvinol 3039 (BASF)), o benzoxazinonas. Las benzofenonas adecuadas incluyen, CIASORB UV 9 (2-hidroxi-4-metoxibenzofenona, CHIMASSORB 81 (o 15 CYASORB UV 531) (2 hidroxi-4-octiloxibenzofenona). Los agentes de benzotriazol UVA adecuados incluyen compuestos comercializados por Ciba, Tarrytown, N.Y. como TINUVIN P, 213, 234, 326, 327, 328, 405 y 571, y CIASORB UV 5411 y CYASORB UV 237. Otros agentes de UVA adecuados incluyen CYASORB UV 1164 (2-[4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazin-2-il]-5(octiloxi)fenil (una triazina ilustrativa), CYASORB 3638 (una benzoxiazina ilustrativa), Tin-1600, y SUKANO UV MASTERBATCH TAI 1-10 MB03.

60 Los hindered amine light stabilizers (estabilizadores de luz de amina impedida - HALS) son estabilizadores eficaces contra la degradación inducida por la luz de la mayoría de los polímeros. Los HALS no absorben, generalmente, la radiación UV, pero actúan para inhibir la degradación del polímero. Los HALS por lo general incluyen tetraalquilpiperidinas, tales como 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidinamina y 2,2,6,6- tetrametil-4-piperidinol. Otros HALS adecuados incluyen compuestos comercializados por Ciba, Tarrytown, N.Y., como TINUVIN 123, 144 y 292.

Los UVA y HALS descritos explícitamente en la presente descripción están destinados a ser ejemplos de materiales que corresponden a cada una de estas dos categorías de aditivos. Los presentes inventores contemplan que otros materiales no descritos aquí, pero conocidos por los expertos en la técnica por sus propiedades como absorbentes de luz UV o estabilizadores de luz de amina impedida puedan usarse en las películas de esta descripción.

5

Transmisión de la señal inalámbrica

Como se ha mencionado anteriormente, un objetivo de las realizaciones descritas en la presente memoria es proporcionar un sistema que oculte elementos de comunicaciones antiestéticos (tales como antenas de celda pequeña, macroantenas para celdas, o antenas de radio) de los espectadores mediante el reflejo de la luz ambiental hacia los observadores. El uso de una película de polímero como dispositivo reflector permite la ventaja de adaptabilidad a una forma tridimensional, que puede tener una forma curva o no plana, tal como un cilindro o semiesfera. Este tipo de formas pueden ser ventajosa ya que tienden a reducir el tamaño de imagen de los objetos reflejados cerca del elemento de comunicaciones y pueden desenfocar reflexiones directas del sol hacia el observador.

15

Otra ventaja de las muchas de las realizaciones descritas en la presente memoria es la capacidad para evitar interferencias con las señales de radio transmitidas o recibidas por el elemento de comunicaciones. Por tanto, la película óptica multicapa de polímero de las realizaciones de la invención es no metálica, o al menos sustancialmente no metálica (es decir, no contiene más que una concentración traza de metal o impurezas metálicas inherentes). De este modo la película óptica multicapa de polímero será muy transmisiva (es decir al menos 90 % transmisiva) de frecuencias de radio en la banda en que los elementos de comunicaciones reciben y/o transmiten señales. En una realización, la película óptica multicapa de polímero será al menos 90 % transmisiva de señales de aproximadamente 400 GHz a aproximadamente 10 GHz o potencialmente al menos 90 % transmisiva de señales de aproximadamente 400 MHz a aproximadamente 100 GHz.

20

La disipación de energía electromagnética en un material dieléctrico se puede relacionar con el componente imaginario de la permitividad relativa del material. Esta pérdida dieléctrica puede describirse mediante una tangente de pérdida de campo eléctrico ($\tan \delta$), que, para materiales de baja pérdida, es la relación entre la parte imaginaria de la permitividad y la parte real de la permitividad. Por tanto, las películas ópticas poliméricas multicapa de la presente invención se miden para tener una baja tangente de pérdida. Por ejemplo, en una realización, la tangente de pérdida ($\tan \delta$) se mide como 0,022 a 1,1 GHz, 0,018 a 2,5 GHz y 0,016 a 5,6 GHz usando un método conocido, tal como la técnica de medición de resonador post-dieléctrico dividido descrito en IEC 61189-2-72. Para los materiales dieléctricos de baja pérdida, la potencia electromagnética P disminuye a través del material como $P=P_0 \exp\{-k\delta z\}$, donde P_0 es la potencia inicial, z es la longitud de propagación a través del material, y k es el número de onda. En una realización, $z=0,12$ mm y la pérdida de inserción ($10 \log_{10} \{ \exp\{-k\delta z\} \}$) calculada a partir de las mediciones de tangente de pérdida es inferior a 0,005 dD.

35

En otras realizaciones, la pérdida de inserción puede ser inferior a aproximadamente 0,01 dD.

De forma alternativa, se pueden usar una o más capas de metal adicionales junto con la película óptica multicapa de polímero, por ejemplo, como un filtro selectivo de frecuencia o blindaje de EMI direccional.

40

La película óptica multicapa de polímero de la presente invención también puede diseñarse para tener baja retroreflexión o bajas propiedades de retorno de las señales inalámbricas incidentes sobre la película. Las propiedades de retroreflexión bajas se pueden conseguir, por ejemplo, teniendo una película con una constante dieléctrica baja, adaptando estrechamente la constante dieléctrica del sustrato sobre el que se va a colocar la película, o haciendo que la película sea eléctricamente delgada en comparación con la longitud de onda de la señal inalámbrica. Para realizaciones que incluyen la ocultación de una antena, la constante dieléctrica de la película multicapa se puede aproximar a la constante dieléctrica del elemento de comunicaciones, p. ej., una antena o radomo. En una realización, la constante dieléctrica de la película óptica multicapa de polímero es de 2,8 a 1,1 Ghz. Los radomos para antenas pueden estar hechos de materiales estructurales tales como fibra de vidrio, policarbonato, ABS, PVC u otros materiales cuyas constantes dieléctricas varían de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 4,5. Muchas antenas para sistemas de comunicaciones están diseñadas para tener valores de pérdida de retorno inferiores a aproximadamente -10 dB, o inferiores a aproximadamente -15 dB, o inferiores a aproximadamente -20 dB durante su intervalo de frecuencias de funcionamiento. Cuando la película óptica multicapa de las realizaciones de la presente invención se coloca en el radomo de una antena estándar, la pérdida de retorno de la antena permanece prácticamente sin cambios.

55

La película óptica multicapa de polímero de las realizaciones de la presente invención también se puede diseñar para no generar nuevos componentes de frecuencia cuando las señales de alta potencia se transmiten a través de la película. Este fenómeno no lineal, conocido como passive intermodulation distortion (distorsión de intermodulación pasiva - PIM), se produce cuando dos o más frecuencias se mezclan entre sí para producir las frecuencias de suma y diferencia y pueden ser perjudiciales para el rendimiento de un sistema de comunicaciones. El PIM se puede medir usando un método conocido, tal como el que se encuentra en IEC 62037 "Passive RF and Microwave Devices, Intermodulation Level Measurement". Para una antena cubierta o parcialmente cubierta por la película óptica multicapa de polímero de la presente invención, la calificación PIM de la antena permanece prácticamente sin cambios. La clasificación PIM de la antena cubierta con película medida con 2 tonos con potencia de 20 W en cada tono se mide para que sea inferior a -140 dBc. Así, la película óptica multicapa de polímero puede ser adecuada para usar en sistemas de comunicaciones que transmiten señales de alta potencia (superior a 0,1 W o superior a 1 W o superior a 10 W).

65

Estabilidad al envejecimiento

5 Una película óptica multicapa estándar puede tener la desventaja de degradarse con el tiempo, y “amarillear” de forma antiestética, así como perder reflectividad. También puede sufrir una degradación causada por la exposición a condiciones ambientales adversas (viento, lluvia, granizo, suciedad, etc.). La construcción de la película óptica multicapa de polímero descrita en la presente invención reduce este riesgo utilizando las construcciones descritas en detalle anteriormente.

10 Para cuantificar la cantidad de “amarilleamiento” y, por consiguiente, la degradación que se produce con una película determinada, se puede medir la reflexión de la luz por la película y luego calcular el color de la luz reflejada en el espacio de color CIE $L^*a^*b^*$ bien conocido. Algunos instrumentos pueden realizar esta medición directamente. El valor b^* es una indicación general de amarilleamiento, donde los valores positivos más altos representan un color amarillento. En la presente solicitud, los inventores se refieren al “índice de amarilleamiento b^{**} ” para aclarar que utilizan este método como indicador del amarilleamiento de la luz que se refleja desde la película. Sin embargo, como se observa, las películas también se pueden envejecer mucho. El índice de amarilleamiento b^* de las películas ópticas multicapa ciertamente mostrará un valor inferior a 15, aunque debería presentar un valor inferior a 12, y puede presentar un valor inferior a 8 después de 12.750 horas según la prueba de envejecimiento ISO 4892-2:2013 Ciclo 4 (sin incluir pulverización con agua) en una película que no ha sido expuesta previamente al envejecimiento (es decir, “no expuesta previamente”). La prueba de envejecimiento ISO 4892-2:2013 Ciclo 4 implica un método para exponer probetas a una luz de arco de xenón para reproducir los efectos del envejecimiento que se producen cuando los materiales se exponen en entornos de uso final reales a la luz del día. El índice de amarilleamiento b^* de las películas ópticas multicapa ilustrativas descritas en la presente memoria cambian generalmente (p. ej., aumentan) de menos de 3, o potencialmente menos de 2 desde su primera exposición hasta después de 12.750 horas según la prueba de envejecimiento ISO 4892-2:2013 Ciclo 4 (sin incluir pulverización con agua). Para los valores b^* indicados en la descripción y reivindicaciones escritas, el valor b^* supone un ángulo de observación de 10 grados y un iluminante D65. Para mayor claridad, se debe entender que cualquier referencia a la prueba de envejecimiento ISO 4892-2:2013 Ciclo 4 en la descripción o en las reivindicaciones de la presente solicitud hace referencia a un ciclo que no incluye pulverización con agua.

30 También se entenderá que para comportarse con la mayor eficacia, la película óptica multicapa de polímero de la presente descripción puede tener una reflectividad muy alta de luz en el espectro visible (p. ej., superior a 90 % o 95 %). De forma alternativa, la película óptica multicapa de polímero de la presente descripción puede tener una reflectividad inferior (p. ej., superior a 50 %, o superior a 60 %) pero tener un sustrato transparente a RF, mm-onda o microondas adecuado colocado detrás de la película que bien absorbe la luz transmitida a través de la película, o bien dispersa ligeramente la luz incidente y la refleja hacia el observador (dirigiendo la luz una vez más a través de la película de polímero) de tal forma que la luz finalmente reflejada por la película y que alcanza un observador muestra los valores de reflectividad difusa y reflectividad especular adecuados. La película óptica multicapa de las realizaciones de la presente invención puede tener una reflectividad especular superior a 80 %, o potencialmente superior a 85 % o incluso superior a 90 %. Los valores de reflectividad difusa adecuados para la construcción de película óptica multicapa de polímero de las realizaciones de la presente invención pueden ser menos de 20 % o menos de 15 %, o menos de 10 %, o menos de 5 %, o potencialmente menos de 3 % de reflectividad difusa. Los valores de reflectividad difusa adecuados y los valores de reflectividad especular son importantes porque una reflectividad especular intensificada puede permitir una representación más nítida y más precisa de la imagen de reflejo, y una menor reflectividad difusa y un menor componente Lambertiano de dispersión de ángulo agudo pueden garantizar que no existe un “blanqueamiento” de la imagen reflejada. Sin embargo, en algunas realizaciones puede ser deseable asegurar que los valores de reflectividad especular, aunque superiores a 80 %, no se aproximan a 100 %, ya que una ligera imperfección en la reflectividad especular puede permitir el “suavizado” de imágenes reflejadas en las que no se desea que se fije un observador, p. ej., los bordes de un objeto alrededor del cual se coloca la película. De forma adicional, un equilibrio diseñado entre la reflectividad especular y una pequeña reflectividad difusa pueden proporcionar una reducción significativa en la intensidad de la reflexión del sol directo.

50 Otra medida importante de la capacidad de envejecimiento de una película reflectante es su reflectividad especular después de la exposición a condiciones adversas, lo que en esencia proporciona una medida de las propiedades de dispersión de luz de la película. La reflectividad especular es la relación entre la cantidad del componente especular de luz reflejada y la cantidad total de luz reflejada desde la superficie. La reflectividad especular puede medirse utilizando un método conocido, tal como el que se encuentra en Solar Paces “Method to Evaluate the Solar Reflectance Properties of Reflector Materials for Concentrating Solar Power Technology”. Versión 2.5, junio 2013. El componente especular de la luz reflejada es la parte contenida en 20 miliradianes dentro de la dirección especular como se define en la ley de reflexión. Las construcciones de película óptica multicapa de polímero descritas en la presente memoria muestran una excelente reflectividad especular incluso después de una amplia prueba de envejecimiento. Específicamente, la reflectividad especular de la luz a 660 nm, reflejada por las películas ópticas multicapa de polímero de la presente descripción, disminuye menos de 10 %, menos de 5,0 %, menos de 1,0 %, o menos de 0,5 % cuando se compara la reflectividad especular antes de cualquier envejecimiento de la película óptica multicapa de polímero y desde de su primera exposición hasta después de 12.750 horas de tratamiento según el procedimiento de envejecimiento ISO 4892-2:2013 Ciclo 4 (sin inclusión de pulverización con agua).

65 En otros aspectos de la invención, la reflectividad especular puede mantenerse tan cercana a 100 % como sea posible. En estos aspectos, puede ser preferible estructurar la superficie de la película utilizando una textura que tenga

una escala de longitud macroscópica. En este caso, la luz reflejada permanece especular pero se redirige en direcciones no uniformes debido a diferencias topográficas de la superficie de la película.

La reflexión especular no uniforme se entiende como comparación con la reflexión difusa. Los altos niveles de reflexión difusa tienden a crear el aspecto reflejado de un objeto más blanco, es decir, la saturación del color de la imagen reflejada se pierde rápidamente, mientras que la reflectancia especular provista por una textura macroscópica es en gran medida la conservación del color. Con la textura macroscópica adecuada, el color reflejado se conserva, si bien la forma reflejada no lo hace. Esta configuración puede ser una gran ventaja en el ocultamiento porque muy a menudo no se desea una retención de la forma, mientras que la retención del color suele ser de forma típica importante. De forma adicional, dicha estructura puede ser útil para reducir la intensidad de las reflexiones del sol directo.

Sorprendentemente, los investigadores han descubierto que en muchos casos, la ocultación eficaz se produce cuando se mantiene una reflexión especular cerca de 100 % (al menos aproximadamente 85 %, al menos aproximadamente 90 %, y, en algunos aspectos, al menos aproximadamente 95 %) y la película óptica multicapa se estructura con un patrón macroscópico de amplitud reducida. Dicho patrón puede grabarse mecánicamente, térmicamente, con la ayuda de conformación al vacío o mediante el uso de cualquier técnica que crea un patrón permanente en la película, que incluye, por ejemplo, estructuras laminadas. En esta solicitud, se entiende que la palabra “estampación” o “estampado” se refiere a cualquier proceso mediante el cual la reflexión especular de la película se distorsiona fuera de su plano original. Por ejemplo, esto incluye distorsiones reflexivas y refractivas. Los patrones unidimensionales o bidimensionales son posibles, donde se prefieren dos diseños bidimensionales. Un intervalo de tamaño aceptable para al menos una de las dimensiones de las estructuras individuales es de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 20 mm, con tamaños preferidos que varían de aproximadamente 3 mm a aproximadamente 10 mm. Estructuras menores de este intervalo pueden empezar a comportarse como reflectores difusos. Las estructuras más grandes que este intervalo pueden requerir una amplitud demasiado grande para deformar adecuadamente la imagen reflejada. Tener dos o más tamaños de estructura o un intervalo continuo de estructuras en el intervalo de tamaño aceptable es aceptable. En algunas realizaciones, todas las capas de la construcción de la película se estampan simultáneamente con el mismo patrón; en otras realizaciones, solo se stampa la capa adhesiva o la capa protectora.

Una elevada densidad superficial de cambios locales bruscos en la estructura es algo a evitar porque dichos cambios crean de forma eficaz una estructura de alta densidad superficial en el intervalo de tamaño no preferido. Por ejemplo, se prefiere que el cambio de pendiente en cualquier parte de una estructura, así como en regiones entre estructuras y estructuras de conexión permanezcan continuas (es decir, la curvatura de la estructura permanece continua). Además, en algunos aspectos, es muy preferido que la superficie de la estructura esté algo curvada, y que la curvatura cambie relativamente lentamente. En este sentido, se puede utilizar una estructura sinusoidal de baja amplitud o similar, por ejemplo, mientras que una estructura triangular, debido a la presencia de un cambio discontinuo en la pendiente, no sería preferida. En aspectos alternativos, puede utilizarse un diseño aperiódico.

Esta preferencia se puede entender en términos de un análisis de Fourier de la estructura triangular mencionada anteriormente. Es bien sabido que puede construirse una estructura triangular por superposición de distintos componentes de frecuencia. Sin embargo, para representar la discontinuidad en la curvatura (o cualquier tasa de cambio en la pendiente), se deben usar componentes de muy alta frecuencia. Por tanto, cuando se estructura físicamente la película con dichas características, es como si la película se estructurara con características que son más pequeñas que el intervalo preferido de tamaño de estructura.

La amplitud de las estructuras macroscópicas respecto a su extensión plana en la película (es decir, el desplazamiento máximo de las estructuras fuera del plano de la película o, en otras palabras, la altura/profundidad del grabado con respecto al tamaño de la estructura grabada) determina en gran medida el cambio en el ángulo de reflexión con respecto al ángulo esperado de un reflejo que sale directamente del plano original de la película. En algunas realizaciones, se prefiere minimizar salidas extremas de la luz reflejada con respecto al ángulo esperado para un reflejo que sale del plano original de la película. En tales casos, se prefiere que la amplitud máxima de la estructura grabada, aunque no de forma limitativa, sea 30 % o inferior a la longitud en el plano de la estructura.

En algunos aspectos, mantener una alta flexibilidad mecánica de la película óptica multicapa es importante para que la película pueda doblarse alrededor de un objeto, en particular, a temperatura ambiente. En estos casos, el grabado de alta amplitud puede hacer que la película sea más rígida y así reducir la utilidad de la película como herramienta para ocultar un objeto. En tales casos, se prefiere mantener la amplitud del grabado a menos de 15 % o menos que la longitud en el plano de la estructura.

En otras realizaciones, se puede desear un equilibrio diseñado entre la reflexión especular y la reflexión difusa. Este enfoque puede servir para suavizar la transparencia de las reflexiones así como para reducir la intensidad de las reflexiones del sol directo. En estas realizaciones, es preferible que la reflexión difusa no supere aproximadamente 20 %, más preferiblemente no supere aproximadamente 15 % y aún más preferiblemente no supere aproximadamente 10 %.

En algunas realizaciones, la reflexión difusa diseñada se puede inducir mediante la adición de material en forma de partículas a una parte de la construcción que está en la trayectoria óptica. Así, por ejemplo, dicho material en forma

de partículas se puede añadir al recubrimiento duro, o aplicarse como un recubrimiento independiente, ya sea sobre o debajo del recubrimiento duro.

5 Los materiales en forma de partículas preferidos para proporcionar una reflexión difusa diseñada pueden seleccionarse de partículas inorgánicas tales como sílice o talco o de partículas orgánicas tales como PMMA o poliestireno o lo similar.

10 En algunas realizaciones, se prefiere que las partículas usadas para crear una reflexión difusa diseñada sean generalmente más grandes que las longitudes de onda ópticas. En dichas realizaciones, las partículas pueden comportarse más como lenslets en lugar de como dispersores. Esto puede reducir la cantidad relativa de dispersión de ángulo grande en comparación con el ángulo de dispersión pequeño. En dichas realizaciones, la claridad de la imagen reflejada puede reducirse, convenientemente, mientras se mantiene la fidelidad del color reflejado.

15 Las partículas preferidas están generalmente en el intervalo de tamaño de 1-25 micrómetros. Las partículas más preferidas están generalmente en el intervalo de tamaño de 3-20 micrómetros. Las partículas aún más preferidas están generalmente en el intervalo de tamaño de 4-16 micrómetros.

20 La concentración superficial deseada de partículas puede variar en función de varios factores, incluidos el nivel de reflejo difuso diseñado deseado, el tamaño de las partículas usadas, el espesor de la capa en la que las partículas están incrustadas y si las partículas están en la capa superior o se han recubierto con un recubrimiento posterior.

En algunas realizaciones, también puede usarse una combinación de una reflexión difusa diseñada y el estampado para proporcionar una variedad de reflexión deseada y de la capacidad de ocultación.

25 En algunos aspectos, la película óptica multicapa se puede usar como una cubierta que oculta parcial o completamente el objeto. Si el objeto oculto genera calor (tal como es el caso con una antena de célula pequeña con un transmisor de radio integrado), la presencia de una cubierta puede dar como resultado una acumulación excesiva de calor. En tales casos, la película puede contener una pluralidad de huecos, tales como hendiduras, o la película puede perforarse con aberturas que mejoran en gran medida la circulación de aire más allá de la antena de celda pequeña, reduciendo así la acumulación de calor a niveles aceptables. En algunos aspectos, los patrones de ranura o perforación pueden ser aquellos donde la relación de área cerrada a área abierta es de aproximadamente 70:30 o inferior y, en otros aspectos, los patrones de hendidura o perforación son aquellos donde la relación de área cerrada a área abierta es de aproximadamente 50:50.

35 El sistema descrito en la presente memoria se puede colocar en cualquier posición adecuada donde un elemento de comunicaciones pueda colocarse, siempre que se consiga la ventaja de las propiedades de ocultamiento de la película (es decir cuando la reflectividad de entorno sea eficaz para ocultar el elemento). Por ejemplo, el sistema puede colocarse en la parte superior o en el lado de un edificio, en un poste de luz o un poste telefónico, o en ciertas realizaciones, en un techo o pared interior. Por ejemplo, cuando el sistema está situado más exterior y por encima del observador, la luz ambiente reflejada proviene del cielo. En este ejemplo, un observador que mira el sistema verá la imagen reflejada del cielo, lo que hará que el sistema sea menos visible y parezca mezclarse con la luz de fondo del cielo.

40 En otro aspecto, la presente descripción se refiere a un método para ocultar un elemento de comunicaciones. El método incluye rodear al menos parcialmente el elemento de comunicaciones con una película óptica multicapa reflectante, de tal forma que la película óptica multicapa oculte el elemento de comunicaciones de los observadores, y refleje la luz ambiente hacia los observadores. En un aspecto particular, la película óptica multicapa reflectante está configurada para instalarse alrededor del elemento de comunicaciones a temperatura ambiente. La película óptica multicapa puede comprender una capa protectora estable frente a UV y la película óptica multicapa puede tener una reflectividad difusa inferior a 20 % y una reflectividad especular superior a 80 %. En una realización, el elemento de comunicaciones se oculta mediante el reflejo del fondo del cielo. En una realización, el elemento de comunicaciones puede ser una antena, tal como una antena de celda pequeña o una antena de macrocelda. En otro aspecto, el método puede incluir una etapa de proporcionar un elemento de comunicaciones.

45 Aunque en la presente memoria se han ilustrado y descrito realizaciones específicas, el experto en la técnica apreciará que las realizaciones específicas que se muestran y se describen pueden sustituirse por diversas implementaciones alternativas y/o equivalentes. La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

55

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que tiene un elemento de comunicaciones exterior oculto, comprendiendo el sistema:
 - 5 un elemento de comunicaciones exterior, en donde el elemento de comunicaciones exterior comprende al menos una antena, una radio, y una antena de celda pequeña, y una película (200) óptica multicapa de polímero no metálica conformada en una forma que rodea al menos parcialmente el elemento de comunicaciones y lo oculta de la vista, caracterizada por que la película (200) óptica multicapa comprende una capa (202) de núcleo que comprende una
 - 10 pila óptica multicapa que comprende dos capas poliméricas alternantes, en donde la película (200) óptica multicapa de polímero además comprende una capa (204) protectora estable a UV colocada entre un observador que mira el sistema y la, la capa protectora que comprende uno o más absorbentes de UV, en donde la película (200) óptica multicapa de polímero sustancialmente
 - 15 especular refleja imágenes de los alrededores del sistema a un observador que está mirando al sistema, en donde la reflectividad especular de la película (200) óptica multicapa de polímero es superior a 80 %, en donde el componente difuso de la reflectividad no supera 20 %, y en donde la película (200) óptica multicapa de polímero es superior a 90 % transmisiva de frecuencias de radio en la banda en que los elementos de comunicaciones recibe y/o transmite.
 - 20 2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la primera capa polimérica comprende un material birrefringente y la segunda capa polimérica comprende uno de un polímero de tipo acrílico mezclado con un fluoropolímero o un copolímero que contiene acrílico.
 3. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la reflectividad especular de la luz a
 - 25 660 nm reflejada por la película (200) óptica multicapa de polímero disminuye menos de 10 % desde su primera exposición hasta después de 12.750 horas según el procedimiento de envejecimiento ISO 4892-2:2013 ciclo 4.
 4. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el índice de amarilleamiento b^* de la
 - 30 película (200) óptica multicapa de polímero cambian en menos de 3 desde su primera exposición hasta después de 12.750 horas según el procedimiento de envejecimiento ISO 4892-2:2013 ciclo 4.
 5. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende una capa adhesiva
 - 35 (208) colocada entre la capa (202) de núcleo y una superficie sobre la que la película (200) óptica multicapa de polímero se adhiere y conforma a su forma.
 6. El sistema de la reivindicación 5, en donde la capa adhesiva (208) tiene un espesor no uniforme.
 7. El sistema de la reivindicación 6, en donde la capa (208) adhesiva no uniforme además comprende canales
 - 40 de purga de aire y separadores.
 8. El sistema de la reivindicación 1, en donde la capa protectora (204) además comprende un material en
 - 45 forma de partículas añadido a la capa protectora para proporcionar una reflexión difusa.
 9. El sistema de la reivindicación 1, que además comprende un recubrimiento de material en forma de
 - 50 partículas dispuesto sobre o debajo de la capa protectora (204) para proporcionar una reflexión difusa.
 10. El sistema de la reivindicación 1, 8 o 9, en donde la película (200) óptica multicapa además comprende un
 - 55 diseño estampado de estructuras individuales que tienen dimensiones de 1 mm a 20 mm y una amplitud máxima de 30 % o menos de la dimensión en plano.
 11. El sistema de la reivindicación 1, en donde el sistema además comprende un sustrato absorbente de luz
 - 60 visible colocado entre la película (200) óptica multicapa de polímero y el elemento de comunicaciones.
 12. El sistema de la reivindicación 11, en donde un promedio de reflectancia a lo largo de cada dirección de
 - 65 estiramiento de la película (200) óptica multicapa de polímero para una incidencia normal en el intervalo de longitud de onda de 380-1500 nm es superior a 50 por ciento e inferior a 90 por ciento.
 13. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la película (200) óptica multicapa
 - 60 comprende múltiples huecos, en donde un patrón de huecos comprende una relación de área cerrada a área abierta de aproximadamente 70:30 o inferior.
 14. Un método deocular un elemento de comunicaciones exterior, en donde el elemento de comunicaciones
 - 65 comprende al menos uno de una antena, una radio, y una antena de celda pequeña, que comprende rodear al menos parcialmente el elemento de comunicaciones exterior con una película (200) óptica multicapa reflectante, de forma que la película (200) óptica multicapa oculte el elemento de comunicaciones exterior de los observadores, y refleje la luz ambiente hacia los observadores, la película (200) óptica multicapa

- 5 caracterizada por que comprende una capa (202) de núcleo que comprende una pila óptica multicapa que comprende dos capas poliméricas alternantes, y una capa (204) protectora estable a UV que comprende uno o más absorbentes de UV, en donde la reflectividad especular de la película (200) óptica multicapa de polímero es superior a 80 %, en donde el componente difuso de la reflectividad no supera 20 %, y en donde la película (200) óptica multicapa de polímero es superior a 90 % transmisiva de frecuencias de radio en la banda en que los elementos de comunicaciones recibe y/o transmite.

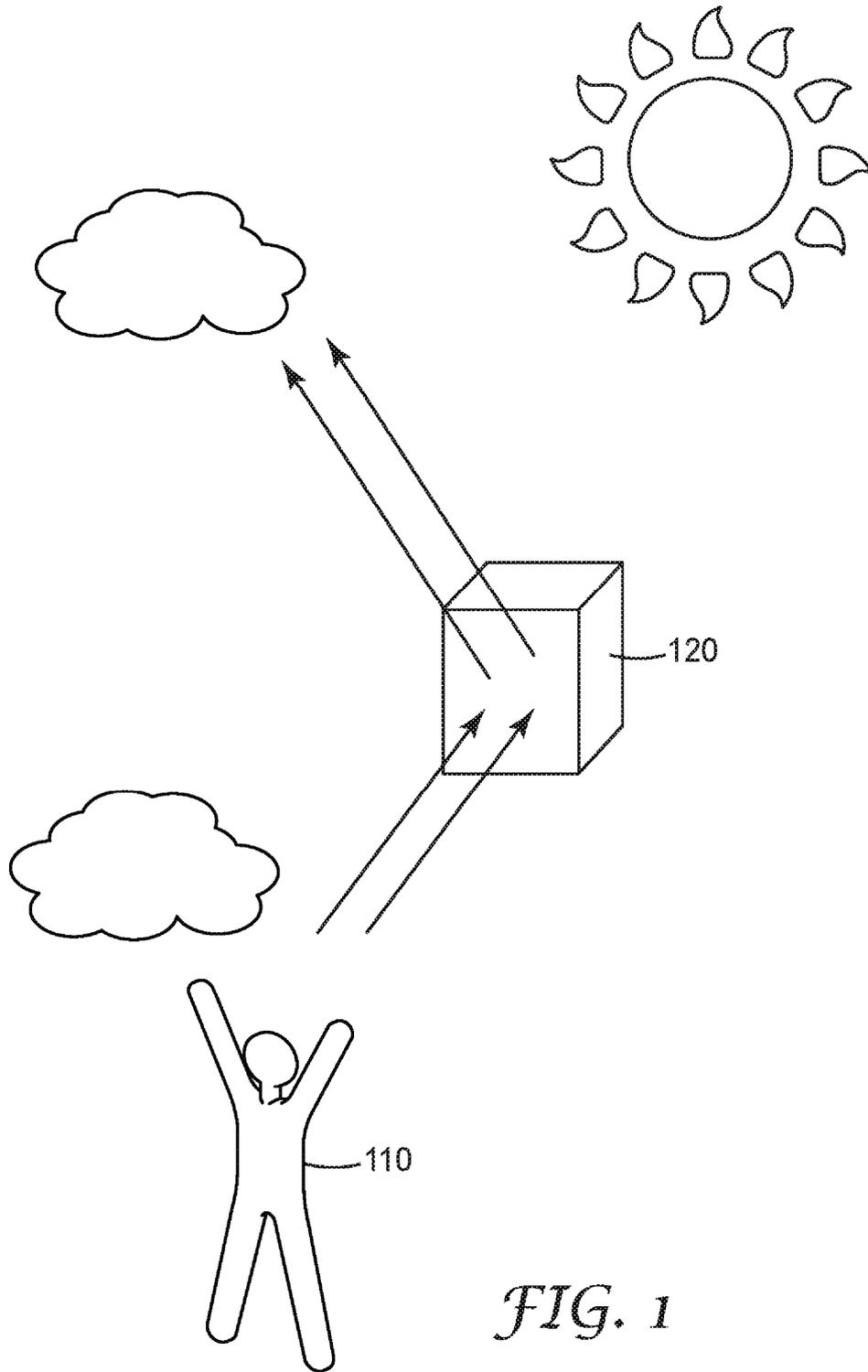


FIG. 1

200 →

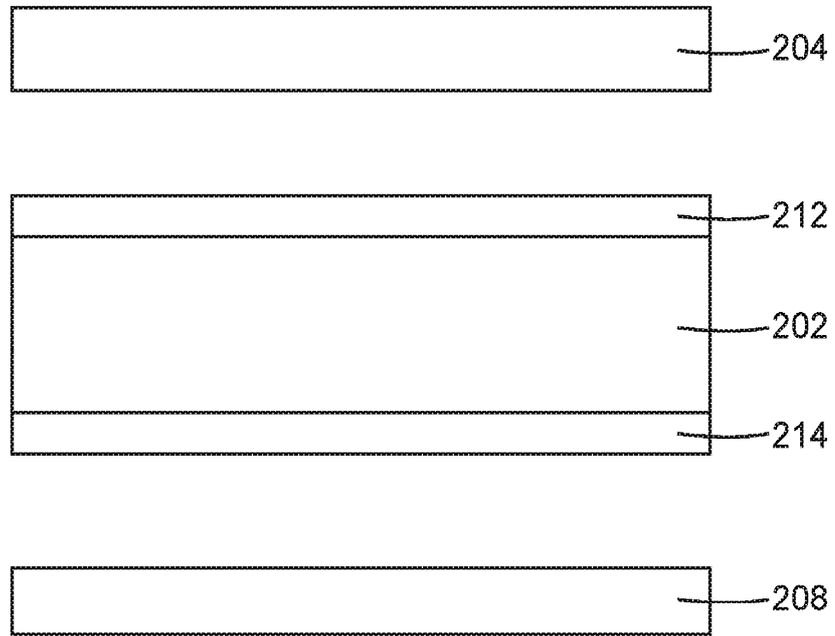


FIG. 2

300 →

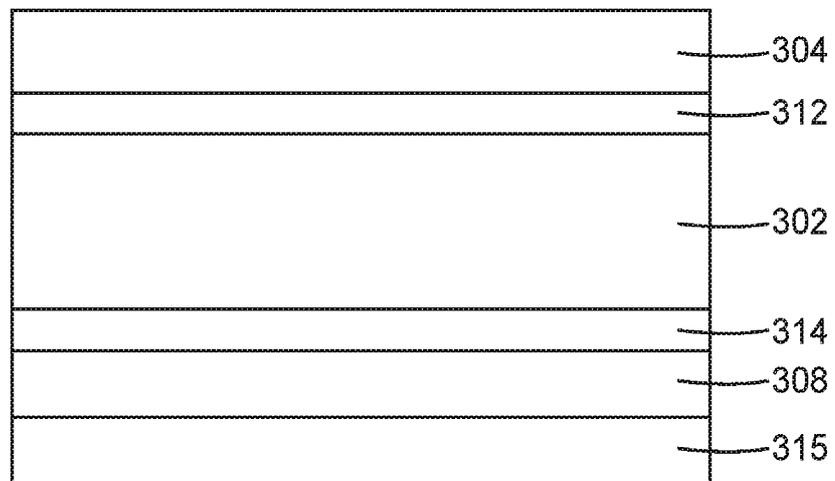


FIG. 3