

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 165**

51 Int. Cl.:

G02B 6/42 (2006.01)

H04B 10/60 (2013.01)

H04B 10/112 (2013.01)

G01J 1/04 (2006.01)

G01J 1/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2016 E 16174600 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 3106906**

54 Título: **Revestimiento receptor óptico integrado**

30 Prioridad:

16.06.2015 US 201514740706

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

27.06.2018

73 Titular/es:

**SUNLIGHT PHOTONICS INC. (100.0%)
2045 Lincoln Highway Suite One West
Edison, NJ 08817, US**

72 Inventor/es:

**BRUCE, ALLAN JAMES;
CYRUS, MICHAEL y
FROLOV, SERGEY**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 674 165 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

Revestimiento receptor óptico integrado

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a la estructura y funcionalidad de un dispositivo receptor óptico plano integrado con una colección mejorada de señales ópticas que incorpora una película o revestimiento multifuncional, multicapa. Un campo de uso incluye una antena de comunicaciones óptica de espacio libre (Free Space Optical, FSO).

10 ANTECEDENTES

Los artículos multifuncionales, en los que se integran múltiples materiales estructurales y/o funcionales, o componentes, para lograr ventajas de reducción de volumen, peso, costo, consumo de energía y/o rendimiento y fiabilidad mejorados y más, son de gran interés tecnológico en muchos campos.

15 El campo de las comunicaciones FSO tiene un gran potencial y presenta desafíos significativos. Los sistemas de comunicación FSO modernos para la transmisión de datos a través de la atmósfera, o el espacio, con el uso de un haz de luz modulado, están típicamente en la región visible o casi infrarroja (NIR, Near-Infrared) del espectro electromagnético. Dichos sistemas tienen el potencial de soportar una transmisión de datos de alta capacidad, y no requieren una red troncal física tal como una fibra óptica. Los enlaces FSO se pueden desplegar rápida y económicamente y pueden eludir muchas restricciones de licencia o de servidumbre. Además, dado que los enlaces de comunicaciones FSO funcionan en medios de índice de refracción más bajo, también pueden soportar una mayor velocidad de transmisión que las fibras ópticas.

20 Los sistemas de comunicación FSO típicamente consisten en un transmisor, por ejemplo un láser, o Diodo Emisor de Luz (LED, Light Emitting Diode), que emite un haz de luz que se modula para codificarlo con datos. La señal de datos ópticos resultante se transmite a través de la atmósfera o el espacio, a un receptor remoto, que puede incorporar óptica de recogida de luz y un fotodetector de semiconductores conectado a un analizador.

25 Los desafíos tecnológicos para las comunicaciones FSO incluyen: (i) atenuación de la señal debido a la absorción o dispersión atmosférica. Este es un problema menor a altitudes más altas e insignificante en el espacio o el vacío; (ii) divergencia del haz, sin un medio de confinamiento tal como el proporcionado en una fibra óptica. El uso de rayos láser colimados puede mitigar este problema, pero aún puede haber una divergencia significativa que reduce la densidad de potencia de la señal con la distancia; (iii) centelleo debido a las fluctuaciones atmosféricas de temperatura y densidad, lo que afecta la integridad de la señal y, en última instancia, puede limitar la velocidad de transmisión de datos. Este es un problema menor a gran altitud y en el espacio, o el vacío, y puede mitigarse mediante el uso de detección de matrices en fase junto con el análisis computacional; y (iv) requisitos de alineación de precisión (señalamiento) de las fuentes y detectores para mantener enlaces FSO. La alineación es más desafiante si el transmisor o receptor, o ambos, están ubicados en plataformas móviles, en cuyo caso puede ser necesaria una realineación continua, o "señalamiento activo", que puede emplear GPS y haces ópticos secundarios para una alineación gruesa inicial.

30 Además de los desafíos antes mencionados, el hardware óptico disponible también puede ser limitante para muchas aplicaciones FSO, especialmente para plataformas móviles livianas, como Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV, Unmanned Aerial Vehicles), Satélites o Vehículos Espaciales. El hardware del receptor óptico es particularmente desafiante y generalmente requiere un área relativamente grande para la recogida de la señal. Los receptores FSO a menudo tienen la forma de telescopios ópticos compuestos de ópticas gruesas para recoger y enfocar la luz entrante en fotodetectores semiconductores pequeños. Los telescopios se pueden montar en cardanes para señalamiento activo. Esta tecnología es voluminosa y poco práctica para implementaciones planas delgadas, que son deseables para plataformas móviles livianas.

35 En el proyecto OPTOWIRE, financiado por la Unión Europea (UE), se informaron matrices receptoras integradas en sustratos cerámicos planos para aplicaciones FSO de acceso corto en interiores. Este receptor incorporó la óptica de enfoque masivo superpuesta y, por lo tanto, no era una solución plana integrada, aunque ilustraba las ventajas de una solución de matriz. Los receptores "Reflect-array", en los que una serie de reflectores o espejos enfocan la luz entrante en un detector óptico enfrenteado elevado por encima del plano, también están disponibles. Los dos ejemplos anteriores ilustran que la construcción de un dispositivo receptor de FSO típicamente requiere una longitud o grosor de camino óptico significativo para implementar funciones adecuadas de concentración o enfoque. Las aplicaciones en las que es deseable implementar soluciones delgadas, de perfil bajo o planas, generalmente no pueden abordarse con estas tecnologías.

40 También se conocen estructuras planas para óptica antirreflectante y de concentración. Por ejemplo, se consideran matrices de lentes moldeadas y estructuras holográficas para módulos fotovoltaicos concentradores. Tales implementaciones no abordan específicamente las aplicaciones de comunicación FSO en las que se requieren alta definición de la señal y altas tasas de datos. Además, las guías de onda planas se han fabricado en diversos sustratos transparentes que incluyen polímeros transparentes. Las guías de onda unidimensionales (1D) con películas planas estratificadas con interfaces reflectoras pueden atrapar la luz entrante y canalizarla a través de

- múltiples reflexiones a los bordes del dispositivo. Alternativamente, las guías de onda bidimensionales (2D) se pueden definir mediante métodos físicos o de índice de refracción para proporcionar un confinamiento mejorado o selectividad de señal. Las guías de onda 2D requieren un mayor grado de fabricación y un acoplamiento del haz más preciso. El banco óptico de silicio (SiOB) es un ejemplo de tecnología de guía de ondas plana 2D que emplea guías de ondas de baja pérdida basadas en silicio en un sustrato de silicio. La tecnología SiOB puede admitir muchas funciones pertinentes para las comunicaciones ópticas, incluidos el filtrado óptico, la desmultiplexación y la amplificación. SiOB también proporciona una plataforma para la integración híbrida de dispositivos semiconductores con interfaces eléctricas y térmicas.
- El documento US 2010/098430 A1 muestra un dispositivo de comunicación óptica de espacio libre que puede usarse en una pantalla de un dispositivo móvil. Se configura una película óptica para dirigir al menos parte de la luz de un transmisor fuera del plano de una película y a través de una cubierta de pantalla transparente. La película óptica se configura para dirigir al menos parte de la luz incidente a un receptor.
- El documento 2005/0116311 A1 describe un aparato de acoplamiento de luz que forma un complejo de estructura de grabado que comprende una superficie de reflexión total dentro de un sustrato para mejorar la eficacia de acoplamiento con la luz incidente y la capacidad de respuesta de un dispositivo fotodetector, por lo que un fotodetector iluminado en superficie o un fotodetector de borde combinado son todos integrables.
- El documento 2014/178861 A1 proporciona un sistema de detección. El sistema incluye una fuente de luz de exploración, un sustrato que comprende una multitud de guías de ondas y una multitud de sitios de detección óptica en comunicación óptica con una o más guías de ondas del sustrato, un detector que está acoplado a y en comunicación óptica con el sustrato, y medios para traducir espacialmente un haz de luz emitido desde la mencionada fuente de luz de exploración de manera que el haz de luz esté acoplado y en comunicación óptica con las guías de onda del sustrato en algún punto a lo largo de su trayectoria de exploración. El uso de una fuente de luz de exploración permite el acoplamiento de la luz en las guías de onda del sustrato de una manera simple y rentable.

COMPENDIO

- Según un primer aspecto, la presente descripción describe un dispositivo receptor óptico plano integrado que incluye un revestimiento multifuncional de capas múltiples que incorpora al menos (i) una capa superficial antirreflectante y (ii) una o más, capa(s) que concentra(n) luz y/o que guía(n) la luz, que facilita(n) la recolección, concentración y guía de la luz desde un área de superficie específicamente definida al (a los) dispositivo(s) de detección, que está(n) integrado(s) en o sobre el revestimiento. El revestimiento permite la recolección de luz sobre un área de superficie grande y su posterior enrutamiento a un área activa relativamente pequeña en el(los) dispositivo(s) de detección. El revestimiento puede desplegarse como un elemento independiente o como un recubrimiento en una plataforma o estructura, que incluye las plataformas de comunicaciones FSO móviles. Tales dispositivos receptores planos integrados proporcionarán múltiples beneficios que incluyen un volumen, área, peso, costo reducidos, rendimiento y/o fiabilidad mejorados.
- Según un segundo aspecto, se describe un dispositivo receptor óptico integrado que es un dispositivo receptor óptico de área amplia y gran angular que funciona dentro de las longitudes de onda de comunicación óptica estándar en el rango visible y/o NIR.
- Según un tercer aspecto, se describe un dispositivo receptor óptico integrado que no requiere un "señalamiento activo" independiente de la plataforma de soporte, pero que no obstante muestra una recolección suficiente de señales transmitidas.
- Según un cuarto aspecto, los elementos de direccionamiento del haz o de giro se emplean para convertir la luz acoplada perpendicularmente a una dirección en el plano en la(s) capa(s) de la guía de ondas con el fin de implementar un dispositivo receptor óptico delgado o de bajo perfil.
- Según un quinto aspecto, se describe un dispositivo receptor óptico integrado en el que se definen por separado múltiples áreas de recolección óptica en el revestimiento y se pueden configurar en un conjunto. Cada área de recolección puede transmitir luz a un, o varios, dispositivo(s) detector(es).
- Según un sexto aspecto, las áreas de recolección de superficie se definen al implementar (i) elementos de lente óptica, o rejillas, en las capas superiores y/o concentradoras o (ii) al establecer límites no transmisores en las capas superiores y/o concentradoras o (iii) por otros medios.
- Según un séptimo aspecto, el dispositivo es plano, delgado, liviano y/o flexible.
- Según un octavo aspecto, el dispositivo puede concentrar la luz incidente en un factor de al menos 10, pero preferiblemente de 1000, o más.
- Las realizaciones de la presente invención, resumidas anteriormente y discutidas con mayor detalle a continuación, pueden entenderse por referencia a las realizaciones ilustrativas de la invención representadas en los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe observarse que los dibujos adjuntos ilustran solo algunas realizaciones de la invención

y, por lo tanto, no deben considerarse limitativos de su alcance, ya que la invención puede admitir otras realizaciones igualmente efectivas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Las Figuras 1A y 1B muestran secciones transversales de un ejemplo de un revestimiento receptor óptico multifuncional y multicapa que puede recibir luz normalmente incidente (Figura 1A) o luz angularmente incidente (Figura 1B).
 La Figura 2 muestra una vista superior del revestimiento receptor óptico multifuncional y multicapa de las Figuras 1A y 1B que incorpora una capa antirreflejante (AR), una capa de concentración y una capa
 10 detectora.
 La Figura 3 muestra una vista superior de otro ejemplo de revestimiento receptor óptico multifuncional y multicapa que muestra una matriz de detectores ópticos.
 La Figura 4 muestra una vista en sección transversal de otro ejemplo de un revestimiento receptor óptico multifuncional y multicapa que incorpora una capa antirreflejante (AR), una capa de concentración, una capa
 15 de guía de ondas y una capa detectora.
 La Figura 5, muestra una vista superior de la capa de guía de ondas de la figura 4, que ilustra múltiples elementos de direccionamiento del haz y guías de onda 2D.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de los ejemplos de realizaciones u otros ejemplos descritos en la presente memoria. Sin embargo, se entenderá que estas realizaciones y los ejemplos se pueden practicar sin los detalles específicos. En otros casos, métodos, procedimientos, componentes y circuitos bien conocidos no se han descrito con detalle, con el fin de no ocultar la descripción siguiente. Además, las realizaciones descritas son únicamente para fines ilustrativos y se pueden emplear otras realizaciones en lugar de, o en combinación con, las realizaciones descritas.

La presente descripción describe un artículo multifuncional de múltiples capas que es una película de un revestimiento, que se puede desplegar como un componente independiente o como un recubrimiento para un marco o estructura. Teniendo la película, o el revestimiento, funciones integradas estructurales y funcionales, o
 30 multifuncionales. La película, o el revestimiento, puede incluir una o varias capas, cada una, o todas, de las cuales puede ser estructuralmente o composicionalmente homogénea, o compuesta, en su naturaleza. La funcionalidad específica puede ubicarse en una sola capa o distribuirse en varias capas. Las múltiples funcionalidades pueden ubicarse en la misma capa, diferentes capas o tener algunas capas en común. La funcionalidad puede estar ubicada en la misma o en distintas áreas del revestimiento.

Como se utiliza en la presente memoria, el término "capa" se utiliza para referirse a cada una de las una o más composiciones, o estructuras, iguales o diferentes, que están fijadas entre sí en forma de lámina o película delgada por cualquier medio apropiado tal como por una tendencia inherente de los materiales a adherirse unos a otros o por inducir a las composiciones a adherirse mediante un proceso de calentamiento, radiación, químico o algún otro
 40 proceso apropiado. El término "capa" no se limita a composiciones discretas detectables que se ponen en contacto entre sí de manera que existe una frontera distinta entre las composiciones. Preferiblemente, sin embargo, uno o más de los componentes utilizados para hacer una capa de una película serán diferentes (es decir, el porcentaje en peso de los componentes, la estructura o las propiedades de cada componente y/o la identidad de los componentes) de la composición utilizada para hacer una capa adyacente, cuando está presente. El término "capa" incluye un producto acabado que tiene un continuo de composiciones a lo largo de su espesor. Las "películas" o "revestimientos" descritos en la presente memoria comprenden una o más capas, y pueden comprender dos, tres o más capas que se fijan entre sí para formar una única estructura identificable.

Las capas de la película o el revestimiento se pueden unir de varias maneras, que incluyen; fusión de capas de materiales similares, o diferentes, pero separadas (por ejemplo, por laminación térmica), o mediante el uso de adhesivos. El revestimiento también puede formarse mediante la deposición secuencial y/o la estructuración de las capas de material en una forma monolítica. Uno de esos métodos de deposición secuencial que se puede emplear es la impresión 3D. También se pueden emplear diversos procesos de modelado y grabado.

Las tecnologías establecidas se pueden emplear para la fabricación e integración de elementos de recolección de luz, de guía de luz y de recepción en un revestimiento multifuncional. Por ejemplo, los elementos funcionales pueden fabricarse por separado como elementos planos sobre sustratos flexibles y luego laminarse o, pueden fabricarse directamente sobre un sustrato común. Los elementos funcionales pueden ubicarse en capas específicas del revestimiento o pueden co-ubicarse total o parcialmente en capas comunes.

La presente descripción describe una película o revestimiento multicapa multifuncional que en algunas realizaciones incluye una capa transmisora óptica, una capa de guía de ondas que recibe señales de datos ópticos incidentes en la capa transmisora óptica, un detector óptico integrado y un mecanismo para acoplar la luz entre (i) las capas de transmisión y de guías de onda y (ii) la capa de guías de onda y el detector óptico. El uso de elementos con estructuras planas es deseable y puede facilitar la realización de un dispositivo receptor plano totalmente integrado en el que el grosor del dispositivo es mucho menor que su camino óptico.

En un aspecto, el revestimiento está diseñado para lograr ventajas de integración que pueden incluir espesor, tamaño, área, peso, consumo de energía, costo reducidos, rendimiento mejorado y/o fiabilidad mejorada. Si bien el revestimiento tiene una amplia aplicabilidad, será especialmente útil para aplicaciones que involucren plataformas de comunicación FSO móviles y, más específicamente, para un revestimiento o cobertura de una plataforma de comunicaciones UAV. Existe un interés significativo en tales plataformas para permitir una variedad de aplicaciones de comunicación en áreas de aviación civil y de defensa.

Las Figuras 1A y 1B muestran un ejemplo de sección transversal de un revestimiento óptico receptor multifuncional de capas múltiples. Se muestra como un artículo multicapa que recibe haces de luz entrantes (101) normales (101a), o angulares (101b) (por ejemplo, señales de datos ópticos) que se transmiten a través de una capa AR (102) externa de gran angular a una capa concentradora (103) en la que se enfoca y se transmite a un área de acoplamiento de una guía de ondas (no mostrada en las Figuras 1A y 1B), que está ubicada en un sustrato que también incluye un detector óptico (104) (por ejemplo, un fotodetector). La guía de ondas transmite los haces de luz recibidos al detector óptico 104. El sustrato, y por lo tanto el detector óptico 104, están situados en, o incrustados en, una capa inferior (105). El sustrato puede servir como soporte estructural para la guía de ondas y el detector óptico 104 y puede incorporar entradas y salidas eléctricas y de otro tipo necesarias para el funcionamiento de un dispositivo receptor al que el detector óptico 104 proporciona la señal detectada.

En algunas realizaciones, la capa de concentración 103 concentra la señal de datos ópticos al menos en un factor de 10 en el detector óptico 104. En otras realizaciones, la capa de concentración 103 concentra la señal de datos ópticos al menos en un factor de 100 en el detector óptico 104. En este contexto, la concentración se refiere al valor neto proporcionado al detector óptico 104 por la capa de concentración 103 y cualquier otra capa que pueda estar interviniendo entre la capa de concentración 103 y el detector óptico 104.

En algunas realizaciones la luz incidente que es recogida por la capa de concentración 103 y transmitida al detector 104 puede restringirse a una región finita de la capa de concentración 103 que se extiende lateralmente, cuyos límites están esquemáticamente representados en las Figuras 1A y 1B por las líneas verticales discontinuas 106 que se muestran extendiéndose a través de una sección transversal de la capa de concentración 103. Es decir, en esta realización la luz que atraviesa la región 108 lateralmente extendida (que se muestra sin sombrear en las Figuras 1A y 1B) de la capa de concentración 103 puede enfocarse en el detector óptico 104, mientras que la luz que atraviesa la capa de concentración 103 fuera de la región 108 no se enfocará sobre el detector 104. En las Figs. 1A y 1B, las regiones de la capa de concentración 103 que no transmiten luz al detector 104 se ilustran como las regiones sombreadas 110. Las fronteras 106 entre las diferentes regiones 108 y 110 de la capa de concentración 103 pueden definirse físicamente en cualquiera de una variedad de formas diferentes. Por ejemplo, se puede fabricar un perímetro no transmisor, por ejemplo, mediante una modificación estructural o de composición localizada de una o más de las capas. Alternativamente, o además de esto, se pueden incorporar uno o más elementos ópticos tales como lentes integradas o rejillas dentro del revestimiento. En algunas realizaciones particulares, estos elementos ópticos pueden estar ubicados dentro de la capa de concentración 103, aunque esta necesidad no siempre es el caso. Al confinar la luz que puede alcanzar el detector óptico 104 a alguna región especificada que se extiende lateralmente (por ejemplo, la región 108), pueden reducirse o eliminarse los efectos de señal potencialmente nociva que pueden perjudicar la comunicación de las señales de datos ópticos debido a factores tales como retardos de tiempo e interferencia. Además, el uso de una región de confinamiento de este tipo también puede facilitar la implementación de la detección de matriz en fase.

La Figura 2 muestra un ejemplo de vista superior de una porción del revestimiento óptico receptor multicapa multifuncional mostrado en las FIG. 1A y 1B. La figura muestra una región de confinamiento óptico (201) definida (correspondiente a la región 108 de la capa de concentración 103 en las FIGs. 1A y 1B), que enfoca la luz sobre el detector óptico 204. En este ejemplo, el detector óptico 204 está ubicado en un sustrato 205. El sustrato 205 también acomoda una guía de ondas 206 (por ejemplo, una guía de ondas cónica) para acoplar la luz recibida por la región de acoplamiento 203 al detector óptico 204, que a su vez puede comunicar la señal óptica recibida a la electrónica de procesamiento que puede ubicarse en otra parte del revestimiento o en una ubicación remota que no está encendida o que no está integrada con el revestimiento. La electrónica de procesamiento puede utilizarse para extraer los datos incrustados en las señales de datos ópticas de una manera bien conocida.

La Figura 3 muestra un ejemplo de vista superior del revestimiento óptico receptor multicapa multifuncional mostrado en las FIGs. 1A y 1B, que incluye detectores ópticos múltiples (301) (que corresponden al detector óptico 204 mostrado en la FIG. 2) dispuestos en una matriz. Cada detector óptico 301 puede estar ubicado en su propio sustrato y, como en la Figura 2, puede estar integrado con una guía de ondas, una región de acoplamiento óptico y cualquier electrónica de procesamiento asociada. La matriz opcionalmente puede configurarse para usarse como una Matriz de Fases para una detección de señal mejorada. Se pueden emplear múltiples matrices de detectores ópticos para el mismo revestimiento o para diferentes revestimientos ubicados en diferentes regiones de una plataforma o estructura. Con la configuración adecuada y el uso del análisis computacional, tales matrices de detectores se pueden usar para mejorar la definición de la señal, la detección y la velocidad de transmisión de datos. El uso de "micro-matrices" de concentradores y de "macro-matrices" de receptores puede proporcionar una mejora adicional.

La Figura 4 muestra un ejemplo de sección transversal de un revestimiento receptor óptico multifuncional y multicapa con diferentes capas de concentración y guía de luz. Estas capas de concentración y guiado pueden estar compuestas de múltiples subelementos para facilitar la concentración mejorada de la luz entrante. El revestimiento en la FIG. 4 se muestra como un artículo multicapa que recibe una señal de datos ópticos entrante (401) que se transmite a través de una capa AR externa (402) de gran angular a una capa concentradora (403) donde se enfoca y se transmite mediante una matriz de elementos de concentración (por ejemplo, una o más lentes) a una capa (404) de guía de onda, que incorpora elementos (405) de direccionamiento del haz, tales como espejos de giro o similares, para lanzar los haces concentrados en una o más guías de onda 408 que se forman en la capa 404 de guías de onda. La(s) guía(s) de onda 408, a su vez, acoplan la señal de datos ópticos a un detector óptico (407) (por ejemplo, un fotodetector). Como se muestra, el detector óptico 407 está integrado en una capa inferior (406). Se pueden proporcionar elementos 410 de direccionamiento del haz adicionales para dirigir la luz desde la(s) guía(s) de onda 408 sobre la superficie activa del detector óptico 407. Alternativamente, el detector óptico 407 puede estar ubicado dentro de la propia capa 404 de guías de onda, en cuyo caso el detector óptico 407 puede recibir las señales de datos ópticos directamente desde la(s) guía(s) de onda 408, eliminando así la necesidad de los elementos 410 de direccionamiento del haz.

La Figura 5 muestra un ejemplo de vista superior de una capa (504) de guías de onda como se describe en la Figura 4. Se definen múltiples (por ejemplo, 4) elementos (505) de direccionamiento del haz para lanzar la salida enfocada desde la capa de concentración 403 de la Figura 4 a las guías de onda (506), que transmiten la luz a un(os) elemento(s) de direccionamiento del haz adicionales (no mostrados en la Figura 5) para acoplarse en el detector óptico 507 ubicado en la capa inferior 406 de la Figura 4.

En algunas realizaciones, el uso de una superficie de recolección de luz de gran angular en la película o revestimiento multicapa multifuncional puede reducir ventajosamente la precisión requerida o el señalamiento activo del detector óptico hacia el transmisor. Por supuesto, aunque la precisión requerida se pueda reducir, la superficie del revestimiento, sin embargo, todavía necesitará orientarse en la dirección general del transmisor.

En algunas realizaciones, se pueden implementar revestimientos receptores ópticos integrados en diferentes áreas de la superficie de la misma o de múltiples plataforma(s) móvil(es) para facilitar la recepción de señales ópticas desde varias direcciones. Por ejemplo, en una plataforma de aeronave o UAV, los revestimientos del receptor pueden estar ubicados en la parte superior o inferior de las alas o en la cola o en otras áreas del fuselaje, para comunicaciones direccionales múltiples. Se pueden usar varios revestimientos de forma independiente, o en conjunto, para acceder a un mejor rendimiento del receptor. Estos revestimientos también se pueden desplegar en múltiples plataformas que funcionen de forma coordinada.

En algunas realizaciones, se puede emplear una película o revestimiento multi-funcional multicapa que está sustancialmente compuesto por capas de materiales de polímero fluorados, tales como ETFE o PVDF, que son ligeros, flexibles y tienen una transmisión óptica excelente y otras propiedades deseables. Tales polímeros se han utilizado previamente para la fabricación de recubrimientos AR y se pueden emplear de manera similar para la presente invención. Ejemplos de recubrimientos AR adecuados que se pueden utilizar en algunas realizaciones se muestran en la Solicitud de Patente de EE.UU. N° de Serie 14/466.935 titulada "Flexible and Tunable Anti-Reflection Skin", que se incorpora en este documento como referencia en su totalidad. El mencionado recubrimiento antirreflejante puede incluir, por ejemplo, recubrimiento AR con perfil indexado, recubrimientos AR basados en interferencia, recubrimientos AR nanoestructurados o de nanopartículas, recubrimientos AR compuestos y combinaciones de los mismos.

En algunas realizaciones, se pueden usar materiales poliméricos fluorados similares para las capas de guías de onda y de concentración mediante modificaciones estructurales o de composición apropiadas. Los ejemplos de modificaciones de composición incluyen la sustitución de Deuterio por Hidrógeno para ajustar el índice de refracción y las características de absorción del material polímero. Ejemplos de modificaciones estructurales incluyen moldeado (por ejemplo, de elementos de lente) o nanoestructuración.

En algunas realizaciones, se puede utilizar el grabado selectivo en combinación con recubrimientos metálicos u otros, para implementar elementos de direccionamiento del haz tales como espejos giratorios.

En algunas realizaciones, los receptores ópticos semiconductores integrados (por ejemplo, el detector óptico 204 mostrado en la Figura 2, junto con cualquier elemento óptico integrado con ellos) pueden estar ubicados en Plataformas de Bancos Ópticos de Silicio (SiOB). Tales plataformas tienen la ventaja de permitir la fabricación de guías de onda de baja pérdida, que son particularmente deseables para dispositivos que pueden incluir guías de onda largas. La tecnología SiOB también permite la integración de elementos funcionales ópticos adicionales, incluidos los que realizan funciones tales como filtrado, retardo de señal, desmultiplexación, amplificación y así sucesivamente. Las plataformas SiOB tienen típicamente unos pocos centímetros cuadrados de área y pueden integrarse en, o sobre una capa en el dispositivo receptor plano óptico.

REIVINDICACIONES

1. Una película o revestimiento para transmisión de datos ópticos en el espacio libre, que comprende:
 - 5 – una primera capa externa (402), que incluye una primera área que se extiende en un plano de la primera capa externa (402) que transmite señales de datos ópticos recibidas en un intervalo de ángulos de incidencia; y
 - 10 – una segunda capa (403) que incluye una segunda área que se extiende en un plano de la segunda capa (403) que subyace a la primera capa externa (402) en la que al menos una parte de las señales de datos ópticas recibidas desde la primera capa externa (402) se concentra en un área sustancialmente reducida, en la que la segunda capa (403) solo transmite señales de datos ópticos desde un área de recolección óptica específica que se define en la segunda capa, siendo el área de recolección óptica específica menor que una totalidad de la segunda capa (403);
 - 15 – un detector óptico (407) para recibir las señales de datos ópticos;
 - una tercera capa (404) que acepta las señales de datos ópticos de la segunda capa (403), la tercera capa (404) que incluye al menos una guía de ondas (408) para dirigir las señales de datos ópticos al detector óptico (407), en el que al menos una guía de ondas (408) especialmente tiene dimensiones que hacen que se reduzca la interferencia óptica u otros efectos de degradación de la señal; y
 - 20 – una conexión eléctrica que se extiende desde el detector óptico (407) a un dispositivo receptor externo.
2. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1, en los que la primera capa externa (402) es plana, conformada y/o estructurada con micro o nanoestructuras.
- 25 3. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1, en los que la primera capa externa (402) incluye una capa de superficie AR de gran angular.
- 30 4. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1 en los que el área específica de recolección óptica está definida por uno o más componentes estructurales ubicados en la película o el revestimiento.
5. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 4 en los que los componentes estructurales incluyen micro o nanoestructuras, elementos ópticos indexados moldeados o graduados, y/o rejillas ubicadas en la primera y/o segunda capas.
- 35 6. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1, en los que, al menos una de las guías de onda (408) se define por grabado físico, moldeo y/o ajustes del perfil de composición.
- 40 7. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1 que además comprende un sustrato plano en el que el detector óptico (407) está integrado, y preferiblemente comprende uno o más elementos de direccionamiento de la luz y/o guía de ondas (408) que están integrados en el sustrato plano.
8. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 7 que además comprende una capa inferior (406) ubicada debajo de la segunda capa (403), estando el sustrato plano ubicado sobre o en la capa inferior (406).
- 45 9. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1, en los que la tercera capa (404) comprende uno o más sustrato(s) plano(s) que tiene elementos ópticos integrados en la misma que se incrustan en materiales de soporte o encapsulamiento.
- 50 10. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1, en los que la película o revestimiento multicapa comprende además una capa adicional que incluye uno o más circuitos eléctricos o planos posteriores para permitir la interconexión del detector óptico (407) al dispositivo receptor externo.
- 55 11. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1 en los que el detector óptico (407) comprende una multitud de detectores ópticos (407), y en el que la multitud de detectores ópticos (407) se configura preferiblemente como una matriz para mejorar la detección de la señal óptica y/o diferenciación.
- 60 12. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 11 en los que al menos una guía de ondas (408) comprende una multitud de guías de onda (408) que dirigen cada una de las señales de datos ópticos a uno diferente de los detectores ópticos (407).
- 65 13. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 12, que además comprende una multitud de diferentes áreas de recolección que se extienden lateralmente ubicadas sobre la superficie de la película, cada una de las diferentes áreas de recolección que se extienden lateralmente dirigiendo las señales de datos ópticos a los elementos correspondientes en la capa de concentración, dirigiendo cada uno de los elementos correspondientes las señales de datos ópticos a una de las guías de onda (408).

14. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 12, en los que la guía de ondas (408) tienen longitudes adaptadas para proporcionar una longitud de trayecto específica o un retardo de tiempo para las señales de datos ópticos, antes de alcanzar los detectores ópticos (407) con el fin de reducir la interferencia u otros efectos de degradación de la señal.
- 5
15. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1, en los que la segunda capa (402) concentra la señal de datos ópticos en el detector óptico (407) por al menos un factor de 10, especialmente preferido por al menos un factor 100.
- 10
16. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1, en los que la película o revestimiento multicapa es flexible, o comprende un marco autoportante sobre el cual se despliega la película o revestimiento multicapa, o es una estructura autoportante independiente.
- 15
17. La película o revestimiento multicapa de la reivindicación 1, en los que la película o revestimiento multicapa es un dispositivo plano en el que la primera, segunda y tercera capas (402, 403, 404) están físicamente unidas o apilados.
18. Un aparato, que comprende:
- 20
- una plataforma móvil;
 - al menos una película o revestimiento multicapa para transmisión de datos ópticos en el espacio libre según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, ubicados en la plataforma móvil.
- 25
19. El aparato según la reivindicación 18, en el que al menos una película o revestimiento multicapa incluye una multitud de películas o revestimientos multicapa ubicados en diferentes porciones de la plataforma móvil, en las que al menos dos de las películas o revestimientos multicapa preferiblemente están configurados para proporcionar al menos algunas longitudes de onda ópticas a los detectores ópticos (407) respectivamente, incluidos con los mismos que difieren entre sí.
- 30
20. El aparato de la reivindicación 18 en el que la plataforma móvil incluye unos Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV, Unmanned Aerial Vehicles).

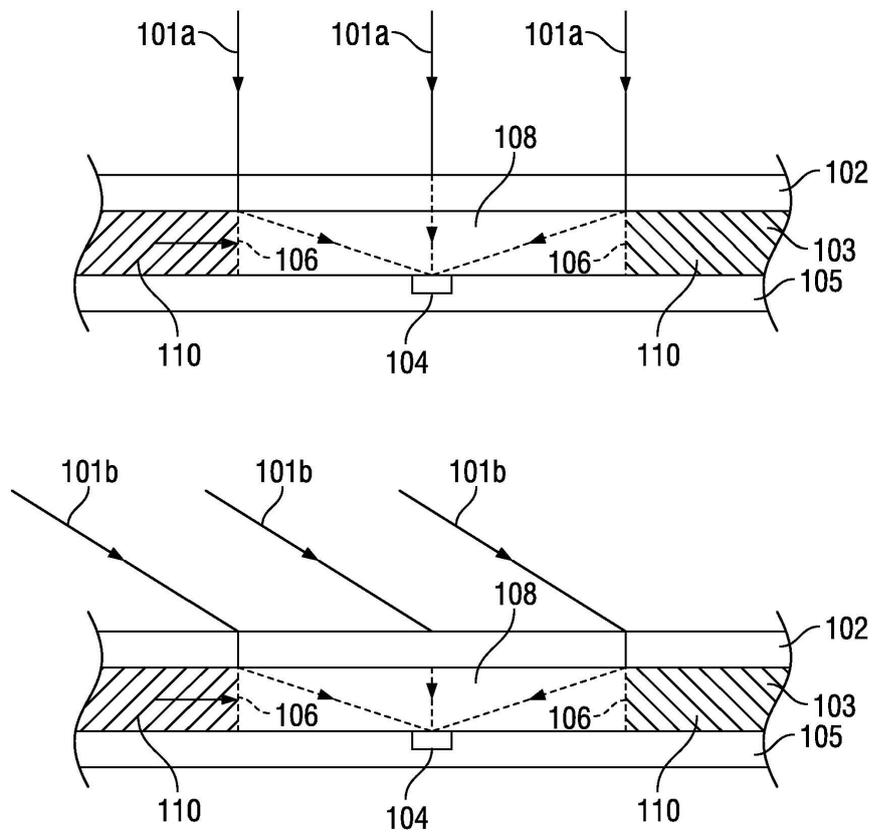


FIG. 1

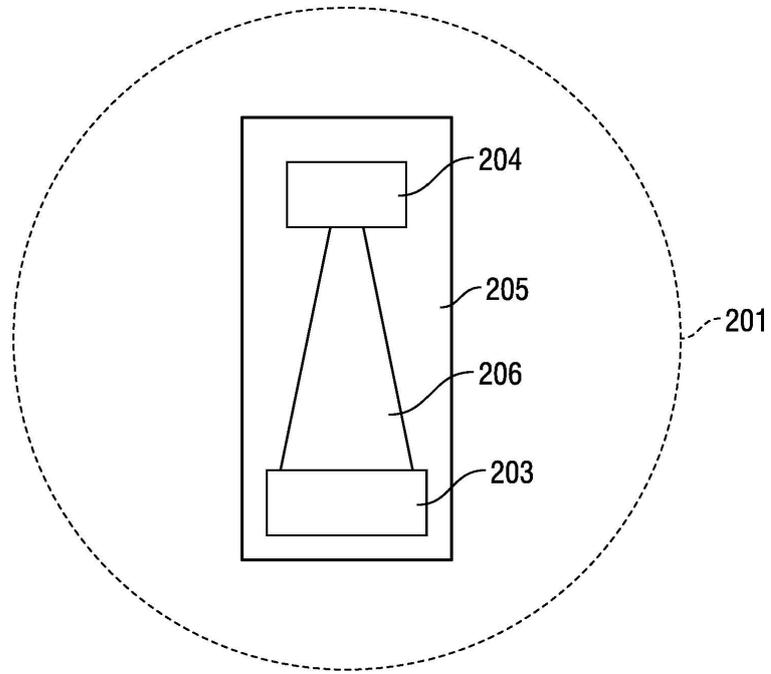


FIG. 2

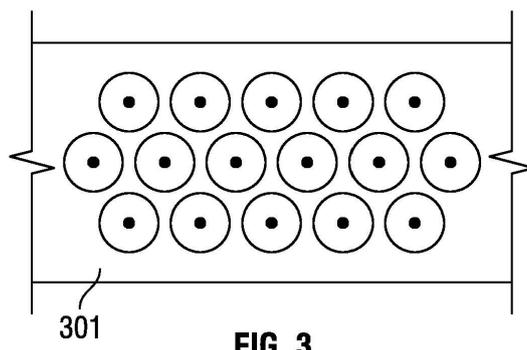


FIG. 3

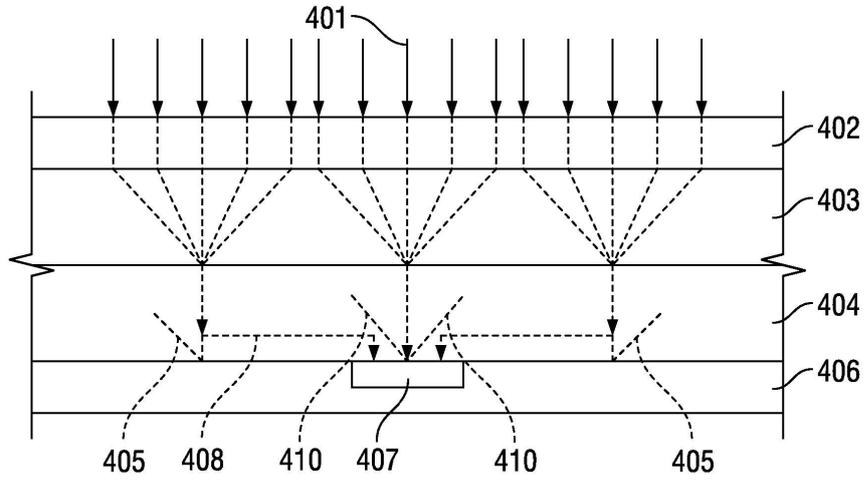


FIG. 4

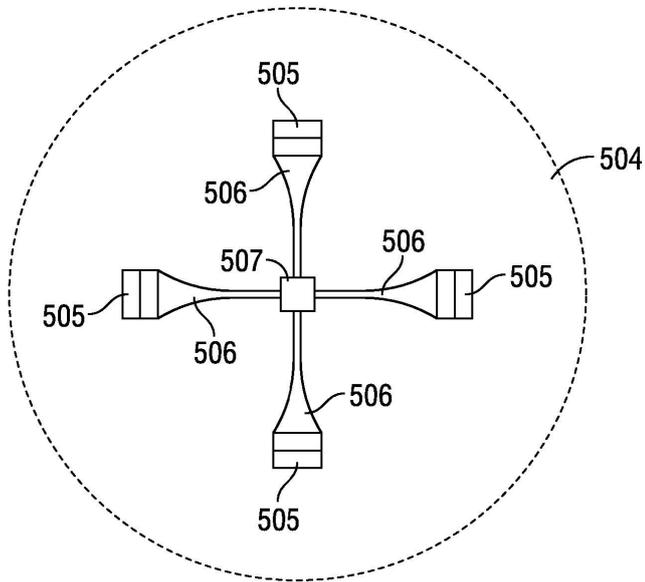


FIG. 5