

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 042**

51 Int. Cl.:

**G02B 27/10** (2006.01)

**F21V 8/00** (2006.01)

**G02B 5/28** (2006.01)

**G02B 6/10** (2006.01)

**G02B 27/01** (2006.01)

**G02B 27/09** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.12.2019 PCT/IL2019/051404**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2020 WO20136646**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.2019 E 19905899 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2024 EP 3903142**

54 Título: **Combinador fino multicapa**

30 Prioridad:

**24.12.2018 US 201862784575 P**

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

**28.10.2024**

73 Titular/es:

**SPECTRALICS LTD. (100.0%)  
7 Shevah St.  
6777937 Tel Aviv, IL**

72 Inventor/es:

**KASHTER, YUVAL;  
FALEK, ERAN y  
BAR-YOSEF, RAN ABRAHAM**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 984 042 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

Combinador fino multicapa

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a un combinador óptico fino multicapa configurado para aumentar una vista del mundo real con imágenes virtuales, y más particularmente a disposiciones operables para superponer gráficos y/o datos en una vista del mundo real sin distorsiones ni modificaciones.

10

**Antecedentes de la invención**

La realidad aumentada (AR) se refiere a técnicas mediante las cuales una vista, un objeto o una escena del mundo real, tal como se vería por un observador, se mejora con una capa visual adicional de información digital. Se sabe que la AR es ventajosa en circunstancias en las que es deseable emparejar (por ejemplo, de manera conforme) información digital esencial con información natural en la localidad/alrededores. La noción de la AR no es nueva; sin embargo, la prevalencia de la AR ha aumentado significativamente en los últimos años debido a los avances en el campo y la eliminación de limitaciones tecnológicas. Como resultado, la AR ahora es empleada fácilmente en una amplia variedad de aplicaciones, entre las que destacan aquellas en las industrias automotriz, aviónica, del transporte, de los juegos y la navegación. En particular, la AR ha experimentado un desarrollo significativo en relación con las pantallas de visualización frontal (HUD) y ahora se emplea fácilmente, por ejemplo, en aviones, automóviles y similares, además de las pantallas cercanas al ojo en instrumentos montados en la cabeza (p. ej., gafas inteligentes o cascos de AR), miras de rifle avanzadas, etc.

15

20

25

30

De los sistemas de AR actualmente en uso, han surgido dos enfoques generales para su implementación. El primero, a menudo denominado enfoque de "transparencia de vídeo" (VST), implica capturar y digitalizar una vista del "mundo real" usando una cámara, mejorar la vista del mundo real agregando gráficos superpuestos directamente a los datos y luego mostrar los datos digitales compuestos con realidad aumentada en algún tipo de pantalla opaca, tal como la pantalla de un televisor o de un teléfono móvil. El segundo, a menudo denominado enfoque de "transparencia óptica" (OST), implica que el observador mantenga una visión física del "mundo real" a través de alguna forma de elemento transparente, tal como un combinador óptico o una ventana, y luego aumentar la vista renderizando gráficos superpuestos directamente sobre el elemento transparente entre el observador y su vista del mundo real.

35

40

El último de estos enfoques, específicamente el enfoque OST, generalmente se considera la opción ideal para futuras innovaciones en el campo de la AR debido a su potencial de usabilidad superior. El enfoque VST, por el contrario, es más limitado porque requiere componentes de captura de datos potencialmente costosos, a menudo implica una mayor cantidad de procesamiento y manipulación de datos y, además, tiene el potencial de degradación de la calidad de la imagen. Además, no proporciona un escenario natural. La adquisición digital del paisaje exterior da como resultado una imagen plana bidimensional. Sin embargo, los desafíos que implica el enfoque OST son mayores, particularmente como consecuencia de la necesidad de renderizar y proyectar datos virtuales. El enfoque OST también depende generalmente de componentes ópticos, tales como lentes, espejos y prismas, cada uno de los cuales tiene propiedades rígidas que pueden provocar cuellos de botella en el flujo de datos entre el sistema y el observador.

45

50

55

La implementación de sistemas OST de AR generalmente requiere el uso de un dispositivo de habilitación óptica (es decir, un sistema de imágenes ópticas) para mostrar objetos virtuales directamente en el campo de visión (FOV) del observador. Estos dispositivos son especialmente vitales cuando existe la necesidad de que los objetos virtuales se alineen o se superpongan con objetos o paisajes en la vista del mundo real. Los dispositivos de habilitación óptica estándar se basan en dos canales, siendo el primero un canal transmisivo operable para permitir que un observador pueda ver una escena del mundo real sin modulación óptica (es decir, sin modificación, ampliación o distorsión), y siendo el segundo un canal virtual operable para obtener datos (por ejemplo, datos digitales generados por ordenador de tipo textual o gráfico) de una fuente externa y proyectarlos al observador en alineación con la escena del mundo real. Los canales transmisivos y virtuales generalmente se superponen (es decir, se combinan y alinean) usando un combinador óptico sobre el cual se deposita un filtro parcialmente reflectante, tal como un divisor de haz, un espejo dicróico o un filtro de muesca, estando dicho combinador colocado a lo largo de la trayectoria óptica entre el observador y la escena (es decir, posicionado como una superficie óptica incidente).

60

65

En la Figura 1 se ilustra un sistema OST de AR ejemplar en el que el canal transmisivo se ilustra en la Figura 1a, el canal virtual se ilustra en la Figura 1b y el canal virtual-transmisivo combinado se ilustra en la Figura 1c. En el caso del canal transmisivo, los rayos de luz 103a desde la vista del mundo real 101a se transmiten a través del sistema de AR 104 a los ojos de un observador 102a sin modificación ni distorsión. En el caso del canal virtual, los datos adicionales 105a para el aumento con la vista del mundo real se definen dentro del sistema de AR 104, se generan como imágenes a través de una lente de imagen (o espejo esférico) 106 para tener características de

imagen virtual apropiadas 105b (es decir, aumento apropiado, ubicación transversal y distancia axial para alineación con la vista del mundo real), y luego se proyectan al ojo del observador 102b. En el caso del canal virtual-transmisivo combinado, los rayos de luz 103c de la vista del mundo real 101c pasan sin modificaciones a través del divisor de haz 107 al ojo del observador 102c, y los datos 105a definidos por el sistema de AR se proyectan y enfocan mediante una lente de imagen (que podría representar una disposición de lentes) 106 sobre una superficie alternativa del divisor de haz 107 (que puede tener un revestimiento antirreflectante) y se alinean con la vista del mundo real en el ojo del observador 102c.

Los sistemas OST de AR suelen tener limitaciones en su aplicación debido a las limitaciones que surgen del tamaño físico de los componentes ópticos (por ejemplo, lentes de imagen, divisor de haz). Específicamente, el tamaño físico de la lente de imagen impone limitaciones al tamaño de la pupila de salida y, por consiguiente, esto también dicta el área efectiva en la que los ojos de un observador son capaces de capturar imágenes virtuales proyectadas (conocida como "caja de movimiento del ojo" o EMB). En esencia, cuanto más pequeño sea el tamaño físico de la lente de imagen, más pequeña será la EMB y, por lo tanto, más pequeña será el área en la que los datos proyectados refractados desde el combinador óptico (es decir, el divisor de haz y otros) se pueden renderizar en el ojo del observador.

Se sabe que las limitaciones antes mencionadas causan dificultades particulares en los sistemas OST de AR que emplean tecnología de seguimiento de la mirada, o incluso en sistemas análogos que monitorizan movimientos mecánicos. También son particularmente problemáticos en situaciones en las que puede ser deseable que el combinador óptico esté realizado como una gran superficie transparente (por ejemplo, realizado como HUD/guardabrisas/parabrisas en un vehículo). En tales situaciones, la lente de imagen necesita ser comparable en tamaño a la gran superficie transparente para exhibir la pupila de salida requerida, o bien define sólo un área efectiva pequeña en la gran superficie transparente en la que un observador puede apreciar imágenes proyectadas. La practicidad de instalar una lente de imagen grande generalmente tiene un costo prohibitivo, carece de factibilidad y puede requerir modificaciones no deseadas en la interfaz mecánica del entorno de la HUD (por ejemplo, cambios no deseados en la geometría de la cabina del conductor). Como consecuencia, los sistemas OST de AR existentes en su mayoría presentan áreas efectivas pequeñas (es decir, presentes solo en una fracción del área completa del parabrisas) o con áreas efectivas incompletas y/o fracturadas.

Una representación esquemática de estas limitaciones se ilustra de manera general en la Figura 2, en la que se propone una HUD de parabrisas basada en un vehículo a modo de ejemplo. El contenido digital/AR para proyectar sobre el parabrisas 201 delante del conductor 202 se deriva y emite mediante un dispositivo de visualización superpuesto 203. El contenido se conduce a través de un espejo plegable 204 y un espejo esférico 205 y posteriormente transmite la luz incidente a dicha línea de vista en un ángulo de aproximadamente 60°, con respecto a la normalidad del parabrisas 201, para producir una imagen delante del conductor 202, en el que la ampliación típica es de 5x-6x. Dado que la EMB está dictada por el tamaño de apertura del componente óptico inmediatamente anterior a la proyección (es decir, el espejo esférico 205), el campo de visualización (FOD) 206 resultante es sustancialmente más pequeño que el del FOV 207 de escena visible a través del parabrisas 201.

Se conocen diferentes tipos de combinadores multicapa para visualizar imágenes virtuales por los documentos de patente US-B 1-6671100, US-B1-6236511 y JP-A-2018144648.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proponer un medio mediante el cual se pueda conferir potencia óptica y funcionalidad a una gran superficie transparente (por ejemplo, un parabrisas) de tal manera que se establezca un canal óptico entre el observador y el sistema en la superficie interna y en donde se preserve la transparencia de la superficie (es decir, en el que se puede observar la vista del mundo real sin distorsiones visuales o artefactos). Por consiguiente, se propone un combinador óptico fino multicapa, siendo operable dicho combinador óptico fino multicapa para transmitir luz incidente desde una vista del mundo real sin modulación, y modular adicionalmente la luz proyectada desde un sistema de datos superpuestos a fin de alinearse con dicha vista del mundo real.

### Sumario de la presente invención

En la presente memoria descriptiva se describe un combinador fino multicapa ("MLTC"). El MLTC comprende: una pluralidad de capas conectables, cada una de las cuales tiene un área activa separada revestida con un filtro primario parcialmente reflectante; en el que cada área activa comprende una fracción discreta de una apertura efectiva; y en el que las áreas activas están configuradas para alinearse, cuando dichas capas conectables están conectadas, para definir colectivamente una apertura efectiva completa.

Las ventajas de la presente invención se exponen en detalle en la siguiente descripción.

### Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la invención y para mostrar cómo se puede implementar la invención, se hacen

referencias, puramente a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos en los que números similares designan elementos o secciones correspondientes. En los dibujos adjuntos:

5 La **Figura 1** es una serie de diagramas esquemáticos que ilustran una arquitectura y funcionalidad ejemplares en un sistema OST de AR estándar;

La **Figura 2** es un diagrama esquemático que ilustra una arquitectura y funcionalidad ejemplares en una disposición HUD de parabrisas basada en un vehículo;

10 La **Figura 3** es una serie de diagramas esquemáticos y gráficos que ilustran una arquitectura y funcionalidad ejemplares en una lente doble estándar;

15 Las **Figuras 4A y 4B** son diagramas esquemáticos que ilustran una arquitectura ejemplar no limitante de un MLTC de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

La **Figura 5** es un diagrama esquemático que ilustra una comparación arquitectónica entre realizaciones de la presente invención y la técnica anterior conocida;

20 La **Figura 6** es un diagrama esquemático que ilustra una arquitectura ejemplar no limitativa de un combinador óptico multicapa de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

La **Figura 7** es un diagrama esquemático que ilustra la arquitectura y la funcionalidad no limitativas de un MLTC de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

25 La **Figura 8A** es una serie de diagramas esquemáticos y gráficos que ilustran la arquitectura y funcionalidad ejemplares de un MLTC de acuerdo con las realizaciones de la presente invención; y

30 La **Figura 8B** es una serie de diagramas esquemáticos y gráficos que ilustran la arquitectura y funcionalidad ejemplares de un MLTC de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

Se apreciará que, por simplicidad y claridad de la ilustración, los elementos mostrados en las figuras no necesariamente han sido dibujados a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden exagerarse con respecto a otros elementos para mayor claridad. Además, cuando se considere apropiado, los números de referencia podrán repetirse entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos.

35

#### **Descripción detallada de la invención**

40 Con referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se destaca que los detalles mostrados tienen fines de ejemplo y únicamente para discutir las realizaciones preferentes de la presente invención, y se presentan con el fin de proporcionar lo que se cree que es la descripción más útil y fácilmente comprensible de los principios y aspectos conceptuales de la invención. En este sentido, no se intenta mostrar los detalles estructurales de la invención con mayor detalle del necesario para una comprensión fundamental de la invención. La descripción tomada junto con los dibujos hace evidente para los expertos en la técnica cómo se pueden realizar en la práctica las diversas formas de la invención.

45

Antes de explicar en detalle las realizaciones de la invención, debe entenderse que la invención no se limita en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes establecidos en las siguientes descripciones o ilustrados en los dibujos. La invención es aplicable a otras realizaciones y puede practicarse o llevarse a cabo de diversas maneras. Además, debe entenderse que la fraseología y terminología empleadas en la presente memoria descriptiva tienen fines de descripción y no deben considerarse limitantes.

50

Las siguientes definiciones de términos se proporcionan para ayudar en la construcción e interpretación de la invención.

55

El término "filtro de muesca" se refiere generalmente a un filtro óptico, posiblemente un filtro de banda estrecha, que ha sido configurado para reflejar y/o absorber selectivamente una porción del espectro electromagnético (es decir, un ancho de banda espectral alrededor de una longitud de onda específica) mientras se transmiten todas las demás longitudes de onda sin, o con modulación y/o distorsión mínima/infinitesimal. Cabe señalar que el uso de cualquier revestimiento parcialmente reflectante puede reemplazar un "filtro de muesca" en cualquier realización de la presente invención descrita en la presente memoria descriptiva.

60

El término "divisor de haz" se refiere generalmente a un dispositivo óptico configurado para dividir un haz de luz incidente en dos o más haces de luz que tienen potencia de radiación idéntica o diferente. Los términos "combinador" o "combinador óptico" se refieren generalmente a un dispositivo óptico configurado para fusionar dos o más haces de luz en un solo haz de luz, posiblemente unificado. En el presente contexto, se puede

65

emplear un combinador para fusionar una imagen virtual, que se origina posiblemente de un dispositivo de superposición de datos, con una imagen del mundo real (es decir, luz procedente de una escena/entorno) de manera que se perciban datos virtuales (por ejemplo, por un usuario) para alinearse, posiblemente de manera conforme, con características del mundo real.

5

El término “área activa” se refiere generalmente a la porción y/o fracción de un elemento/artículo que cumple una función óptica cuando se utiliza. En el presente contexto, un área activa puede referirse a la porción de una capa en un MLTC que ha sido modificado (por ejemplo, como resultado de un revestimiento de filtro de muesca) para realizar, sola o en combinación con otras capas, una función óptica (p. ej., polarización, reflexión, modulación o similares). Un área activa se forma usualmente como una forma continua no distribuida, por ejemplo, en forma de un anillo circular o elíptico, y puede alinearse con otras áreas activas en otras capas para formar colectivamente una abertura/interfaz compuesta.

10

El término “apertura efectiva” se refiere generalmente al área total/suma de áreas a través de las cuales puede viajar la radiación electromagnética (por ejemplo, luz). En el presente contexto, la apertura efectiva se crea mediante el compuesto de, por ejemplo, subaberturas circulares/elípticas que están dispuestas en forma de una estructura multicapa. El tamaño de la apertura efectiva y la distancia focal de un sistema óptico pueden dictar colectivamente el ángulo del cono de los rayos enfocados en el plano de imagen de ese sistema óptico (también conocido como “Apertura Numérica” o NA del sistema).

15

20

Se conocen varias disposiciones en la técnica y se han ideado con el fin de aplicar potencia óptica a la “superficie interna” de un combinador óptico (es decir, doblando/modulando la luz incidente en un canal de VI [Imagen Virtual]), de modo que la luz del canal transparente VST no se ve sustancialmente afectada. La Figura 3, por ejemplo, ilustra un combinador óptico ejemplar que comprende dos lentes cementadas/conectadas (con el mismo índice de refracción) formadas como una lente doble con potencia óptica cero (es decir, una ventana “perfecta”). La lente doble ejemplar comprende un elemento de lente sustancialmente planoconvexo 301 cementado/conectado con un elemento de lente sustancialmente planocóncavo 302, teniendo el límite curvado o superficie mutua 303 un revestimiento de filtro de muesca basado en reflexión. El filtro de muesca basado en reflexión en esta disposición ejemplar está, como se ilustra en la Figura 3b, configurado en relación con la longitud de onda central del canal VI y puede funcionar para reflejar luz a aproximadamente 600 nm con una eficiencia del 47%. Por consiguiente, los rayos de luz 304 de la escena del mundo real pasan a través de la lente doble sin modulación espacial debido a que la lente tiene un espesor uniforme. Por el contrario, los rayos de luz 305 que se originan desde el “lado interno” de la lente doble, por ejemplo, desde una fuente de superposición de datos/AR, son reflejados por el revestimiento de filtro de muesca basado en reflexión en la superficie mutua 303, modulados y convergidos en un solo punto focal 306.

25

30

35

De este modo, las lentes dobles pueden estar configuradas para comportarse, en parte, como una ventana, siendo operable la ventana para transmitir la luz que llega desde una escena externa sin distorsión ni modulación. La lente doble también puede estar configurada simultáneamente para comportarse como un espejo cóncavo, siendo operable el espejo para reflejar rayos proyectados desde una fuente de superposición de datos/AR sobre el lado interno opuesto de la lente doble de regreso a un observador. Los rayos no modulados transmitidos 304 y modulados reflejados 305 pueden, de este modo, estar configurados para llegar alineados al ojo de un observador. Sin embargo, los desafíos en la producción de lentes dobles, y en particular aquellas con características curvadas esféricas, por ejemplo, una superficie de forma libre, son importantes con los procedimientos de fabricación actuales y, además, prohibitivamente caros. Además, cuando existe la necesidad de modular la luz incidente en ángulos mayores, por ejemplo, en circunstancias en las que el combinador óptico está inclinado en un ángulo significativo con respecto a una unidad de proyección de superposición de datos/AR (conocida como un “sistema óptico fuera del eje”), es necesaria la producción de una superficie esférica muy grande (o “superficie óptica de forma libre”). Como resultado, el espesor total del combinador aumenta espectacularmente. Debido al espesor resultante de tales componentes, la capacidad de integrar combinadores ópticos de lentes dobles, por ejemplo, en el parabrisas de un vehículo, usualmente es inviable. En la práctica, por lo tanto, se sabe que las lentes dobles tienen una aplicabilidad limitada y usualmente su uso está restringido en relación con instrumentos/superficies que son generalmente pequeños en tamaño/dimensión.

40

45

50

Las disposiciones alternativas que se conocen en la técnica incluyen el llamado ‘combinador holográfico’ que presenta una capa de gelatina, generalmente incrustada entre dos placas de vidrio, que se ilumina/irradia mediante un rayo láser para crear un holograma de volumen. Hoy en día, el uso de polímeros puede sustituir la disposición de vidrio-gelatina. Estas disposiciones son complicadas y proporcionan una eficiencia de reflexión relativamente baja debido a su sensibilidad a las longitudes de onda, en particular cuando se trata de grandes ángulos de incidencia. Como resultado, el holograma, cuando se expone a la luz ambiental, puede causar artefactos ópticos en forma de efectos de arco iris y turbidez en el ST (conocido como fenómeno de la Vía Láctea). Además, la eficiencia de reflexión de los hologramas de volumen es relativamente limitada, en particular cuando se trata de ángulos grandes. En el caso especial de un holograma que se emplea como combinador óptico para una HUD basada en parabrisas, el ángulo de 60° mencionado anteriormente con respecto a la unidad de proyección podría dar como resultado una eficiencia de reflexión deficiente debido a los ángulos grandes

55

60

65

datos. Google Inc. también ha propuesto un denominado “combinador óptico difractivo intercalado” en la Publicación Internacional Número WO 2013/130198 A1. Esta y otras disposiciones similares de Elementos Ópticos Difractores (DOE) generalmente implican recubrir una lente de Fresnel con un revestimiento reflectante selectivo (es decir, un filtro de muesca) usando, por ejemplo, los procedimientos de fabricación ilustrados en la

5 Figura 4 del número de publicación antes mencionado. Como se explicará con mayor detalle a continuación (véase la Figura 5 y discusión relacionada), las disposiciones DOE y, en particular, aquellas que emplean arquitectura Fresnel, presentan invariablemente discontinuidades geométricas inocultables que alteran perceptiblemente la estética/continuidad del canal ST.

10 Con el fin de superar estas deficiencias y mantener la estética/continuidad en el canal ST (es decir, impedir cualquier percepción visual de artefactos ópticos), se propone un MLTC que comprende geometría continua. Las Figuras 4A y 4B son diagramas esquemáticos que ilustran dicho combinador óptico multicapa de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. En particular, las Figuras 4A y 4B muestran un combinador óptico fino

15 compuesto que comprende múltiples capas discretas 401 formadas/fabricadas a partir de un material dieléctrico transparente (por ejemplo, vidrio, sílice fundida, polímeros con propiedades ópticas, etc.) que se adhieren/cementan entre sí utilizando un índice que coincide con un agente adhesivo (por ejemplo, Norland NOA 76 con un índice de refracción de 1,51, que es apropiado para el vidrio NBK7) para formar una estructura compuesta. En contraste con la disposición DOE antes mencionada (que implica un elemento óptico segmentado que presenta discontinuidades ópticas/geométricas), se ha descubierto que una disposición multicapa

20 adherida/cementada con capas excepcionalmente delgadas (por ejemplo, ~1 mm por capa) es ventajosa debido a una falta de discontinuidades geométricas/ópticas. Cada una de las capas discretas 401 presenta además un área activa 402 (es decir, un área incidente activa que puede ser, por ejemplo, una fracción de un espejo cóncavo esférico/superficie de forma libre) que contribuye, posiblemente cuando se combina con otras capas discretas, a formar la apertura efectiva del combinador óptico/lente.

25 Como se muestra en la Figura 4Ac, el combinador óptico puede comprender además un “elemento anfitrión” que tiene un espesor  $t_1$  al que se pueden adherir/cementar una o más capas 401, cada una con un espesor  $t_2$ , en un área periférica (es decir, más allá de la región efectiva) dando como resultado un espesor total T del combinador óptico. Además, como se muestra en la Figura 4Ab, se puede considerar que cada área activa (representada aquí como fracciones de una superficie cóncava esférica, similar a un espejo magnificado de Fresnel) tiene un radio respectivo ‘R’ de la “superficie activa” (es decir, la superficie incidente esférica cóncava) y radios tangentes ‘r’ de la estructura. Para crear el área activa en cada capa, cada radio cóncavo esférico ‘R’ está revestido por un

30 filtro parcialmente reflectante (similar a la lente doble antes mencionada) y posteriormente ensamblado, en combinación con otras capas, para formar una estructura compuesta, como se muestra en la Figura 4Be (donde las áreas oscuras que se muestran en las Figuras 4Aa y 4Bd-f representan las superficies activas que están revestidas con un filtro parcialmente reflectante (por ejemplo, un filtro de muesca). La estructura del combinador óptico multicapa resultante, como se muestra en la Figura 5a, por lo tanto, se puede decir que proporciona un “Filtro Flotante” incrustado con un medio continuo. Por el contrario, se ha descubierto que el combinador DOE,

35 como se muestra en la Figura 5b, presenta discontinuidades geométricas/ópticas 501 en cada paso entre segmentos. Los usuarios/observadores pueden percibir discontinuidades geométricas (por ejemplo, como viñeteado óptico, distorsiones y/o dispersión en el canal ST), el combinador óptico multicapa propuesto es particularmente ventajoso para preservar la estética en el canal ST, debido al hecho de que la continuidad geométrica se mantiene mediante la estructura única multicapa.

45 En la Figura 6 se muestra generalmente un ejemplo de un combinador óptico multicapa completamente construido/conectado. En este caso, se muestra un combinador óptico que comprende 12 capas (es decir, 11 áreas/segmentos activos) con un diámetro exterior D de 40 cm y una distancia focal efectiva de 75 cm. El ‘elemento anfitrión’  $t_1$  tiene un espesor de 2,1 mm y cada capa  $t_2$  tiene un espesor de 0,05 mm, lo que da como resultado un espesor total T de 2,8 mm. La geometría/dimensiones de este combinador óptico “fino” multicapa están diseñadas para obviar discontinuidades geométricas manteniendo al mismo tiempo la aplicabilidad para la

50 integración sobre/dentro de cualquier superficie transparente (por ejemplo, como un parabrisas o similar).

En particular, en algunas circunstancias, por ejemplo, cuando un observador/usuario ve el MLTC antes mencionado en un ángulo (es decir, no perpendicular al plano del combinador), los pasos entre los

55 segmentos/capas pueden volverse visibles. Este problema se ilustra generalmente en la Figura 7, en particular donde la Figura 7a ilustra el MLTC antes mencionado tal como lo percibe un observador/usuario cuando se ve “de frente” (es decir, cuando el combinador está colocado perpendicular con respecto a la mirada/línea de visión de un observador). En este caso, el combinador óptico multicapa aparece completamente transparente sin discontinuidades visibles. Por el contrario, la Figura 7b ilustra el combinador óptico multicapa mencionado anteriormente tal como lo percibe un observador en un ángulo de incidencia (por ejemplo, agudo u obtuso) (es decir, no perpendicular al plano del combinador). En este caso, los pasos entre los segmentos/capas se vuelven visualmente perceptibles, posiblemente en forma de zonas de separación 701 (que pueden aparecer como regiones brillantes) y/o zonas de superposición 702 (que pueden aparecer como regiones oscuras). Sin embargo, a diferencia de las discontinuidades geométricas visibles en las disposiciones DOE (es decir, que pueden

60 conducir a modulación en forma de viñeteado óptico, distorsiones y/o dispersión), las discontinuidades que

65

surgen debido al ángulo de visión en combinadores ópticos multicapa (es decir, debido a la disposición del “Filtro Flotante”) son relativamente menores (aunque no deseables) y solo pueden causar tintes/decoloraciones localizadas. En caso de que se utilice un divisor de haz, las áreas serán más oscuras y más brillantes.

5 En las Figuras 8A y 8B se proponen generalmente dos enfoques para abordar y obviar estas discontinuidades de tinte/decoloración. Ambos enfoques tienen en común una disposición de sistema OST de AR ejemplar en la que se ha aplicado un combinador óptico multicapa a la superficie de una gran ventana transparente. Como se mencionó anteriormente, la funcionalidad óptica del combinador óptico multicapa es tal que la transparencia de la superficie portadora/anfitrión, en este caso una gran ventana transparente, se conserva permitiendo así la  
10 transmisión de un canal de luz no modulada 803 desde la escena del mundo real al usuario/observador 805. Esto se logra cuando la luz que incide sobre la superficie delimitadora externa (es decir, la superficie más cercana a la escena del mundo real) no se ve afectada en absoluto por el filtro de muesca aplicado al combinador óptico multicapa (es decir, las áreas activas en cada capa). Sin embargo, la luz/datos virtuales 804 que incide sobre la superficie delimitadora interna (es decir, la superficie más cercana al usuario 805) se modula debido al filtro de muesca y se refleja hacia el usuario 805. La luz no modulada 803 de la escena del mundo real y la luz no  
15 modulada 804 de la fuente de luz de datos virtuales de este modo se combina, se alinea y se percibe por el usuario 805 como una única vista compuesta.

La Figura 8A propone una técnica ejemplar de “guardián de acceso” para obviar discontinuidades. En particular,  
20 la Figura 8A propone la adición de un filtro 801A aplicado a la superficie delimitadora externa de la ventana de modo que se bloquee la transmisión de luz 802A con ancho de banda y longitud de onda central similar a la del filtro de ‘Muesca Flotante’ (es decir,  $\lambda_{FN}$ ) a través de la ventana. Por consiguiente, en lugar de intentar ocultar/esconder discontinuidades, la técnica del “guardián de acceso” propone un medio por el cual la distribución del tinte en el canal ST se vuelve uniforme, en particular como otras longitudes de onda de luz 803 de la escena del mundo real (es decir, aquellos diferentes a la ‘Muesca Flotante’ que, en esta disposición, están configurados para modular sólo un ancho de banda estrecho de  $\Delta\lambda_{FN}$  alrededor de la longitud de onda  $\lambda_{FN}$ ) no se ven afectados/no modulados por la ‘Muesca Flotante’. La transmisividad resultante del canal VI y del canal ST en esta disposición se muestra en las Figuras 8Ab y 8Ac, en el que se puede apreciar que una porción del canal ST  
25 alrededor de la longitud de onda  $\lambda_{FN}$  está bloqueada (es decir, por el filtro externo 801A) para no para impedir/interrumpir el canal VI en esta longitud de onda (es decir, en forma de discontinuidades). En particular, cualquier luz parásita 806 (es decir, con longitud de onda  $\lambda_{FN}$ ) que surja/exista de una fuente interna (es decir, que no se transmita a través de la ventana a través del filtro aplicado externamente 801A) podría exponer las discontinuidades de la “Muesca Flotante” y debería bloquearse/desviarse, por ejemplo, mediante el uso de un absorbente de luz.  
30

La Figura 8B propone una técnica ejemplar de “transición de gradiente” para obviar discontinuidades. En particular, la Figura 8B propone extender las áreas activas 801B en el combinador óptico multicapa para crear una porción superpuesta (es decir, como se ilustra generalmente en la Figura 8Bb) en cada paso entre  
35 segmentos/porciones de revestimiento de filtro parcialmente reflectantes vecinos/consecutivos. Estas porciones superpuestas están revestidas con un gradiente configurado de manera que a medida que aumenta la transmisividad del revestimiento en uno de los segmentos vecinos/consecutivos, denominado  $T_a(r)$ , la transmisividad del revestimiento aplicado al otro segmento vecino/consecutivo, denominado  $T_b(r)$ , disminuye (es decir, como se ilustra generalmente en la Figura 8Bc). La uniformidad del tinte del paisaje se conserva así ya que la transmisividad total del combinador óptico multicapa, denominada T, se conserva/uniforme (es decir,  $T =$  constante) independientemente del ángulo de visión. La multiplicación de  $T_a$  y  $T_b$  es aún más uniforme (es decir,  $T_a(r) \cdot T_b(r) \sim T$ ) debido a la sincronización de ascenso y descenso en las transmisividades  $T_a$  y  $T_b$ , respectivamente.  
40

De manera ventajosa, la trayectoria óptica de la luz modulada desde la superficie interna 804 es recíproca. Es decir, el usuario 805 puede interactuar y comprometerse con datos virtuales 804 proyectados en su FOV. En algunas realizaciones, los datos virtuales 804 pueden incluir dimensiones de objetos de la escena, coordenadas, rumbos, marcas de tiempo, mapas de calor, análisis meteorológicos, información textual sobre los objetos en la escena y/o cualquier otra forma de datos virtuales como sería evidente para los expertos en la técnica. Además,  
45 en algunas realizaciones se puede involucrar o interactuar con los datos virtuales 804 a través de gestos, tales como a través de gestos faciales o con las manos, a través de elementos receptores táctiles en la superficie transparente, y/o a través de cualquier otro medio de interacción que sería evidente para aquellos expertos en la técnica. En aún otras realizaciones, la interacción o involucramiento con la trayectoria óptica modulada puede permitir a un usuario desplazarse por los datos, buscar o buscar ciertos parámetros, cambiar entre modos de visualización, resaltar objetos de interés y/o lograr cualquier otra forma de interacción o involucramiento como  
50 sería evidente para los expertos en la técnica.  
55

En resumen, la disposición OST de AR ejemplar de las Figuras 8A y 8B permite a un usuario 805 mantener la vista de una vista del mundo real sin ningún tipo de distorsión o modificación. La disposición también permite que un usuario 805 perciba datos virtuales 804 perfectamente alineados con la vista del mundo real 803, y puede  
60 permitir además que el usuario 805 interactúe con la trayectoria óptica recíproca modulada. Al aplicar el MLTC

- 5 sobre toda la superficie de la ventana, la pupila de salida del sistema se estira efectivamente para cubrir toda la superficie de la ventana, permitiendo así al usuario 805 ver datos virtuales sobre toda la superficie. Además, el usuario 805 también puede percibir datos virtuales incluso cuando observa la superficie desde ángulos de incidencia mayores, la EMB aumenta significativamente y el requisito de tecnología de seguimiento de la mirada ahora es innecesario.
- De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el MLTC se puede adherir a una superficie transparente. En realizaciones alternativas, el MLTC puede estar laminado dentro de una superficie transparente.
- 10 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la superficie transparente puede ser una ventana, un guardabrisas, un parabrisas o cualquier otra superficie transparente.
- De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el MLTC puede tener un espesor inferior a tres milímetros. Preferentemente, el MLTC puede tener un espesor de un milímetro o menos.
- 15 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el MLTC puede comprender además un filtro de muesca secundario externo configurado para bloquear la transmisión de luz con un ancho de banda y una longitud de onda sustancialmente iguales a los de la luz modulada por el filtro de muesca primario.
- 20 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, las áreas activas en el MLTC pueden comprender además una porción de superposición parcial revestida con un filtro de muesca graduada, en el que dos o más porciones de superposición parcial están configuradas para alinearse, cuando las capas conectables están conectadas, para formar una porción de superposición compuesta operable para transmitir luz con transmisividad uniforme a lo largo de dicha porción de superposición compuesta.
- 25 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el MLTC puede ser operable o estar configurado para transmitir luz, independientemente del ángulo de visión de un usuario, sin discontinuidades geométricas perceptibles en forma de uno o más de: viñeteado óptico, distorsión y/o dispersión.
- 30 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, se propone un sistema para aumentar una vista del mundo real con una o más imágenes virtuales, comprendiendo dicho sistema: el MLTC, tal como se describe en la presente memoria descriptiva, colocado entre un usuario y la vista del mundo real; y un dispositivo de procesamiento informático operable para producir y emitir, a través de una lente enfocada hacia la apertura efectiva de dicho MLTC, gráficos superpuestos para aumentarlos con dicha vista del mundo real.
- 35 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, se propone además un sistema, como se mencionó anteriormente, en el que dicho MLTC está configurado para: a) transmitir dicha vista del mundo real a dicho usuario sin distorsión ni modificación; y, b) modular y alinear dichos gráficos superpuestos con la vista del mundo real sin distorsiones ni modificaciones.
- 40 El diagrama de flujo y los diagramas antes mencionados ilustran la arquitectura, funcionalidad y operación de posibles implementaciones de sistemas, procedimientos y productos de programas informáticos de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención. A este respecto, cada parte del diagrama de flujo o diagramas de partes puede representar un módulo, segmento o parte de código, que comprende una o más instrucciones ejecutables para implementar la(s) función(es) lógica(s) especificada(s). También cabe señalar que, en algunas implementaciones alternativas, las funciones indicadas en la parte pueden ocurrir fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, dos partes mostradas en sucesión pueden, de hecho, ejecutarse sustancialmente al mismo tiempo, o las partes a veces pueden ejecutarse en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada. También se observará que cada parte de los diagramas de partes y/o ilustración de diagrama de flujo, y combinaciones de partes en los diagramas de partes y/o ilustración de diagrama de flujo, pueden implementarse mediante sistemas basados en hardware de propósito especial que realizan las funciones o actos especificados, o combinaciones de hardware de propósito especial e instrucciones de ordenador.
- 45 50 Como lo apreciará un experto en la técnica, aspectos de la presente invención pueden realizarse como un sistema o un aparato. Por consiguiente, los aspectos de la presente invención pueden tomar la forma de una realización enteramente de hardware o una realización que combine aspectos de software y hardware a los que generalmente se puede hacer referencia en la presente memoria descriptiva como "circuito", "módulo" o "sistema".
- 55 Las figuras antes mencionadas ilustran la arquitectura, funcionalidad y operación de posibles implementaciones de sistemas y aparatos de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención. Cuando se hace referencia en la descripción anterior, una realización es un ejemplo o implementación de la invención. Las diversas apariciones de "una realización", "una realización" o "algunas realizaciones" no se refieren necesariamente todas a las mismas realizaciones.
- 60 65

- 5 Aunque se pueden describir varias características de la invención en el contexto de una única realización, las características también se pueden proporcionar por separado o en cualquier combinación adecuada. Por el contrario, aunque la invención se pueda describir en la presente memoria descriptiva en el contexto de realizaciones separadas para mayor claridad, la invención también se puede implementar en una única realización.
- 10 La referencia en la memoria descriptiva a “algunas realizaciones”, “una realización” u “otras realizaciones” significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en relación con las realizaciones está incluida en al menos algunas realizaciones, pero no necesariamente todas las realizaciones de las invenciones. Se reconocerá además que los aspectos de la invención descritos anteriormente pueden combinarse o coexistir de otro modo en realizaciones de la invención.
- 15 Debe entenderse que la fraseología y la terminología empleadas en la presente memoria descriptiva no deben interpretarse como limitantes y tienen únicamente fines descriptivos.
- Los principios y usos de las enseñanzas de la presente invención se pueden entender mejor con referencia a la descripción, las figuras y los ejemplos adjuntos.
- 20 Debe entenderse que los detalles establecidos en la presente memoria descriptiva no constituyen una limitación a la aplicación de la invención.
- Además, debe entenderse que la invención se puede llevar a cabo o practicar de varias maneras y que la invención se puede implementar en realizaciones distintas a las descritas en la descripción anterior.
- 25 Debe entenderse que los términos “que incluye”, “que comprende”, “que consiste” y sus variantes gramaticales no excluyen la adición de uno o más componentes, características, etapas o números enteros o grupos de los mismos y que los términos deben ser interpretados como que especifican componentes, características, etapas o números enteros.
- 30 Si la memoria descriptiva o las reivindicaciones se refieren a “un elemento adicional”, eso no impide que haya más de uno de los elementos adicionales.
- Debe entenderse que cuando las reivindicaciones o memoria descriptiva se refieren a “un” elemento, dicha referencia no debe interpretarse como que existe sólo uno de ese elemento.
- 35 Debe entenderse que cuando la memoria descriptiva establece que un componente, rasgo, estructura o característica “puede” o “podría” incluirse, ese componente, rasgo, estructura o característica en particular no está requerido para ser incluido.
- 40 Cuando sea aplicable, aunque se pueden usar diagramas de estado, diagramas de flujo o ambos para describir realizaciones, la invención no se limita a esos diagramas ni a las descripciones correspondientes. Por ejemplo, no es necesario que el flujo se mueva a través de cada cuadro o estado ilustrado, o exactamente en el mismo orden en que se ilustra y describe.
- 45 Los procedimientos de la presente invención pueden implementarse realizando o completando de forma manual, automática o una combinación de los mismos, etapas o tareas seleccionadas.
- El término “procedimiento” puede referirse a maneras, medios, técnicas y procedimientos para realizar una tarea determinada, incluidos, entre otros, aquellos modos, medios, técnicas y procedimientos conocidos o fácilmente desarrollados a partir de maneras, medios, técnicas y procedimientos conocidos por los expertos en la técnica a la que pertenece la invención.
- 50 Las descripciones, ejemplos y materiales presentados en las reivindicaciones y la memoria descriptiva no deben interpretarse como limitativos sino únicamente ilustrativos.
- 55 Los significados de los términos técnicos y científicos utilizados en la presente memoria descriptiva deben ser entendidos comúnmente por un experto en la técnica a la que pertenece la invención, a menos que se defina lo contrario.
- 60 La presente invención se puede implementar en las pruebas o en la práctica con materiales equivalentes o similares a los descritos en la presente memoria descriptiva.
- Si bien la invención ha sido descrita con respecto a un número limitado de realizaciones, éstas no deben ser interpretadas como limitaciones del alcance de la invención, sino más bien como ejemplificaciones de algunas de las realizaciones preferentes.
- 65

Por consiguiente, el alcance de la invención no debe limitarse por lo que se ha descrito hasta ahora, sino por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un combinador fino multicapa (MLTC) para fusionar una imagen virtual con una imagen del mundo real, que comprende:  
5                    una pluralidad de capas conectables discretas conectadas (401), cada una de las cuales tiene un área continua revestida con un filtro primario parcialmente reflectante (402, 801B);  
                      en el que cada área revestida (402, 801B) comprende una fracción discreta de una apertura efectiva;  
10                    y en el que las áreas revestidas (402, 801B) están configuradas para alinearse, cuando dicha pluralidad de capas conectables discretas (401) se conectan entre sí en una estructura multicapa, para formar colectivamente un área revestida compuesta continua y, de este modo, definir la apertura efectiva.
2. El MLTC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho MLTC está adherido a una superficie transparente.
3. El MLTC de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha superficie transparente es una ventana, guardabrisas o parabrisas.
- 20 4. El MLTC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho MLTC tiene un espesor de tres milímetros o menos.
5. El MLTC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho MLTC además comprende un revestimiento de filtro secundario parcialmente reflectante (801A) configurado para bloquear la transmisión de luz (802A) con ancho de banda y longitud de onda sustancialmente iguales a los de la luz modulada por el revestimiento de filtro primario parcialmente reflectante,  
25                    en el que el revestimiento de filtro secundario parcialmente reflectante (801A) se aplica externamente al MLTC.
- 30 6. El MLTC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada una de dichas áreas revestidas (801B) además comprende una porción de superposición parcial revestida con un filtro graduado parcialmente reflectante, y en el que dos o más porciones de superposición parcial están configuradas para alinearse, cuando dichas capas conectables discretas están conectadas, para formar una porción de superposición compuesta operable para transmitir luz con transmisividad uniforme a través de dicha porción de superposición  
35                    compuesta.
7. Un sistema para aumentar una vista del mundo real con una o más imágenes virtuales, comprendiendo dicho sistema:  
40                    el MLTC de acuerdo con cualquier reivindicación precedente adaptado para ser colocado entre un usuario (102, 805) y la vista del mundo real (101); y  
                      un dispositivo de procesamiento informático operable para producir y emitir, a través de una lente (106) enfocada hacia dicha apertura efectiva de dicho MLTC, gráficos superpuestos (105a) para aumentarlos con dicha vista del mundo real (101).  
45

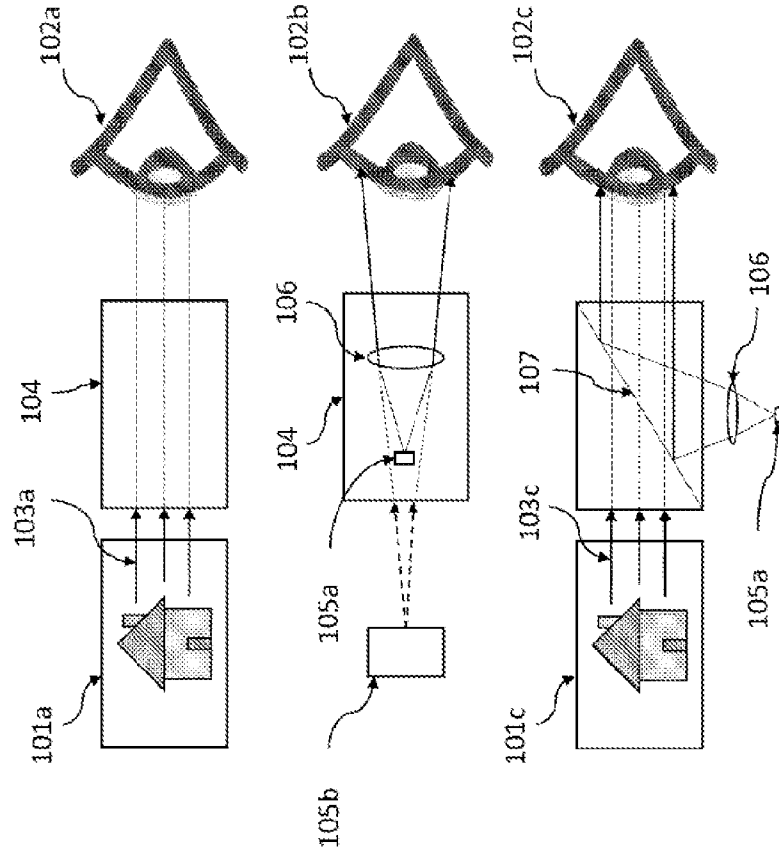


Figure 1A

Figure 1B

Figure 1C

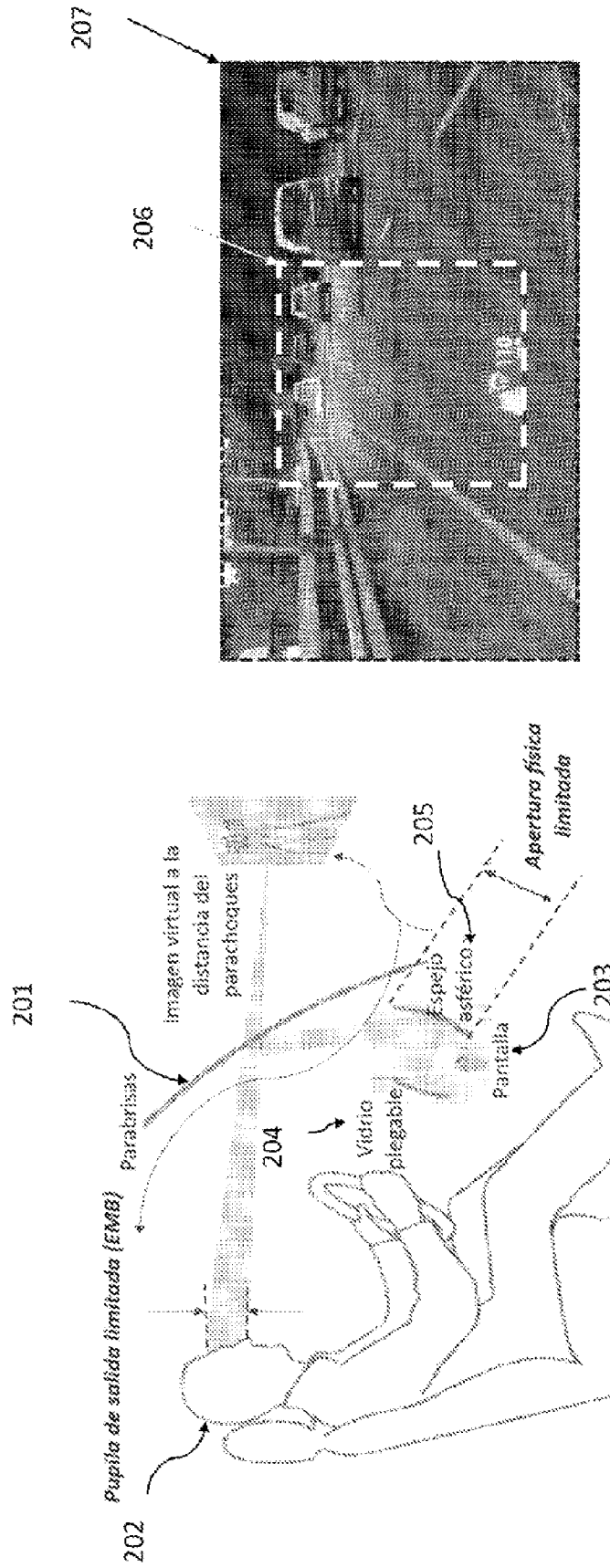


Figura 2A

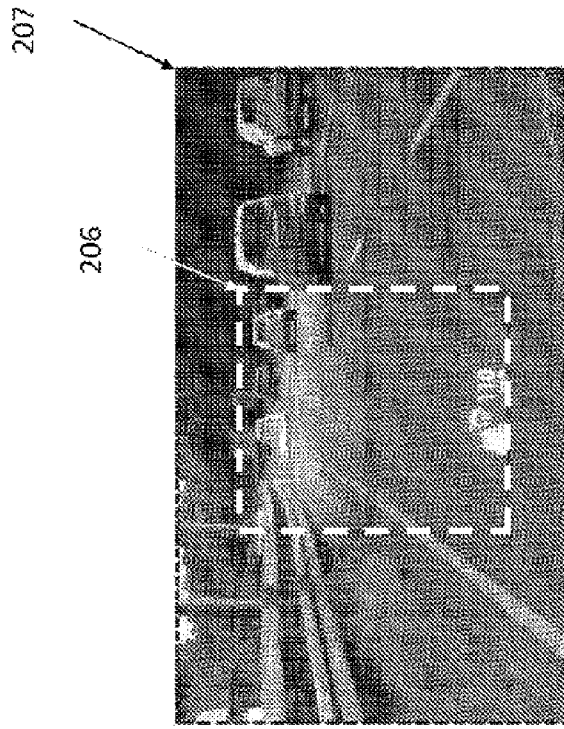


Figura 2B

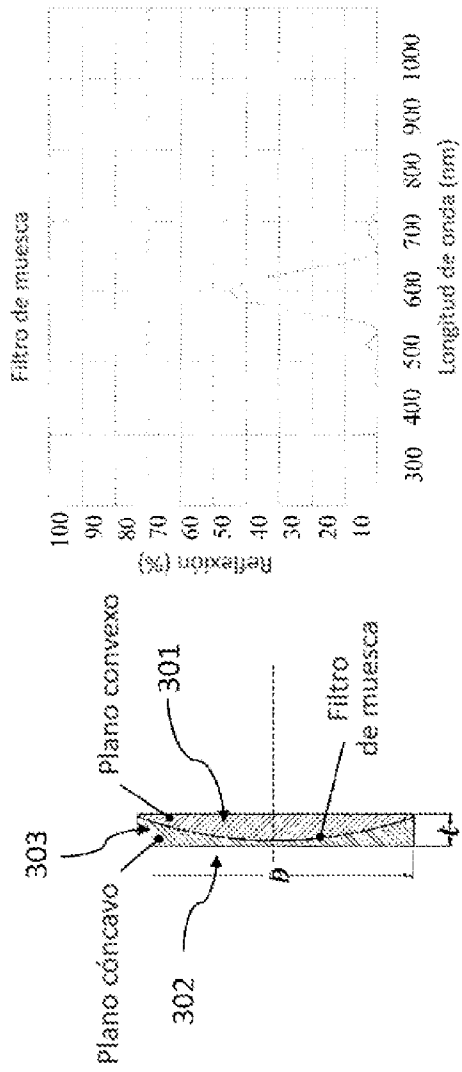


Figura 3A

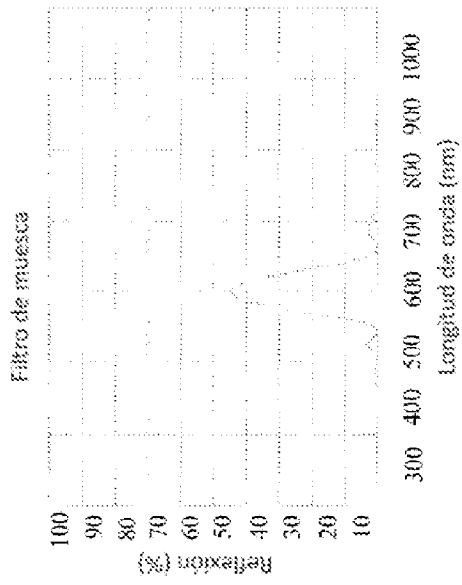


Figura 3B

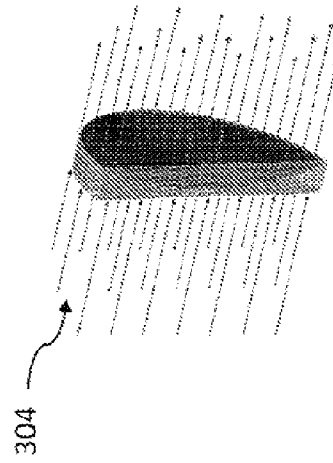


Figura 3C

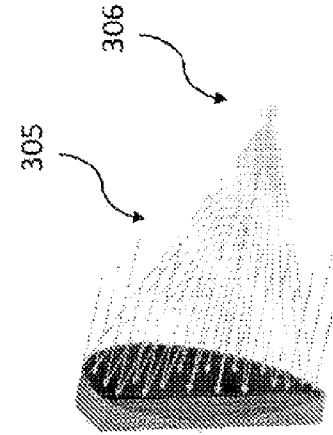


Figura 3D

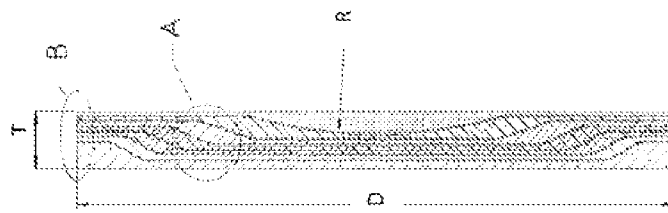


Figure 4A

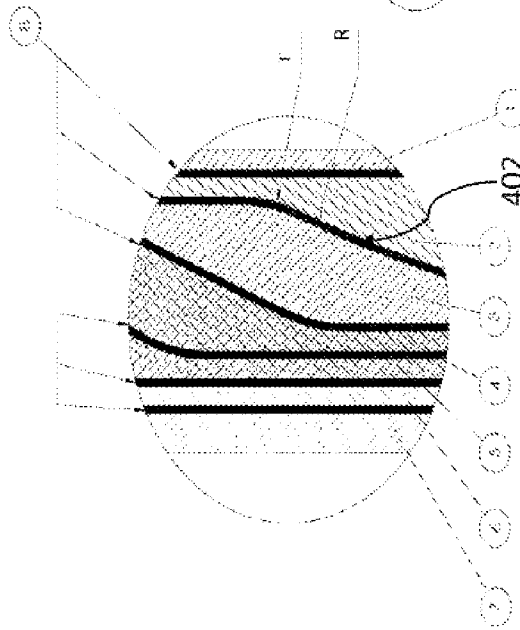


Figure 4B

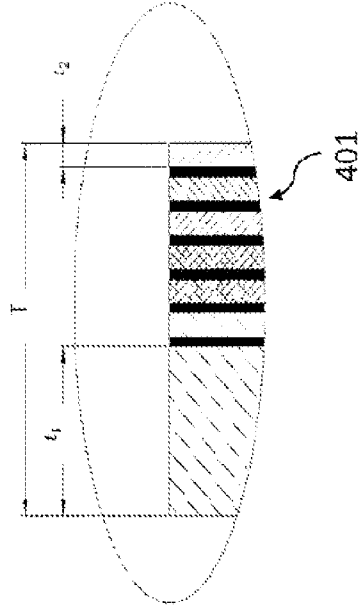


Figure 4C



Figura 4D

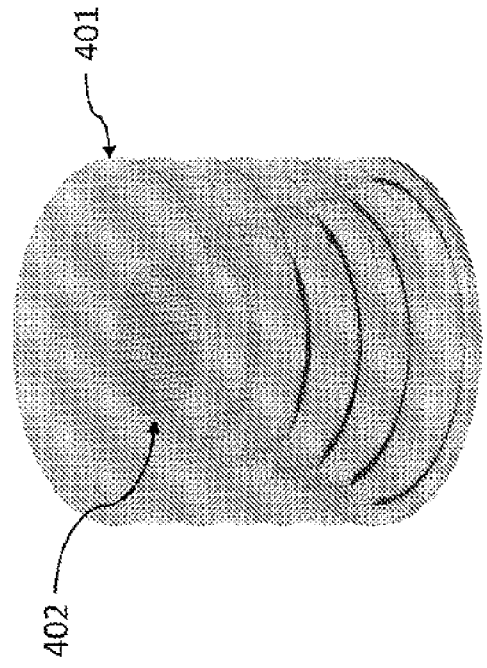


Figura 4E



Figura 4F



Figure 5A

501



Figure 5B

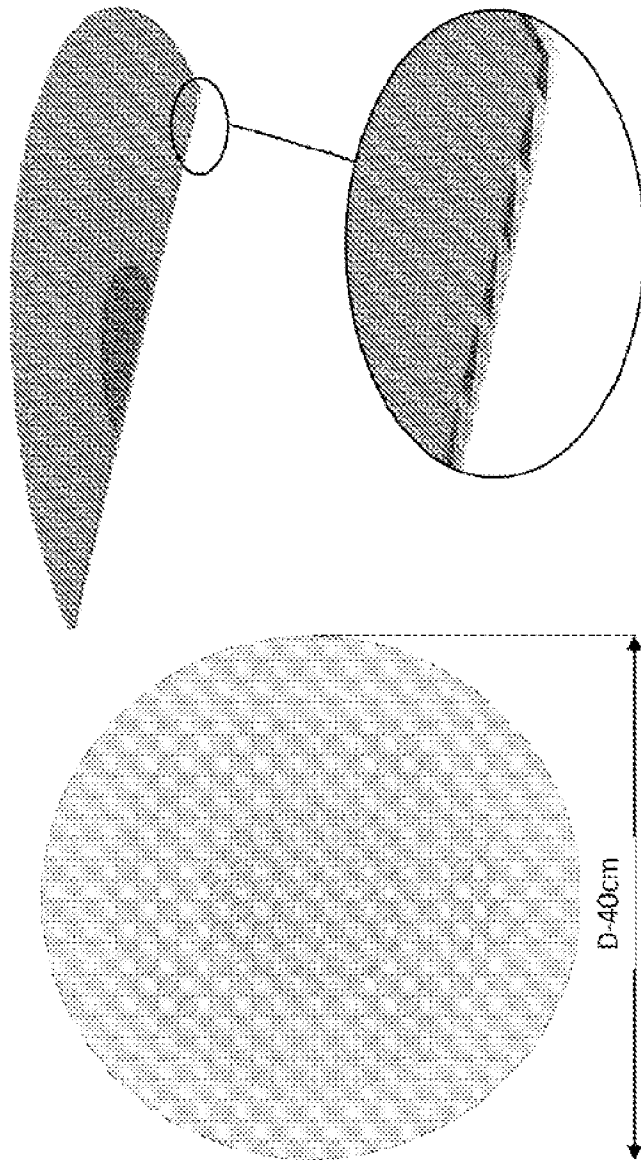


Figura 6

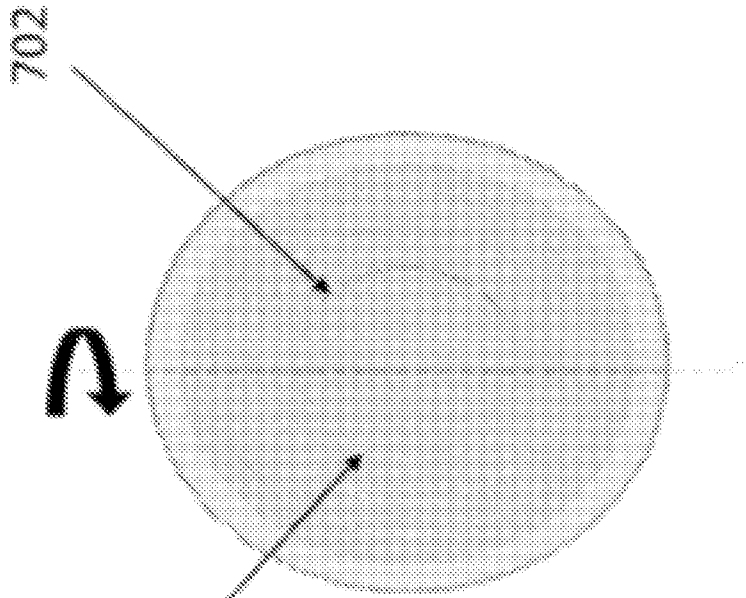


Figure 7B

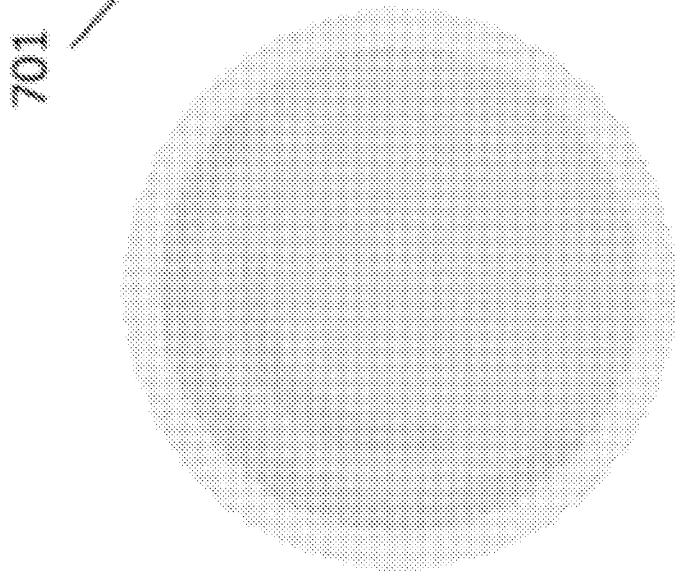


Figure 7A

