

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 638**

51 Int. Cl.:

G02B 30/22 (2010.01)
G02B 27/30 (2006.01)
G02B 19/00 (2006.01)
F21V 8/00 (2006.01)
G02F (2006.01)
G02B 30/33 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2015** **PCT/US2015/061417**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017** **WO17039729**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2015** **E 15903284 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.12.2021** **EP 3345042**

54 Título: **Colimador de superficie doble y pantalla electrónica 3D que emplea luz de fondo basada en red y que utiliza este colimador**

30 Prioridad:

05.09.2015 US 201562214975 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.04.2022

73 Titular/es:

LEIA INC. (100.0%)
2440 Sand Hill Road, Suite 100
Menlo Park, CA 94025, US

72 Inventor/es:

MA, MING y
FATTAL, DAVID A.

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 905 638 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

Colimador de superficie doble y pantalla electrónica 3D que emplea luz de fondo basada en red y que utiliza este colimador

5 DECLARACIÓN CON RESPECTO A INVESTIGACIÓN O DESARROLLO PATROCINADOS FEDERALMENTE

[0001] N/A

ANTECEDENTES

10

15

20

[0002] Las pantallas electrónicas son un medio casi ubicuo para la comunicación de información a los usuarios de una amplia variedad de dispositivos y productos. Entre las pantallas electrónicas más comunes se encuentran el tubo de rayos catódicos (CRT), los paneles de pantalla de plasma (PDP), las pantallas de cristal líquido (LCD), las pantallas electroluminiscentes (EL), los diodos emisores de luz orgánica (OLED) y las pantallas de OLED de matriz activa (AMOLED), pantallas electroforéticas (EP) y varias pantallas que emplean modulación de luz electromecánica o electrofluidica (p. ej., dispositivos de microespejos digitales, pantallas de electrohumectación, etc.). En general, las pantallas electrónicas se pueden clasificar como pantallas activas (es decir, pantallas que emiten luz) o pantallas pasivas (es decir, pantallas que modulan la luz proporcionada por otra fuente). Entre los ejemplos más obvios de pantallas activas se encuentran los CRT, PDP y OLED/AMOLED. Las pantallas que normalmente se clasifican como pasivas cuando se considera la luz emitida son las pantallas LCD y EP. Las pantallas pasivas, aunque a menudo exhiben características de rendimiento atractivas que incluyen, pero no se limitan a un consumo de energía inherentemente bajo, pueden encontrar un uso algo limitado en muchas aplicaciones prácticas dada la falta de capacidad para emitir luz.

25

30

[0003] Para superar las limitaciones de aplicabilidad de pantallas pasivas asociadas con la emisión de luz, muchas pantallas pasivas están acopladas a una fuente de luz externa. La fuente de luz acoplada puede permitir que estas pantallas de otro modo pasivas emitan luz y funcionen sustancialmente como una pantalla activa. Ejemplos de tales fuentes de luz acopladas son las luces de fondo. Las luces de fondo son fuentes de luz (a menudo las denominadas fuentes de luz de "panel") que se colocan detrás de una pantalla pasiva para iluminar la pantalla pasiva. Por ejemplo, se puede acoplar una luz de fondo a una pantalla LCD o EP. La luz de fondo emite luz que pasa a través de la pantalla LCD o EP. La luz emitida por la luz de fondo es modulada por la pantalla LCD o la pantalla EP y la luz modulada se emite, a su vez, desde la pantalla LCD o la pantalla EP. A menudo, las luces de fondo están configuradas para emitir luz blanca. A continuación, se utilizan filtros de color para transformar la luz blanca en varios colores utilizados en la pantalla. Los filtros de color se pueden colocar en una salida de la pantalla LCD o EP (menos común) o entre la luz de fondo y la pantalla LCD o EP, por ejemplo.

35

40

[0004] El documento WO2014142851A1 describe una luz de fondo que incluye una guía de luz de placa para guiar la luz, una fuente de luz para producir luz y un reflector de colimación. El documento US2006203486A1 describe una unidad de iluminación que tiene una pluralidad de dispositivos emisores de luz y colimadores. El documento US2015036068A1 describe una luz de fondo basada en una red de difracción multihaz que incluye una guía de luz y una red de difracción multihaz en una superficie de la guía de luz. El documento US8915635B2 describe una luz de fondo para emitir luz desde una superficie de la misma que incluye una guía de luz para guiar la luz, reflectores de colimación primero y segundo y una fuente de luz para producir luz.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45

50

[0005] Varias características de los ejemplos y formas de realización de acuerdo con los principios descritos en el presente documento pueden entenderse más fácilmente con referencia a la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares designan elementos estructurales similares, y en los cuales:

55

60

65

La Figura 1 ilustra una vista gráfica de componentes angulares $\{\theta, \varphi\}$ de un haz de luz que tiene una dirección angular principal particular, de acuerdo con un ejemplo de los principios descritos en este documento.

La Figura 2 ilustra una vista en sección transversal de un colimador de superficie doble en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 3 ilustra una vista en sección transversal de una parte de un colimador de superficie doble que incluye una superficie de entrada curva en un ejemplo, según una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 4A ilustra una vista superior de una luz de fondo en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 4B ilustra una vista en sección transversal de una luz de fondo en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 4C ilustra una vista en sección transversal de una alineación entre una abertura de salida de un colimador de superficie doble y una abertura de entrada de una guía de luz de placa en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 4D ilustra una vista en sección transversal de una alineación entre una abertura de salida de un colimador de superficie doble y una abertura de entrada de una guía de luz de placa en un ejemplo, de acuerdo

con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 5A ilustra una vista en sección transversal de una parte de una luz de fondo con una red de difracción multihaz en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 5B ilustra una vista en sección transversal de una parte de una luz de fondo con una red de difracción multihaz en un ejemplo, de acuerdo con otra forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 5C ilustra una vista en perspectiva de la parte de luz de fondo de la Figura 5A o la Figura 5B que incluye la red de difracción multihaz en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 6 ilustra un diagrama de bloques de una pantalla electrónica tridimensional (3D) en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización de los principios descritos en el presente documento.

La Figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un método de colimación de luz de doble dirección en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo de un método de operación de pantalla electrónica 3D en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

[0006] Ciertos ejemplos tienen otras características que son además de y en lugar de las características ilustradas en las figuras anteriores. Estas y otras características se detallan a continuación con referencia a las Figuras mencionadas anteriormente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0007] Las formas de realización y ejemplos de acuerdo con los principios descritos en este documento proporcionan colimación de dirección doble y iluminación de la pantalla utilizando la colimación de dirección doble. En particular, las formas de realización de los principios descritos en el presente documento proporcionan una colimación de luz de doble dirección utilizando un colimador que tiene tanto una superficie de entrada curva como una superficie de reflexión curva. Como tal, el colimador se denomina en el presente documento colimador de "superficie dual". La luz que entra en el colimador de superficie doble se refracta en la superficie de entrada curva y se refleja en la superficie de reflexión curva hacia la superficie de entrada curva. La luz reflejada se refleja más o "se vuelve a reflejar" por reflexión interna total en la superficie de entrada curva. La refracción, reflexión y re-reflexión de la luz de acuerdo con una forma curva de cada una de las superficies de entrada curva y la superficie de reflexión curva se combinan para convertir o transformar la luz que ingresa al colimador de superficie doble en luz colimada de doble dirección a una salida del doble colimador de superficie. Además, la colimación de doble dirección descrita en este documento puede proporcionar luz colimada de doble dirección que tiene un ángulo de propagación predeterminado distinto de cero en un plano vertical correspondiente a la dirección vertical o de forma equivalente con respecto a un plano horizontal.

[0008] De acuerdo con diversas formas de realización, la luz de una fuente de luz (p. ej., una pluralidad de LED) puede estar acoplada en el colimador de superficie doble en la superficie de entrada curvada para colimación de doble dirección. Según algunas formas de realización, la luz colimada de doble dirección del colimador de superficie doble puede acoplarse a una guía de luz (p. ej., una guía de luz de placa) de una luz de fondo utilizada en una pantalla electrónica. Por ejemplo, la luz de fondo puede ser una luz de fondo basada en red que incluye, pero no se limita a una luz de fondo basada en red que tiene una red de difracción multihaz. En algunas formas de realización, la pantalla electrónica puede ser una pantalla electrónica tridimensional (3D) utilizada para mostrar información 3D, por ejemplo, una pantalla electrónica 3D autoestereoscópica o "sin vidrio".

[0009] En particular, una pantalla electrónica 3D puede emplear una luz de fondo a base de red que tiene una serie de redes de difracción multihaz. Las redes de difracción multihaz pueden usarse para acoplar la luz de una guía de luz y para proporcionar haces de luz acoplados correspondientes a los píxeles de la pantalla electrónica 3D. Por ejemplo, los haces de luz acoplados pueden tener diferentes direcciones angulares principales (también denominados "haces de luz dirigidos de manera diferente") entre sí. Según algunas formas de realización, estos haces de luz dirigidos de forma diferente producidos por la red de difracción multihaz pueden modularse y servir como píxeles 3D correspondientes a vistas 3D de la pantalla electrónica 3D "sin vidrio" para mostrar información 3D. En estas formas de realización, la colimación de doble dirección proporcionada por el colimador de superficie doble puede usarse para producir luz colimada de salida de doble dirección que es sustancialmente uniforme (es decir, sin rayas) dentro de la guía de luz. A su vez, puede proporcionarse una iluminación uniforme de las redes de difracción multihaz, de acuerdo con los principios descritos en el presente documento.

[0010] En este documento, una "guía de luz" se define como una estructura que guía la luz dentro de la estructura utilizando la reflexión interna total. En particular, la guía de luz puede incluir un núcleo que es sustancialmente transparente a una longitud de onda operativa de la guía de luz. El término "guía de luz" generalmente se refiere a una guía de ondas óptica dieléctrica que emplea una reflexión interna total para guiar la luz en una interfaz entre un material dieléctrico de la guía de luz y un material o medio que rodea esa guía de luz. Por definición, una condición para la reflexión interna total es que el índice de refracción de la guía de luz sea mayor que el índice de refracción de un medio circundante adyacente a una superficie del material de guía de luz. En algunas formas de realización, la guía de luz puede incluir un revestimiento además de o en lugar de la diferencia de índice de refracción antes mencionada para facilitar aún más la reflexión interna

total. El revestimiento puede ser un revestimiento reflectante, por ejemplo. La guía de luz puede ser cualquiera de varias guías de luz que incluyen, pero no se limitan a una o ambas de una placa o guía de placa y una guía de tira.

[0011] Además, en el presente documento, el término "placa" cuando se aplica a una guía de luz como en una "placa de guía de luz" se define como una capa o lámina en piezas o diferencialmente plana, que a veces se denomina como una guía de "losa". En particular, una guía de luz de placa se define como una guía de luz configurada para guiar la luz en dos direcciones sustancialmente ortogonales limitadas por una superficie superior y una superficie inferior (es decir, superficies opuestas) de la guía de luz. Además, por definición en el presente documento, las superficies superior e inferior están separadas entre sí y pueden ser sustancialmente paralelas entre sí en al menos un sentido diferencial. Es decir, dentro de cualquier región diferencialmente pequeña de la guía de luz de placa, las superficies superior e inferior son sustancialmente paralelas o coplanares.

[0012] En algunas formas de realización, una guía de luz de placa puede ser sustancialmente plana (es decir, confinada a un plano) y por lo que la guía de luz de placa es una guía de luz planar. En otras formas de realización, la guía de luz de placa puede estar curvada en una o dos dimensiones ortogonales. Por ejemplo, la guía de luz de placa puede curvarse en una sola dimensión para formar una guía de luz de placa de forma cilíndrica. Sin embargo, cualquier curvatura tiene un radio de curvatura suficientemente grande para asegurar que la reflexión interna total se mantenga dentro de la guía de luz de placa para guiar la luz.

[0013] De acuerdo con diversas formas de realización descritas en el presente documento, una red de difracción (p. ej., una red de difracción multihaz) se puede emplear para la dispersión o acoplar luz de una guía de luz (p. ej., una guía de luz de placa) como un haz de luz. Aquí, una "red de difracción" se define generalmente como una pluralidad de características (es decir, características de difracción) dispuestas para proporcionar difracción de la luz incidente en la red de difracción. En algunos ejemplos, la pluralidad de características puede disponerse de manera periódica o cuasiperiódica. Por ejemplo, la pluralidad de características (p. ej., una pluralidad de ranuras en la superficie de un material) de la red de difracción puede disponerse en una matriz unidimensional (1-D). En otros ejemplos, la red de difracción puede ser una matriz bidimensional (2-D) de características. La red de difracción puede ser una matriz bidimensional de protuberancias o agujeros en la superficie de un material, por ejemplo.

[0014] Como tal, y por definición en el presente documento, la "red de difracción" es una estructura que proporciona la difracción de la luz incidente sobre la red de difracción. Si la luz incide en la red de difracción procedente de una guía de luz, la difracción o la dispersión por difracción proporcionadas pueden dar como resultado, y por lo tanto, se denominará "acoplamiento difractivo", ya que la red de difracción puede extraer la luz de la guía de luz por difracción. La red de difracción también redirige o cambia un ángulo de la luz por difracción (es decir, en un ángulo de difracción). En particular, como resultado de la difracción, la luz que sale de la red de difracción (es decir, luz difractada) generalmente tiene una dirección de propagación diferente a la dirección de propagación de la luz incidente en la red de difracción (es decir, luz incidente). El cambio en la dirección de propagación de la luz por difracción se denomina aquí "redireccionamiento difractivo". Por tanto, puede entenderse que la red de difracción es una estructura que incluye características difractivas que redirigen difractivamente la luz incidente en la red de difracción y, si la luz incide desde una guía de luz, la red de difracción también puede acoplar difractivamente la luz de la guía de luz.

[0015] Además, por definición en el presente documento, las características de una red de difracción se denominan como "características de difracción" y pueden ser uno o más de a, en y sobre una superficie (es decir, en donde una "superficie" se refiere a un límite entre dos materiales). La superficie puede ser la superficie de una guía de luz de placa. Las características de difracción pueden incluir cualquiera de una variedad de estructuras que difractan la luz que incluyen, pero no se limitan a una o más ranuras, crestas, agujeros y protuberancias, y estas estructuras pueden ser una o más en, dentro y sobre la superficie. Por ejemplo, la red de difracción puede incluir una pluralidad de ranuras paralelas en la superficie de un material. En otro ejemplo, la red de difracción puede incluir una pluralidad de crestas paralelas que se elevan desde la superficie del material. Las características de difracción (ya sean ranuras, crestas, orificios, protuberancias, etc.) pueden tener cualquiera de una variedad de formas o perfiles de sección transversal que proporcionan difracción, incluidos, entre otros, uno o más de un perfil sinusoidal, un perfil rectangular (p. ej., una red de difracción binaria), un perfil triangular y un perfil de diente de sierra (p. ej., una red flameada).

[0016] Por definición en la presente memoria, una "red de difracción multihaz" es una red de difracción que produce luz acoplada que incluye una pluralidad de haces de luz. Además, los haces de luz de la pluralidad producidos por una red de difracción multihaz tienen diferentes direcciones angulares principales entre sí, por definición aquí. En particular, por definición, un haz de luz de la pluralidad tiene una dirección angular principal predeterminada que es diferente de otro haz de luz de la pluralidad de haces de luz como resultado del acoplamiento difractivo y la redirección difractiva de la luz incidente por la red de difracción multihaz. La pluralidad de haces de luz puede representar un campo de luz. Por ejemplo, la pluralidad de haces de luz puede incluir ocho haces de luz que tienen ocho direcciones angulares principales diferentes. Los ocho haces de luz en combinación (es decir, la pluralidad de haces de luz) pueden representar el campo de luz, por ejemplo. Según diversas formas de realización, las diferentes direcciones angulares principales de los diversos haces de luz se determinan mediante una combinación de un paso o espaciado de red y una orientación o rotación de las características de difracción de la red de difracción multihaz en los puntos de origen de los respectivos haces de luz relativos a una dirección de propagación de la luz incidente en la red de difracción multihaz.

[0017] En particular, un haz de luz producido por la red de difracción multihaz tiene una dirección angular principal propuesta por componentes angulares $\{\theta, \varphi\}$, por definición en este documento. El componente angular θ se denomina en el presente documento "componente de elevación" o "ángulo de elevación" del haz de luz. El componente angular φ se denomina "componente azimutal" o "ángulo azimutal" del haz de luz. Por definición, el ángulo de elevación θ es un ángulo en un plano vertical (p. ej., perpendicular a un plano de la red de difracción multihaz) mientras que el ángulo azimutal φ es un ángulo en un plano horizontal (p. ej., paralelo al plano de red de difracción multihaz). La Figura 1 ilustra los componentes angulares $\{\theta, \varphi\}$ de un haz de luz 10 que tiene una dirección angular principal particular, de acuerdo con un ejemplo de los principios descritos aquí. Además, el haz de luz 10 se emite o emana de un punto particular, por definición aquí. Es decir, por definición, el haz de luz 10 tiene un rayo central asociado con un punto de origen particular dentro de la red de difracción multihaz. La Figura 1 también ilustra el punto de haz de luz de origen O. Una dirección de propagación ejemplar de la luz incidente se ilustra en la Figura 1 usando una flecha en negrita 12 dirigida hacia el punto de origen O.

[0018] De acuerdo con diversas formas de realización, las características de la red de difracción multihaz y características (es decir, características difractivas) de la misma, pueden usarse para controlar una o ambas de la direccionalidad angular de los haces de luz y una selectividad de longitud de onda o color de la red de difracción multihaz con respecto a uno o más de los haces de luz. Las características que pueden usarse para controlar la direccionalidad angular y la longitud de onda incluyen selectivamente, pero no se limitan a una o más de una longitud de red, un paso de red (espaciado de características), una forma de las características, un tamaño de las características (p. ej., el ancho de la ranura o el ancho de la cresta) y una orientación de la red. En algunos ejemplos, las diversas características utilizadas para el control pueden ser características que son locales en las proximidades del punto de origen de un haz de luz.

[0019] Además, según diversas formas de realización descritas en el presente documento, la luz acoplada fuera de la guía de luz por la red de difracción (p. ej., un patrón de red de difracción multihaz) representa un pixel de una pantalla electrónica. En particular, la guía de luz que tiene una red de difracción multihaz para producir los haces de luz de la pluralidad que tienen diferentes direcciones angulares principales puede ser parte de una luz de fondo o usarse junto con una pantalla electrónica tal como, pero no limitado a la pantalla electrónica tridimensional (3D) sin vidrio (también denominada pantalla electrónica de vistas múltiples u "holográfica" o pantalla autoestereoscópica). Como tales, los haces de luz dirigidos de manera diferente producidos acoplando la luz guiada de la guía de luz usando la red difractiva multihaz pueden ser o representar "píxeles 3D" de la pantalla electrónica 3D. Además, los píxeles 3D corresponden a diferentes vistas 3D o ángulos de visión 3D de la pantalla electrónica 3D.

[0020] En la presente memoria un reflector "de colimación" se define como un reflector que tiene una forma curvada que está configurada para colimar la luz reflejada por el reflector de colimación (p. ej., un espejo de colimación). Por ejemplo, el reflector colimador puede tener una superficie reflectante caracterizada por una curva o forma parabólica. En otro ejemplo, el reflector de colimación puede comprender un reflector parabólico conformado. Por "parabólico conformado" se entiende que una superficie reflectante curvada del reflector parabólico conformado se desvía de una curva parabólica "verdadera" de una manera determinada para lograr una característica de reflexión predeterminada (p. ej., un grado de colimación). En algunas formas de realización, el reflector de colimación puede ser un reflector continuo (es decir, que tiene una superficie reflectante continua sustancialmente lisa), mientras que en otras formas de realización, el reflector de colimación puede comprender un reflector de Fresnel o un espejo de Fresnel que proporciona colimación de luz. Según diversas formas de realización, la cantidad de colimación proporcionada por el reflector de colimación puede variar en un grado o cantidad predeterminados de una forma de realización a otra. Además, el reflector de colimación puede configurarse para proporcionar colimación en una o ambas de las dos direcciones ortogonales (p. ej., una dirección vertical y una dirección horizontal). Es decir, el reflector de colimación puede incluir una forma parabólica en una o en las dos direcciones ortogonales, según algunas formas de realización.

[0021] En este documento, una "fuente de luz" se define como una fuente de luz (p. ej., un aparato o dispositivo que emite luz). Por ejemplo, la fuente de luz puede ser un diodo emisor de luz (LED) que emite luz cuando se activa. La fuente de luz puede ser sustancialmente cualquier fuente de luz o emisor óptico que incluye, entre otros, uno o más de un diodo emisor de luz (LED), un láser, un diodo emisor de luz orgánico (OLED), un diodo emisor de luz de polímero, un emisor óptico de plasma, una lámpara fluorescente, una lámpara incandescente y prácticamente cualquier otra fuente de luz. La luz producida por una fuente de luz puede tener un color o puede incluir una longitud de onda de luz particular. Como tal, una "pluralidad de fuentes de luz de diferentes colores" se define explícitamente en este documento como un conjunto o grupo de fuentes de luz en donde al menos una de las fuentes de luz produce luz que tiene un color, o equivalentemente una longitud de onda, que difiere de un color o longitud de onda de luz producida por al menos otra fuente de luz de la pluralidad de fuentes de luz. Además, la "pluralidad de fuentes de luz de diferentes colores" puede incluir más de una fuente de luz del mismo color o sustancialmente similar siempre que al menos dos fuentes de luz de la pluralidad de fuentes de luz sean fuentes de luz de diferentes colores (es decir, produzcan un color de la luz que es diferente entre las al menos dos fuentes de luz). Por lo tanto, por definición aquí, una pluralidad de fuentes de luz de diferentes colores pueden incluir una primera fuente de luz que produce un primer color de luz y una segunda fuente de luz que produce un segundo color de luz, donde el segundo color difiere del primer color.

[0022] Además, como se utiliza aquí, se pretende que el artículo "un" tenga su significado normal en las técnicas de patentes, a saber, "uno o más". Por ejemplo, "una red" significa una o más redes y, como tal, "la red" significa "la(s) red(es)" en el presente documento. Además, cualquier referencia en este documento a "arriba", "abajo", "superior",

"inferior", "encima", "debajo", "frente", "atrás", "primero", "segundo", "izquierda" o "derecha" no pretende ser una limitación en este documento. Aquí, el término "aproximadamente" cuando se aplica a un valor generalmente significa dentro del intervalo de tolerancia del equipo usado para producir el valor, o puede significar más o menos 10 %, o más o menos 5 %, o más o menos 1 %, a menos que se especifique expresamente lo contrario. Además, el término "sustancialmente" como se usa en este documento significa una mayoría, o casi todo, o todo, o una cantidad dentro de un intervalo de aproximadamente 51 % a aproximadamente 100 %. Además, los ejemplos de la presente están destinados a ser ilustrativos únicamente y se presentan con fines de discusión y no a modo de limitación.

[0023] De acuerdo con algunas formas de realización de los principios descritos en el presente documento, se proporciona un colimador de superficie doble. La Figura 2 ilustra una vista en sección transversal de un colimador 100 de doble superficie en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización de los principios descritos en este documento. El colimador de superficie doble 100 está configurado para recibir luz y colimar la luz recibida en o con respecto a al menos dos direcciones diferentes. En particular, la luz recibida puede colimarse tanto en una dirección horizontal como en una dirección vertical, según algunas formas de realización.

[0024] En particular, el colimador de superficie doble 100 está configurado para recibir la luz 102 desde una fuente de luz 104. Como se ilustra en la Figura 2, la fuente de luz 104 es externa al colimador de superficie doble 100, de acuerdo con diversas formas de realización. En algunos ejemplos, la luz 102 de la fuente de luz externa 104 puede ser luz sustancialmente no colimada, por ejemplo, de una fuente de luz 104 que produce luz sustancialmente no colimada. En otro ejemplo, la luz 102 puede ser proporcionada por la fuente de luz externa 104 como luz 102 parcialmente colimada. Por ejemplo, la fuente de luz 104 puede incluir una lente u otra colimación significa proporcionar luz 102 parcialmente colimada. Como tal, la luz 102 recibida por el colimador de superficie doble 100 puede ser luz no colimada o parcialmente colimada.

[0025] El colimador de superficie doble 100 ilustrado está configurado además para colimar la luz 102 recibida de la fuente de luz externa 104 utilizando refracciones y reflexiones descritas a continuación para crear la luz colimada 106 y para dirigir la luz colimada 106 a una salida o abertura de salida 108 del colimador de superficie doble 100. La abertura de salida 108 también puede denominarse puerto de salida, un plano de salida, una superficie de salida, etc. del colimador de superficie doble 100. La luz colimada 106 proporcionada en la abertura de salida del colimador de superficie doble 108 generalmente está colimada o al menos sustancialmente colimada en al menos dos direcciones, de acuerdo con diversas formas de realización. Como tal, la luz colimada 106 puede denominarse luz colimada 106 de "doble dirección". En particular, por definición en el presente documento, la luz colimada 106 de "doble dirección" es la luz que se colima en dos direcciones que generalmente son ortogonales a una dirección de propagación de la luz colimada de doble dirección 106. Además, las dos direcciones de colimación son mutuamente ortogonales entre sí, por definición en el presente documento. Por ejemplo, la luz colimada de doble dirección 106 puede colimarse en o con respecto a una dirección horizontal (p. ej., en una dirección paralela a un plano x-y) y también en o con respecto a una dirección vertical (p. ej., una dirección z). Como tal, la luz colimada de doble dirección 106 proporcionada por el colimador de superficie doble 100 puede denominarse colimada tanto horizontalmente como verticalmente o colimada de manera equivalente tanto en una dirección horizontal como en una dirección vertical a modo de ejemplo y no de limitación (p. ej., dado que las direcciones horizontal y vertical se pueden determinar con respecto a un marco de referencia arbitrario).

[0027] Además, según diversas formas de realización, el colimador de superficie doble 100 está configurado además para proporcionar la luz colimada de doble dirección 106 en la abertura de salida del colimador de superficie doble 108 con un ángulo de propagación θ distinto de cero, que también se describe adicionalmente abajo. Como se define en este documento, un "ángulo de propagación distinto de cero" es un ángulo con respecto a un plano (p. ej., el plano horizontal o x-y) o, de manera equivalente, con respecto a una superficie de una guía de luz (p. ej., una superficie paralela al plano horizontal). Por ejemplo, el ángulo de propagación θ distinto de cero puede ser un ángulo relativo o definido con respecto a un plano horizontal del colimador de superficie doble 100. En algunos ejemplos, el ángulo de propagación θ distinto de cero de la luz colimada de doble dirección 106 puede estar entre aproximadamente diez (10) grados y aproximadamente cincuenta (50) grados o, en algunos ejemplos, entre aproximadamente veinte (20) grados y aproximadamente cuarenta (40) grados, o entre aproximadamente veinticinco (25) grados y unos treinta y cinco (35) grados. Por ejemplo, el ángulo de propagación θ distinto de cero puede ser de aproximadamente treinta (30) grados. En otros ejemplos, el ángulo de propagación θ distinto de cero puede ser de aproximadamente 20 grados, o aproximadamente 25 grados, o aproximadamente 35 grados. Además, de acuerdo con algunas formas de realización, el ángulo de propagación distinto de cero θ es tanto mayor que cero como menor que un ángulo crítico de reflexión interna total dentro de una guía de luz, como se describe a continuación.

[0028] Como se ilustra en la Figura 2, el colimador de superficie doble 100 comprende una superficie de entrada 110 que tiene una forma curvada. La superficie de entrada curva 110 está configurada para refractar la luz incidente sobre la superficie de entrada 110 (es decir, incidente desde una dirección z, como se ilustra). En particular, la superficie de entrada 110 puede configurarse para refractar la luz incidente 102 de la fuente de luz 104, según diversas formas de realización. Después de ser refractada por la superficie de entrada 110, la luz se convierte en luz refractada 102' que se propaga en el colimador de superficie doble 100.

[0029] La Figura 2 ilustra la luz incidente 102 como una flecha que incide sobre la superficie de entrada 110 en un punto de incidencia 112 (es decir, un punto en el que la flecha correspondiente a un rayo de luz incidente corta la superficie de

entrada 110). La luz refractada 102' que se propaga desde el punto de incidencia 112 en el colimador de superficie doble 100 también se ilustra en la Figura 2 como otra flecha. Las flechas de la Figura 2 pueden representar un rayo central de la luz 102, 102', por ejemplo. En general, la luz incidente 102 comprende una pluralidad de rayos de luz incidente 102, incidiendo cada rayo de luz sobre la superficie de entrada 110 con un ángulo de incidencia diferente y en un punto de incidencia 112 diferente. La luz refractada 102' resultante de la refracción de la pluralidad de rayos de luz incidente produce una pluralidad similar de rayos de luz refractada 102' dentro del colimador de superficie doble 100 que se propaga desde el punto de incidencia 112. Además, cada rayo de luz refractada que se propaga desde la superficie de entrada 110 tiene un ángulo de refracción que está determinado tanto por la forma curva de la superficie de entrada 110 como por el ángulo de incidencia de un rayo de luz incidente correspondiente.

[0030] De acuerdo con diversas formas de realización, la superficie de entrada 110 puede comprender una curva formada en una superficie de un material del colimador de superficie doble 100. Por ejemplo, el colimador de superficie doble 100 puede comprender un material tal como, pero no limitado a un plástico o polímero sustancialmente ópticamente transparente (p. ej., metacrilato de poli(metilo) o "vidrio acrílico", policarbonato, etc.). En otros ejemplos, el material colimador de superficie doble en donde se forma la curva de la superficie de entrada 110 puede incluir, entre otros, uno o más de varios tipos de vidrio (p. ej., vidrio de sílice, vidrio de aluminosilicato alcalino, vidrio de borosilicato, etc.).

[0031] En algunas formas de realización, la forma curvada (o simplemente "curva") de la superficie de entrada 110 puede estar configurada para difundir la luz 102 desde la fuente de luz 104, por ejemplo, para iluminar uniformemente una superficie reflectora 120 (descrita a continuación) del colimador de superficie doble 100 con la luz refractada 102'. En algunas formas de realización, la forma curva de la superficie de entrada 110 puede configurarse para refractar diferencialmente la luz incidente de una pluralidad de diferentes fuentes de luz, por ejemplo, fuentes de luz que producen diferentes colores de luz. En algunas formas de realización, la curva de la superficie de entrada 110 puede configurarse para colimar parcialmente la luz refractada 102', por ejemplo, colimar en una dirección correspondiente a una dirección de la luz colimada de doble dirección 106 en la salida 108 del colimador de superficie doble. En algunas formas de realización, la forma curva de la superficie de entrada 110 está configurada además para modificar una posición virtual de la fuente de luz 104. La posición virtual modificada puede ser con respecto a un punto focal de una superficie reflectora (p. ej., la superficie reflectora 120) del colimador de superficie doble 100, que se describe a continuación. Según algunas formas de realización, la superficie de entrada 120 puede tener una forma denominada doblemente curvada. En este documento, una forma o superficie "doblemente curvada" se define como una forma o superficie que está curvada en dos direcciones diferentes (p. ej., dos direcciones que son ortogonales entre sí). De manera similar, una forma o superficie "simplemente curvada" se define como una forma o superficie que está curvada sustancialmente en una dirección.

[0032] En diversas formas de realización, una forma particular de la curva de la superficie de entrada 110 puede estar configurada, por ejemplo, ajustada, optimizada o de otra manera "formada", para mejorar o ajustar las características de refracción de los mismos. Por ejemplo, la forma curva de la superficie de entrada 110 puede tener un perfil llamado "cilíndrico conformado" o un perfil llamado "esférico conformado" que está configurado u "optimizado" para proporcionar una característica de refracción objetivo (p. ej., ángulo de refracción) de la superficie de entrada 110 (p. ej., para proporcionar difusión de luz, etc.). Además, el perfil esférico conformado puede optimizarse, en algunas formas de realización, para tener en cuenta o para mitigar las características de la fuente de luz, incluidas, entre otras, la distorsión direccional o la colimación parcial (aunque no ideal o indeseable) de la luz incidente 102 producida por la fuente de luz 104.

[0033] El colimador de superficie doble 100 ilustrado en la Figura 2 comprende además una superficie reflectora 120 opuesta a la superficie de entrada 110 que tiene otra superficie curva. Por "opuesto" se entiende por definición en este documento que la superficie reflectora 120 está sobre o formada en otra superficie del material del colimador de superficie doble de la de la superficie de entrada 110. Además, por definición, "opuesto" significa que la superficie reflectora 120 es otra superficie del material colimador de superficie doble colocada para recibir la luz refractada 102' desde la superficie de entrada 110. La Figura 2 ilustra un ejemplo de la posición opuesta de la superficie reflectora 120 con respecto a la superficie de entrada 110, a modo de ejemplo y no de limitación.

[0034] De acuerdo con diversas formas de realización, la superficie reflectora 120 está configurada para reflejar la luz refractada 102'. En particular, la superficie reflectora 120 está configurada para reflejar cada rayo de la luz refractada 102' en un punto de reflexión 122. Además, la superficie reflectora 120 está configurada para reflejar la luz refractada 102' hacia la superficie de entrada 110 como luz reflejada 102". La Figura 2 ilustra la luz reflejada 102" como una flecha que apunta lejos de la superficie reflectora 120 hacia la superficie de entrada 110.

[0035] En algunas formas de realización, la forma curvada de la superficie reflectora 120 puede tener una forma parabólica o una forma sustancialmente parabólica (o perfil). En varias formas de realización, una forma particular de la curva (p. ej., la forma parabólica) de la superficie reflectora 120 puede configurarse, por ejemplo, ajustarse, optimizarse o "conformarse" de otro modo, para mejorar o modificar las características de reflexión de la misma. Por ejemplo, la forma curva de la superficie 120 del reflector puede tener un perfil llamado "parabólico conformado" que está "optimizado" o configurado para proporcionar una característica de reflexión del objetivo (p. ej., ángulo de reflexión) de la superficie reflectora 120 (p. ej., para proporcionar difusión de la luz, etc.). Como tal, la forma curva de la superficie reflectora 120 puede variar de un punto de reflexión 122 a otro a lo largo de la superficie reflectora 120. Según algunas formas de realización, la superficie reflectora 120 puede tener una forma doblemente curvada (p. ej., curvada en ambas direcciones ortogonales). Por

ejemplo, la superficie reflectora 120 puede ser una superficie parabólica de forma doblemente curvada.

[0036] De acuerdo con algunas formas de realización, la superficie reflectora 120 puede ser metalizada o recubierta de otro modo con un material reflectante para proporcionar la reflexión óptica. Por tanto, los puntos de reflexión 122 pueden incluir el revestimiento reflectante, según algunas formas de realización. Los materiales reflectantes usados para revestir la superficie de forma parabólica de la superficie reflectora 120 pueden incluir, entre otros, aluminio, cromo, níquel, plata u oro, por ejemplo. En otras formas de realización, la reflexión en el punto de reflexión 122 por la superficie reflectora 120 puede ser proporcionada por un cambio en un índice de refracción entre un material del colimador de superficie doble 100 y un material tal como, pero no limitado a aire exterior (es decir, más allá de la superficie reflectora 120) del colimador de superficie doble 100.

[0037] En algunas formas de realización, la superficie reflectora 120 puede incluir además un ángulo de inclinación (es decir, la superficie reflectora 120 puede ser inclinada en el ángulo de inclinación). El ángulo de inclinación puede configurarse para proporcionar el ángulo de propagación θ distinto de cero de la luz colimada de doble dirección 106 o una parte de la misma, por ejemplo. En otro ejemplo más, el ángulo de inclinación puede proporcionarse o proporcionarse adicionalmente mediante un desplazamiento en una ubicación de la fuente de luz 104 que proporciona la luz incidente 102 en relación con un foco de la superficie reflectora curva 120 (p. ej., como se refleja en la superficie de entrada curva).

[0038] Con referencia de nuevo a la Figura 2 y específicamente a la superficie de entrada 110, de acuerdo con diversas formas de realización, la superficie de entrada 110 está configurada además para re-reflejar la luz reflejada 102" hacia la abertura de salida 108 del colimador de superficie doble 100. En particular, la luz reflejada 102' puede ser re-reflejada por o en la superficie de entrada 110 de acuerdo con la reflexión interna total (TIR). Además, la luz reflejada 102' de la superficie de entrada 110 se vuelve a reflejar en una dirección hacia la abertura 108 de salida como la luz colimada 106 de doble dirección. Nótese que, a diferencia de la superficie reflectora 120, la superficie de entrada 110 generalmente no incluye un revestimiento reflectante, de acuerdo con varias formas de realización. En particular, la re-reflexión por TIR ocurre en un lado interior 114 de la superficie de entrada 110 como resultado de una diferencia de índice de refracción a través de un límite entre el material del colimador de superficie doble 100 y un material (p. ej., aire) fuera del colimador de superficie doble 100, de acuerdo con diversas formas de realización.

[0039] De acuerdo con diversas formas de realización, el colimador de superficie doble 100 está configurado de manera que cada una de la refracción y re-reflexión en la superficie de entrada 110 junto con la reflexión en la superficie reflectora 120 actúan juntas para convertir la luz incidente 102 en la luz colimada de doble dirección 106, según diversas formas de realización. En particular, las formas curvas y una orientación relativa de la superficie de entrada 110 y la superficie reflectora 120 en combinación están configuradas para convertir la luz incidente 102 en luz colimada de doble dirección 106 en la abertura de salida 108, según varias formas de realización. Así, las curvas y orientaciones de la superficie de entrada 110 y la superficie reflectora 120 pueden ser sustancialmente arbitrarias siempre que la refracción de la luz incidente 102 por la forma curva de la superficie de entrada 110, la reflexión de la luz refractada 102' por la forma curvada de la superficie reflectora 120, y la re-reflexión de la luz 102" por la forma curvada de la superficie de entrada 110 por TIR, proporcionan la luz colimada de doble dirección 106 en la abertura de salida 108.

[0040] Según algunas formas de realización, las diversas curvas de las superficies de entrada y reflectoras 110, 120 se pueden realizar mediante la optimización simultánea en una simulación del colimador de superficie doble 100. Por ejemplo, una simulación de trazado de rayos se puede utilizar junto con una optimización para ajustar o modificar las diversas curvas. La optimización puede terminarse cuando la luz incidente simulada 102 se convierte en luz colimada de doble dirección simulada 106 en la abertura de salida 108, según la simulación de rastreo de rayos. Además, las diversas curvas o formas curvas pueden ajustarse o modificarse durante la optimización para realizar un ángulo de propagación simulado distinto de cero θ de la luz doble colimada 106, por ejemplo, siendo el ángulo de propagación distinto de cero relativo a un plano horizontal.

[0041] En algunas formas de realización, la curva o forma curvada de la superficie de entrada 110 está configurada para extenderse sustancialmente desde una posición adyacente a un extremo de la superficie reflectora 120 a la superficie adyacente o límite que representa la abertura de salida 108 del colimador de superficie doble 100. Por ejemplo, la curva de la superficie de entrada 110 puede comprender más de aproximadamente el treinta por ciento (30 %), o más de aproximadamente el cincuenta por ciento (50 %), o más de aproximadamente el setenta por ciento (70 %) o más de aproximadamente el noventa por ciento (90 %) de la superficie de entrada entre la superficie reflectora 120 y la abertura de salida 108. La Figura 2 ilustra la curva de la superficie de entrada que se extiende sustancialmente desde adyacente a un extremo de la superficie reflectora 120 hasta adyacente a un extremo de la abertura de salida 108 para representar aproximadamente el cien por ciento (100 %) de la superficie de entrada 110, por ejemplo.

[0042] En algunas formas de realización, la forma curvada de la superficie de entrada 110 puede estar configurada, además, para formar una cavidad (p. ej., la forma curva puede ser una forma curvada cóncava) que puede encerrar la fuente de luz 104, por ejemplo. La Figura 3 ilustra una vista en sección transversal de una parte de un colimador de superficie doble 100 que incluye una superficie de entrada curva 110 en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento. Como se ilustra, el colimador de superficie doble 100 está en contacto con un sustrato 130, por ejemplo, en los puntos de contacto 130', 130" en los extremos de la superficie de entrada curva 110 adyacente a la superficie reflectora 120 y la abertura de salida 108, respectivamente. La

fuelle de luz 104 está montada en el sustrato, en algunos ejemplos. Como se ilustra, la forma curva de la superficie de entrada 110 está configurada para formar una cavidad 132 entre la superficie de entrada curva 110 y el sustrato 130, delimitada por los puntos de contacto 130', 130". Además, la cavidad 132 está configurada para encerrar sustancialmente la fuente de luz 104 sobre el sustrato 130. La cavidad 132 puede encerrar la fuente de luz 104 para proporcionar protección a la fuente de luz 104, por ejemplo. En particular, la fuente de luz 104 puede comprender un diodo emisor de luz (LED) que está montado en la superficie del sustrato 130, en algunas formas de realización. El cerramiento del LED montado en la superficie por la cavidad 132 formada por la forma curva de la superficie de entrada 110 puede proporcionar protección que incluye, pero no se limita a protección mecánica contra la abrasión y protección ambiental (p. ej., protección contra humedad, escombros, etc.), por ejemplo.

[0043] De acuerdo con algunas formas de realización de los principios descritos en el presente documento, se proporciona una luz de fondo que emplea la colimación de doble dirección. La Figura 4A ilustra una vista superior de una luz de fondo 200 en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios de los principios descritos en este documento. La Figura 4B ilustra una vista en sección transversal de una luz de fondo 200 en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios de los principios descritos en este documento. La Figura 4C ilustra una vista en perspectiva de una luz de fondo 200 en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento.

[0044] Como se ilustra en las Figuras 4A-4C, la luz de fondo 200 comprende un colimador de superficie doble 210. En algunas formas de realización, el colimador de superficie doble 210 puede ser sustancialmente similar al del colimador de superficie doble 100 descrito anteriormente. En particular, el colimador de superficie doble 210 (p. ej., como se ilustra en la Figura 4B) comprende una superficie de entrada 212 y una superficie reflectora 214, cada una de las cuales puede ser sustancialmente similar a las respectivas de la superficie de entrada 110 y la superficie reflectora 120 del colimador de superficie doble 100, en algunas formas de realización. Por ejemplo, la Figura 4A ilustra una pluralidad de superficies reflectoras 214 del colimador de superficie doble 210, según se ve desde arriba. Cada superficie reflectora 214 de la pluralidad puede ser sustancialmente similar a la superficie reflectora 120, por ejemplo. Además, la superficie reflectora 214 ilustrada en las Figuras 4A-4C puede representar un reflector de forma doblemente curvada (p. ej., un reflector parabólico de forma), por ejemplo. La superficie de entrada 212, por ejemplo, ilustrada en la vista en sección transversal de la Figura 4B, puede ser sustancialmente similar a la superficie de entrada 110 de la Figura 2, en algunos ejemplos. En algunas formas de realización, la superficie de entrada 212 puede comprender una pluralidad de superficies de entrada, donde cada superficie de entrada 212 de la pluralidad de superficies de entrada está configurada para dirigir la luz a una superficie reflectora correspondiente 214 de la pluralidad de superficies reflectoras. Cada superficie de entrada 212 de la pluralidad puede tener una forma doblemente curvada separada (p. ej., formas esféricas separadas para cada superficie de entrada 212), por ejemplo. En otras formas de realización, la superficie de entrada 212 es una superficie curva sustancialmente continua que se extiende a lo largo de la pluralidad de superficies reflectoras 214. Por ejemplo, la superficie de entrada 212 puede ser una superficie de forma cilíndrica, sustancialmente continua, de una sola curva que abarca un ancho del colimador de superficie doble 210 (es decir, en una dirección y, como se ilustra).

[0045] Con referencia a la Figura 4B, de acuerdo con varias formas de realización, el colimador de superficie doble 210 está configurado para recibir luz 202 (p. ej., de una fuente de luz 230, descrita a continuación), y proporcionar luz colimada de doble dirección 204 en una salida 216 del colimador de superficie doble 210. Además, el colimador de superficie doble 210 está configurado para proporcionar la luz colimada de doble dirección 204 que tiene un ángulo de propagación distinto de cero con respecto al plano horizontal x-y en la salida del colimador de superficie doble 216, según diversas formas de realización. En algunas formas de realización, la luz colimada 204 de doble dirección proporcionada por el colimador 210 de doble superficie puede ser sustancialmente similar a la luz colimada 106 de doble dirección proporcionada por el colimador 100 de doble superficie, como se describe anteriormente.

[0046] La luz de fondo 200 ilustrada comprende además una guía de luz de placa 220 acoplada (p. ej., ópticamente acoplada) a la salida 216 del colimador de superficie doble 210. La placa de guía de luz 220 está configurada para recibir y para guiar la luz colimada de doble dirección 204 en el ángulo de propagación distinto de cero. En particular, la guía de luz de placa 220 puede recibir la luz colimada 204 de doble dirección en un extremo de entrada o, de manera equivalente, una abertura de entrada de la guía de luz de placa 220. Según varias formas de realización, la guía de luz de placa 220 está configurada además para emitir una porción de la luz colimada 204 de doble dirección guiada desde una superficie de la guía 220 de luz de la placa. en la Figura 4B, la luz emitida se ilustra como una pluralidad de rayos (flechas) que se extienden desde la superficie de la guía de luz de placa.

[0047] En alguna forma de realización, la guía de luz de placa 220 puede ser una guía de ondas óptica de losa o placa que comprende una hoja extendida, plana de material sustancialmente transparente ópticamente, dieléctrico. La hoja plana de material dieléctrico está configurada para guiar la luz colimada 204 de doble dirección desde el colimador 210 de doble superficie como un haz de luz guiada usando una reflexión interna total. El material dieléctrico puede tener un primer índice de refracción que sea mayor que un segundo índice de refracción de un medio que rodea la guía de ondas óptica dieléctrica. La diferencia de índices de refracción está configurado para facilitar la reflexión interna total del haz de luz guiada 204 según uno o más modos guiados de la guía de luz de placa 220.

[0048] De acuerdo con varios ejemplos, el material sustancialmente ópticamente transparente de la guía de luz de placa 220 puede incluir o estar compuesto por cualquiera de una variedad de materiales dieléctricos que incluyen, pero no se

limitan a uno o más de varios tipos de vidrio (p. ej., vidrio de sílice, vidrio de aluminosilicato alcalino, vidrio de borosilicato, etc.) y plásticos sustancialmente ópticamente transparentes. o polímeros (p. ej., metacrilato de poli(metilo) o "vidrio acrílico", policarbonato, etc.). En algunos ejemplos, la guía de luz de placa 220 puede incluir además una capa de revestimiento (no ilustrada) en al menos una parte de una superficie (p. ej., una o ambas de la superficie superior e inferior) de la guía de luz de placa 220. La capa de revestimiento se puede utilizar para facilitar aún más la reflexión interna total, según algunos ejemplos.

[0049] En algunas formas de realización, (p. ej., como se ilustra en la Figura 4A), la guía de luz de placa 220 puede ser integral con el colimador de superficie doble 210. En particular, la guía de luz de placa 220 y colimador de superficie doble 210 puede formarse a partir de y por tanto comprender el mismo material. Por ejemplo, la guía de luz de placa 220 puede ser una extensión de la salida 216 (o apertura de salida) del colimador de superficie doble 210. En otras formas de realización (p. ej., como se ilustra en la Figura 4B), el colimador de superficie doble 210 y la guía de luz de placa 220 están separados, y una capa de pegamento o adhesivo, otro material de interfaz o incluso aire entre la salida 216 y la entrada de la placa de la guía de luz 220 proporciona un acoplamiento (p. ej., uno o ambos de acoplamiento óptico y acoplamiento mecánico) del colimador de superficie doble 210 y la guía de luz de placa 220. Por ejemplo, el colimador de superficie doble 210 puede comprender un polímero o material plástico y la guía de luz de placa 220 puede comprender vidrio. El colimador de superficie doble 210 y la guía de luz de placa 220 pueden fijarse entre sí usando una capa adhesiva adecuada 222 (p. ej., un pegamento acoplado ópticamente) entre ellos, por ejemplo, como se ilustra en la Figura 4B.

[0050] De acuerdo con algunas formas de realización, la luz de fondo 200 puede comprender además la fuente de luz 230. La fuente de luz 230 está configurada para proporcionar luz 202 para el colimador de superficie doble 210. En particular, la fuente de luz 230 está situada adyacente a (p. ej., a continuación, como se ilustra en las FIGS. 4B-4C) la superficie de entrada 212 del colimador de superficie doble 210 y está configurada para proporcionar la luz incidente 202 sobre la superficie de entrada de forma curva. En varias formas de realización, la fuente de luz 230 puede comprender sustancialmente cualquier fuente de luz, incluyendo, pero sin limitarse a uno o más diodos emisores de luz (LED). En algunas formas de realización, la fuente de luz 230 puede comprender un emisor óptico configurado para producir una luz sustancialmente monocromática que tiene un espectro de banda estrecha indicado por un color particular. En particular, el color de la luz monocromática puede ser un color primario de un espacio de color o modelo de color particular (p. ej., un modelo de color rojo-verde-azul (RGB)). En algunas formas de realización, la fuente de luz 230 puede comprender una pluralidad de diferentes fuentes ópticas configuradas para proporcionar diferentes colores de luz. Las diferentes fuentes ópticas pueden estar desplazadas entre sí, por ejemplo. El desplazamiento de las diferentes fuentes ópticas puede configurarse para proporcionar diferentes ángulos de propagación distintos de cero, específicos de color, de la luz colimada 204 de doble dirección correspondiente a cada uno de los diferentes colores de luz, según algunas formas de realización. En particular, el desplazamiento puede añadir un componente de ángulo de propagación adicional distinto de cero al ángulo de propagación distinto de cero proporcionado por el colimador de superficie doble 210, por ejemplo. En algunas formas de realización, la fuente de luz 104 descrita anteriormente con respecto al colimador de superficie doble 100 y la fuente de luz 230 pueden ser sustancialmente similares.

[0051] En algunas formas de realización, una extensión vertical de la salida 216 del colimador de superficie doble 210 es mayor que una extensión vertical de una abertura de entrada de la guía de luz de placa 220. Según algunas formas de realización, una alineación entre la abertura de entrada de guía de luz y la salida 216 del colimador de superficie doble pueden configurarse para ajustar una característica de la luz colimada 204 de doble dirección que está acoplada en la guía de luz de placa 220 en la abertura de entrada. Por ejemplo, la intensidad de la luz colimada 204 de doble dirección que está acoplada en la guía de luz de placa 220 puede ajustarse seleccionando una alineación particular (es decir, la posición vertical de la guía de luz de placa 220 con respecto al colimador 210 de doble superficie). En otro ejemplo, una cantidad relativa de varios colores de la luz colimada 204 de doble dirección acoplada en la guía de luz de placa 220 puede controlarse mediante la alineación. En particular, cuando la luz colimada de doble dirección 204 incluye diferentes colores de luz en diferentes ángulos de propagación distintos de cero, específicos del color, la alineación de la apertura puede usarse para controlar una cantidad relativa de cada uno de los diferentes colores en virtud de estos ángulos de propagación distintos de cero, específicos del color, diferentes.

[0052] La Figura 4D ilustra una vista en sección transversal de una alineación entre una salida 216 de un colimador de superficie doble 210 y una abertura de entrada 224 de una guía de luz de placa 220 en un ejemplo, según una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento. En particular, la Figura 4D ilustra la salida 216 del colimador de superficie doble que tiene una extensión vertical que es mayor que la extensión vertical de la apertura 224 de entrada de la guía de luz de placa. Flechas en negrita de dos cabezas ilustran el ajuste (p. ej. hacia arriba o hacia abajo) de la alineación entre la apertura de salida 216 y entrada 224, respectivamente. Tres flechas extendidas (p. ej., que tienen una línea continua, una línea discontinua grande y una línea discontinua pequeña) ilustran tres colores diferentes de luz colimada 204 de doble dirección que se propagan en tres ángulos de propagación distintos de cero, específicos de color, diferentes. La selección de una alineación particular o, de manera equivalente, una posición vertical particular de la abertura 224 de entrada de la guía de luz de placa con respecto a la salida 216 del colimador 210 de doble superficie puede influir en una cantidad relativa de cada uno de los tres colores diferentes de luz colimada de doble dirección que es acoplada en la guía de luz de placa 220, según diversas formas de realización.

[0053] Según algunas formas de realización (p. ej., como se ilustra en la Figura 4B), la luz de fondo 200 puede comprender además una red de difracción multihaz 240 en una superficie de la guía de luz de placa 220. La red de difracción multihaz

240 está configurada para acoplar de manera difractiva una parte de la luz colimada 204 de doble dirección guiada de la guía de luz de placa 220 como una pluralidad de haces de luz 206. La pluralidad de haces de luz 206 (es decir, la pluralidad de rayos (flechas) ilustrados en la Figura 4B) representa la luz emitida. En diversas formas de realización, un haz de luz 206 de la pluralidad de haces de luz tiene una dirección angular principal que es diferente de las direcciones angulares principales de otros haces de luz 206 de la pluralidad de haces de luz.

[0054] En algunas formas de realización, la red de difracción multihaz 240 es un miembro de, o está dispuesto en un conjunto de redes de difracción multihaz 240. En algunas formas de realización, la luz de fondo 200 es una luz de fondo de una pantalla electrónica tridimensional (3D) y la dirección angular principal del haz de luz 206 corresponde a una dirección de visión de la pantalla electrónica 3D.

[0055] La Figura 5A ilustra una vista en sección transversal de una parte de una luz de fondo 200 con una red de difracción multihaz 240 en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en el presente documento. La Figura 5B ilustra una vista en sección transversal de una parte de una luz de fondo 200 con una red de difracción multihaz 240 en un ejemplo, de acuerdo con otra forma de realización consistente con los principios descritos en este documento. La Figura 5C ilustra una vista en perspectiva de la parte de luz de fondo de la Figura 5A o la Figura 5B que incluye la red de difracción multihaz 240 en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento. La red de difracción multihaz 240 ilustrada en la Figura 5A comprende ranuras en una superficie de la guía de luz de placa 220, a modo de ejemplo y no de limitación. La Figura 5B ilustra la red de difracción multihaz 240 que comprende aristas que sobresalen de la superficie de la guía de luz de placa.

[0056] Como se ilustra en las Figuras 5A-5B, la red de difracción multihaz 240 es una red de difracción modulada pulsada. En particular, las características de difracción 240a están más próximas en un segundo extremo 240" de la red de difracción multihaz 240 que en un primer extremo 240". Además, el espaciado de difracción d de las características de difracción ilustradas 240a varía desde el primer extremo 240" al segundo extremo 240". En algunas formas de realización, la red de difracción de chirp de la red de difracción de multihaz 240 puede tener o exhibir un chirp del espaciado de difracción d que varía linealmente con la distancia. Como tal, la red de difracción de chirp de la red de difracción de multihaz 240 puede denominarse una red de difracción de "chirp lineal".

[0057] En otra forma de realización, la red de difracción chirped de la red de difracción multihaz 240 puede exhibir un chirp no lineal de la separación de difracción d . Varios chirps no lineales que pueden usarse para realizar la red de difracción chirps incluyen, pero no se limitan a un chirp exponencial, un chirp logarítmico o un chirp que varía de otra manera sustancialmente no uniforme o aleatoria pero aún monótona. También se pueden emplear chirps no monótonos tales como, pero sin limitarse a un chirp sinusoidal o un chirp triangular o de diente de sierra. Las combinaciones de cualquiera de estos tipos de chirps también se pueden usar en la red de difracción multihaz 240.

[0058] Como se ilustra en la Figura 5C, la red de difracción multihaz 240 incluye características de difracción 240a (p. ej., surcos o crestas) a, en o sobre una superficie de la guía de luz de placa 220 que son tanto chirps como curvados (es decir, la red de difracción multihaz 240 es una red de difracción curvada, con chirp, como se ilustra). La luz colimada de doble dirección 204 como haz de luz guiada guiado en la guía de luz de placa 220 tiene una dirección de incidencia con respecto a la red de difracción multihaz 240 y la guía de luz de placa 220, como se ilustra mediante una flecha en negrita en las Figuras 5A-5C. También se ilustra la pluralidad de haces de luz 206 acoplados o emitidos que apuntan en dirección opuesta a la red de difracción multihaz 240 en la superficie de la guía de luz de placa 220. Los haces de luz 206 ilustrados se emiten en una pluralidad de diferentes direcciones angulares principales predeterminadas. En particular, las diferentes direcciones angulares principales predeterminadas de los haces de luz 206 emitidos son diferentes tanto en azimut como en elevación (p. ej., para formar un campo de luz).

[0059] Según varios ejemplos, tanto el chirp predefinido de las características difractivas 240a como la curva de las características difractivas 240a pueden ser responsables de una pluralidad respectiva de diferentes direcciones angulares principales predeterminadas de los haces de luz 206 emitidos. Por ejemplo, debido a la curva difractiva característica, las características de difracción 240a dentro de la red de difracción multihaz 240 pueden tener orientaciones variables con respecto a una dirección de incidencia del haz de luz guiada dentro de la guía de luz de placa 220. En particular, una orientación de las características de difracción 240a en un primer punto o ubicación dentro de la red de difracción multihaz 240 puede diferir de la orientación de las características difractivas 240a en otro punto o ubicación con respecto a la dirección de incidencia del haz de luz guiada. Con respecto al haz de luz 206 acoplado o emitido, un componente azimutal ϕ de la dirección angular principal $\{\theta, \phi\}$ del haz de luz 206 puede ser determinado por o corresponder al ángulo de orientación azimutal ϕ_i de las características difractivas 240a en un punto de origen del haz de luz 206 (es decir, en un punto en el que el haz de luz guiada incidente 204 está acoplado). Como tal, las orientaciones variables de las características de difracción 240a dentro de la red de difracción multihaz 240 producen diferentes haces de luz 206 que tienen diferentes direcciones angulares principales $\{\theta, \phi\}$, al menos en términos de sus respectivos componentes azimutales ϕ .

[0060] En particular, en diferentes puntos a lo largo de la curva de las características difractivas 240a, una "red de difracción subyacente" de la red de difracción multihaz 240 asociada con las características de difracción curvadas 240a tiene diferentes ángulos de orientación azimutal ϕ_i por "red de difracción subyacente", significa que las redes de difracción de una pluralidad de redes de difracción no curvadas en superposición producen las características difractivas curvadas

240a de la red de difracción multihaz 240. Así, en un punto dado a lo largo de las características difractivas curvadas 240a, la curva tiene un ángulo de orientación azimutal ϕ_r particular que generalmente difiere del ángulo de orientación azimutal ϕ_r en otro punto a lo largo de las características difractivas curvadas 240a. Además, el ángulo de orientación azimutal ϕ_r particular da como resultado un componente azimutal ϕ correspondiente de una dirección angular principal $\{\theta, \phi\}$ de un haz de luz 206 emitido desde el punto dado. En algunos ejemplos, la curva de las características de difracción 240a (p. ej., ranuras, crestas, etc.) puede representar una sección de un círculo. El círculo puede ser coplanar con la superficie de la guía de luz. En otros ejemplos, la curva puede representar una sección de una elipse u otra forma curva, por ejemplo, que es coplanar con la superficie de la guía de luz de placa.

[0061] En otras formas de realización, la red de difracción multihaz 240 puede incluir características de difracción 240a que son curvadas "por piezas". En particular, mientras que la característica difractiva 240a puede no describir una curva sustancialmente suave o continua *per se*, en diferentes puntos a lo largo de la característica difractiva 240a dentro de la red de difracción multihaz 240, la característica difractiva 240a aún puede estar orientada en diferentes ángulos con respecto a la dirección incidente del haz de luz guiada de la luz colimada de doble dirección 204. Por ejemplo, la característica difractiva 240a puede ser una ranura que incluye una pluralidad de segmentos sustancialmente rectos, teniendo cada segmento una orientación diferente a la de un segmento adyacente. Juntos, los diferentes ángulos de los segmentos pueden aproximarse a una curva (p. ej., un segmento de un círculo), según diversas formas de realización. En otros ejemplos más, las características de difracción 240a pueden tener simplemente diferentes orientaciones con respecto a la dirección de incidencia de la luz guiada en diferentes ubicaciones dentro de la red de difracción multihaz 240 sin aproximarse a una curva particular (p. ej., un círculo o una elipse).

[0062] En algunas formas de realización, las ranuras o crestas que forman las características de difracción 240a pueden ser grabadas, fresadas o moldeadas en la superficie de guía de luz de placa. Como tal, un material de las redes de difracción multihaz 240 puede incluir el material de la guía de luz de placa 220. Como se ilustra en la Figura 5B, por ejemplo, la red de difracción multihaz 240 incluye crestas que sobresalen de la superficie de la guía de luz de placa 220, en donde las crestas pueden ser sustancialmente paralelas entre sí. En la Figura 5A (y la Figura 4B), la red de difracción multihaz 240 incluye ranuras que penetran la superficie de la guía de luz de placa 220, donde las ranuras pueden ser sustancialmente paralelas entre sí. En otros ejemplos (no ilustrados), la red de difracción multihaz 240 puede comprender una película o capa aplicada o fijada a la superficie de la guía de luz. La pluralidad de haces de luz 206 en diferentes direcciones angulares principales proporcionadas por las redes de difracción multihaz 240 están configuradas para formar un campo de luz en una dirección de visualización de una pantalla electrónica. En particular, la luz de fondo 200 que emplea colimación de doble dirección está configurada para proporcionar información, por ejemplo, información 3D, correspondiente a píxeles de una pantalla electrónica.

[0063] De acuerdo con algunas formas de realización de los principios descritos en el presente documento, se proporciona una pantalla electrónica tridimensional (3D). La Figura 6 ilustra un diagrama de bloques de una pantalla electrónica tridimensional (3D) 300 en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización de los principios descritos en este documento. La pantalla electrónica 3D 300 está configurada para producir luz direccional que comprende haces de luz que tienen diferentes direcciones angulares principales y, en algunas formas de realización, también tienen una pluralidad de colores diferentes. Por ejemplo, la pantalla electrónica 3D 300 puede proporcionar o generar una pluralidad de diferentes haces de luz 306 dirigidos hacia fuera y alejándose de la pantalla electrónica 3D 300 en diferentes direcciones angulares principales predeterminadas (p. ej., como un campo de luz). Además, los diferentes haces de luz 306 pueden incluir haces de luz 306 de o que tienen colores de luz diferentes. A su vez, los haces de luz 306 de la pluralidad pueden modularse como haces de luz modulados 306' para facilitar la visualización de información que incluye información de color (p. ej., cuando los haces de luz 306 son haces de luz de color), según algunas formas de realización.

[0064] En particular, los haces de luz modulados 306' que tienen diferentes direcciones principales angulares predeterminadas pueden formar una pluralidad de píxeles de la pantalla electrónica 3D 300. En algunas formas de realización, la pantalla electrónica 3D 300 puede ser una llamada pantalla electrónica en color 3D "libre de vidrio" (p. ej., una pantalla de vistas múltiples, "holográfica" o autoestereoscópica) en donde los haces de luz 306' corresponden a píxeles asociados con diferentes "vistas" de la pantalla electrónica 3D 300. Los haces de luz modulados 306' se ilustran con flechas de líneas discontinuas en la Figura 6, mientras que los diferentes haces de luz 306 antes de la modulación se ilustran como flechas de línea continua, a modo de ejemplo.

[0065] La pantalla electrónica 3D 300 ilustrada en la Figura 6 comprende un colimador de superficie doble 310 (abreviado como "Col. de superficie doble" en la Figura 6). El colimador de superficie doble 310 está configurado para proporcionar luz colimada de doble dirección que tiene tanto colimación vertical como colimación horizontal. En particular, la colimación vertical y horizontal es con respecto a una dirección vertical (p. ej., dirección z) o un plano vertical (p. ej., plano y-z) y una dirección horizontal (p. ej., dirección x) o un plano horizontal (plano x-y) del colimador de superficie doble 310. Además, el colimador de superficie doble 310 está configurado para proporcionar la luz colimada de doble dirección en un ángulo no nulo de propagación con respecto al plano horizontal del colimador de superficie doble 310.

[0066] En algunas formas de realización, el colimador de superficie doble 310 es sustancialmente similar al colimador de superficie doble 100 antes descrito. En particular, el colimador de superficie doble 310 comprende una superficie de entrada curva y una superficie reflectora curvada. La superficie reflectora curvada está opuesta a la superficie de entrada curvada, por ejemplo, en lados opuestos de un material del colimador de superficie doble 310. Además, la superficie de

entrada curvada puede ser sustancialmente similar a la superficie de entrada 110 que tiene una forma curva y la superficie reflectora curvada puede ser sustancialmente similar a la superficie reflectora 120 que tiene una forma curva descrita anteriormente con respecto al colimador de superficie doble 100, según algunas formas de realización.

[0067] En particular, la superficie de entrada curvada del colimador de superficie doble 310 puede estar configurada para refractar luz incidente hacia la superficie de reflexión arqueada. A su vez, la superficie reflectora curvada puede configurarse para reflejar la luz refractada hacia la superficie de entrada curva, y la superficie de entrada curva puede configurarse además para reflejar la luz reflejada desde la superficie reflectora curva hacia una guía de luz de placa (p. ej., guía de luz de placa 320, descrita a continuación) para proporcionar la luz colimada de doble dirección. Según algunas formas de realización, una combinación de orientación relativa y forma curva de cada una de las superficies de entrada curva y la superficie reflectora curva está configurada para colimar y redirigir la luz incidente como la luz colimada de doble dirección que tiene la dirección de propagación distinta de cero.

[0068] En algunas formas de realización, la superficie reflectora curvada comprende un reflector óptico que tiene una forma parabólica o un perfil con forma sustancialmente parabólica. La forma parabólica puede configurarse para determinar o proporcionar el ángulo de propagación distinto de cero de la luz colimada de doble dirección en una salida del colimador de superficie doble. Además, por ejemplo, la superficie reflectora curvada del colimador de superficie doble 310 puede comprender un reflector óptico que tiene una forma parabólica. La forma parabólica puede moldearse (p. ej., mediante optimización), por ejemplo.

[0069] Como se ilustra en la Figura 6, la pantalla electrónica 3D 300 comprende además una guía de luz de placa 320. La guía de luz de placa 320 está configurada para guiar la luz colimada de doble dirección como un haz de luz guiada en el ángulo de propagación distinto de cero. En particular, el haz de luz guiada puede ser guiado en un ángulo de propagación distinto de cero con respecto a una superficie (p. ej., una o ambas de una superficie superior y una superficie inferior) de la guía de luz de placa 320. La superficie puede ser paralela al plano horizontal en algunas formas de realización. De acuerdo con algunas formas de realización, la guía de luz de placa 320 puede ser sustancialmente similar a la guía de luz de placa 220 descrita anteriormente con respecto a la luz de fondo 200.

[0070] De acuerdo con diversas formas de realización y como se ilustra en la Figura 6, la pantalla electrónica 3D 300 comprende además una red de redes de difracción multihaz 330 ubicadas en una superficie de la guía de luz de placa 320. Según algunas formas de realización, una red de difracción multihaz 330 de la red puede ser sustancialmente similar a la red de difracción multihaz 240 descrita anteriormente con respecto a la luz de fondo 200. En particular, una red de difracción multihaz 330 de la matriz está configurada para acoplar difractivamente una porción del haz de luz guiada como una pluralidad de haces de luz acoplados que tienen diferentes direcciones angulares principales y que representan los haces de luz 306 en la Figura 6. Además, las diferentes direcciones angulares principales de los haces de luz 306 acoplados por la red de difracción multihaz 330 corresponden a diferentes vistas 3D de la pantalla electrónica 3D 300, según diversas formas de realización. En algunas formas de realización, la red de difracción multihaz 330 comprende una red de difracción con chirps que tiene características de difracción curvadas. En algunas formas de realización, un chirp de la red de difracción de chirp es un chirp lineal.

[0071] En algunas formas de realización, la pantalla electrónica 3D 300 (p. ej., como se ilustra en la Figura 6) comprende además una fuente de luz 340 configurada para proporcionar luz a una entrada del colimador de superficie doble 310. En algunas formas de realización, la fuente de luz 340 puede ser sustancialmente similar a la fuente de luz 230 de la luz de fondo 200, descrita anteriormente. En particular, la fuente de luz 340 puede comprender una pluralidad de diferentes diodos emisores de luz (LED) configurados para proporcionar diferentes colores de luz (denominados "LED de diferentes colores" para simplificar la discusión). En algunas formas de realización, los LED de diferentes colores pueden estar desplazados (p. ej., desplazados lateralmente) entre sí. El desplazamiento de los diferentes LED de colores está configurado para proporcionar diferentes ángulos de propagación distintos de cero, específico a color, de la luz colimada de doble dirección del colimador de superficie doble 310. Además, un diferente ángulo de propagación distinto de cero, específico a color, puede corresponder a cada uno de los diferentes colores de luz proporcionado por la fuente de luz 340.

[0072] En algunas formas de realización (no ilustradas), los diferentes colores de luz pueden comprender los colores rojo, verde y azul de un modelo de color rojo-verde-azul (RGB). Además, la guía de luz de placa 320 puede configurarse para guiar los diferentes colores como haces de luz en diferentes ángulos de propagación distintos de cero dependientes del color dentro de la guía de luz de placa 320. Por ejemplo, un primer haz de luz de color guiado (p. ej., un haz de luz roja) puede guiarse en un primer ángulo de propagación distinto de cero dependiente del color, un segundo haz de luz de color guiado (p. ej., un haz de luz verde) puede guiarse en un segundo ángulo de propagación distinto de cero dependiente del color, y un tercer haz de luz de color guiado (p. ej., un haz de luz azul) puede guiarse en un tercer ángulo de propagación distinto de cero dependiente del color, según algunas formas de realización.

[0073] Como se ilustra en la Figura 6, la pantalla electrónica 3D 300 puede comprender además una matriz de válvula de luz 350. Según diversas formas de realización, la matriz de válvula de luz 350 está configurada para modular haces de luz acoplada 306 de la pluralidad de haces de luz como los haces de luz modulados 306' para formar o servir como los píxeles 3D correspondientes a las diferentes vistas 3D de la pantalla electrónica 3D 300. En algunas formas de realización, la matriz de válvulas de luz 350 comprende una pluralidad de válvulas de luz de cristal líquido. En otras formas de realización, la matriz de válvulas de luz 350 puede comprender otra válvula de luz que incluye, pero no se limita a una

válvula de luz de electrohumectación, una válvula de luz electroforética, una combinación de las mismas, o una combinación de válvulas de luz de cristal líquido y otro tipo de válvula de luz, por ejemplo.

[0074] De acuerdo con otras formas de realización de los principios descritos en el presente documento, se proporciona un método de colimación de luz de doble dirección. La Figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un método 400 de colimación de luz de doble dirección en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento. Como se ilustra en la Figura 7, el método 400 de colimación de luz de doble dirección comprende refractar la luz 410 que incide y pasa a través de una superficie de entrada de un colimador de superficie doble. Según diversas formas de realización, la superficie de entrada tiene una forma curva. En algunas formas de realización, la superficie de entrada es sustancialmente similar a la superficie de entrada 110 que tiene una forma curva descrita anteriormente con respecto al colimador de superficie doble 100. Por ejemplo, la superficie de entrada puede tener una forma curva que comprende sustancialmente una extensión completa de la superficie de entrada. En otros ejemplos, la forma curva comprende una parte de la extensión de la superficie de entrada. Además, la forma curvada de la superficie de entrada puede curvarse individualmente o doblemente, en diversas formas de realización.

[0075] El método 400 de la colimación de luz de doble dirección comprende además reflejar 420 la luz refractada a una superficie reflectora del colimador de superficie doble. Según varias formas de realización, la superficie reflectora tiene otra forma curva. Por ejemplo, la otra forma curva de la superficie reflectora puede ser diferente de la forma curva de la superficie de entrada. En algunas formas de realización, la superficie reflectora es sustancialmente similar a la superficie reflectora 120 que tiene una forma curva descrita anteriormente con respecto al colimador de superficie doble 100. Por ejemplo, la superficie reflectora puede tener una forma parabólica. En otro ejemplo, la superficie reflectora puede comprender una superficie doblemente curvada.

[0076] El método 400 de colimación de la luz de doble dirección ilustrado en la Figura 7 comprende además volver a reflejar la luz reflejada 430 en la superficie de entrada utilizando la reflexión interna total. La luz re-reflejada procedente del re-reflector 430 se dirige hacia una abertura de salida del colimador de superficie doble, según diversas formas de realización. Además, según diversas formas de realización, las formas curvas y una orientación relativa de la superficie de entrada y la superficie reflectora en combinación están configuradas para proporcionar luz colimada de doble dirección en la abertura de salida. Además, la luz colimada de doble dirección tiene un ángulo de propagación distinto de cero con respecto a un plano horizontal, según diversas formas de realización.

[0077] El ángulo de propagación no nulo puede ser sustancialmente similar al del ángulo de propagación distinto de cero se ha descrito anteriormente con respecto al colimador de superficie doble 100, por ejemplo. En algunas formas de realización, la forma curva de la superficie reflectora comprende una forma parabólica que tiene un ángulo de inclinación configurado para proporcionar o al menos proporcionar parcialmente el ángulo de propagación distinto de cero de la luz colimada de doble dirección. Además, la superficie reflectora puede estar revestida con un revestimiento reflectante, en algunas formas de realización.

[0078] De acuerdo con todavía otras formas de realización de los principios descritos en el presente documento, se proporciona un método de operación de pantalla electrónica tridimensional (3D). La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo de un método 500 de operación de pantalla electrónica 3D en un ejemplo, de acuerdo con una forma de realización consistente con los principios descritos en este documento. Como se ilustra en la Figura 8, el método 500 de operación de pantalla electrónica 3D comprende proporcionar 510 luz colimada de doble dirección que tiene un ángulo de propagación distinto de cero. Según varias formas de realización, la luz colimada de doble dirección se proporciona 510 usando un colimador de superficie doble. El colimador de superficie doble puede ser sustancialmente similar al colimador de superficie doble 100 descrito anteriormente. En algunas formas de realización, la luz colimada de doble dirección puede proporcionarse 510 de acuerdo con el método 400 de colimación de luz de doble dirección, descrito anteriormente. Además, la luz colimada de doble dirección puede ser sustancialmente similar a la luz colimada de doble dirección 106 o 204 descrita anteriormente para el colimador de superficie doble 100 o la luz de fondo 200, respectivamente.

[0079] El método 500 de operación pantalla electrónica 3D comprende además la guía 520 de la luz colimada de doble dirección en una guía de luz de placa. En particular, la luz colimada de doble dirección es guiada 520 en un ángulo de propagación distinto de cero dentro de la guía de luz de placa. De acuerdo con algunas formas de realización, la guía de luz de placa puede ser sustancialmente similar a la guía de luz de placa 220 de la luz de fondo 200, como se describe anteriormente.

[0080] El método 500 de operación de pantalla electrónica 3D de la Figura 8 comprende además el acoplamiento difractivo de 530 de la guía de luz de placa una parte de la luz colimada de doble dirección guiada usando una difracción multihaz de red para producir una pluralidad de haces de luz. Según algunas formas de realización, la red de difracción multihaz está ubicada en una superficie de la guía de luz de placa. Según diversas formas de realización, el acoplamiento difractivo 530 de la parte de luz colimada guiada de doble dirección está configurada para proporcionar la pluralidad de haces de luz dirigidos lejos de la guía de luz de placa en una pluralidad de direcciones angulares principales diferentes. En particular, la pluralidad de diferentes direcciones angulares principales corresponde a direcciones de diferentes vistas 3D de una pantalla electrónica 3D. Según algunas formas de realización, la red de difracción multihaz es sustancialmente similar a la red de difracción multihaz 240 de la luz de fondo 200, como se describió anteriormente. Los haces de luz 530

acoplados difractivamente de la pluralidad de haces de luz corresponden a los haces de luz 206 o 306, descritos anteriormente con respecto a la luz de fondo 200 o la pantalla electrónica 3D 300, respectivamente.

[0081] De acuerdo con diversas formas de realización, el procedimiento 500 de operación de pantalla electrónica 3D ilustrado en la Figura 8 comprende, además, la modulación de 540 haces de luz de la pluralidad de haces de luz usando una serie de válvulas de luz. Los 540 haces de luz modulados forman píxeles 3D de la pantalla electrónica 3D en las direcciones de visualización 3D, según diversas formas de realización. En algunas formas de realización, el conjunto de válvulas de luz puede ser sustancialmente similar a la matriz de válvula de luz 350 descrita anteriormente con respecto a la pantalla electrónica 3D 300.

[0082] En algunas formas de realización (no ilustradas), el método 500 de la operación de pantalla electrónica 3D adicional comprende proporcionar luz para que sea colimada en dos direcciones. Por ejemplo, la luz puede ser luz no colimada proporcionada a un colimador de superficie doble, tal como el colimador de superficie doble que puede usarse para proporcionar 510 luz colimada de doble dirección. La luz se puede proporcionar usando una fuente de luz en una entrada de la superficie de entrada del colimador de superficie doble, por ejemplo. Además, la fuente de luz puede ser sustancialmente similar a la fuente de luz 230 descrita anteriormente con respecto a la luz de fondo 200, en algunas formas de realización.

[0083] De este modo, se han descrito ejemplos de un colimador de superficie doble, una luz de fondo y una pantalla electrónica 3D que emplean un colimador de superficie doble, un método de doble dirección de colimación y un método de operación de pantalla electrónica 3D que emplea colimación de doble dirección. Debe entenderse que los ejemplos descritos anteriormente son simplemente ilustrativos de algunos de los muchos ejemplos específicos que representan los principios descritos en el presente documento. Claramente, los expertos en la técnica pueden idear fácilmente otras numerosas disposiciones sin apartarse del alcance definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un colimador de superficie doble (100, 210, 310) que comprende:

una superficie de entrada (110, 212) que tiene una forma curva, estando configurada la superficie de entrada para refractar la luz incidente de una fuente de luz; y
una superficie reflectora (120, 214) opuesta a la superficie de entrada y que tiene otra forma curva, estando configurada la superficie reflectora para reflejar la luz refractada hacia la superficie de entrada,
caracterizada porque la superficie de entrada está configurada además para reflejar la luz reflejada por reflexión interna total hacia una abertura de salida (108) del colimador de superficie doble, y **porque**
las formas curvas y una orientación relativa de la superficie de entrada y la superficie reflectora, en combinación, están configuradas para convertir la luz incidente en luz colimada de dirección doble en la abertura de salida, teniendo la luz colimada de doble dirección un ángulo de propagación distinto de cero con respecto a un plano horizontal del colimador de superficie doble.

2. El colimador de superficie doble de la reivindicación 1, en donde la forma curva de la superficie de entrada está configurada para modificar una posición virtual de una fuente de luz, siendo la posición virtual modificada relativa a un punto focal de la superficie reflectora, estando configurada la fuente de luz para proporcionar la luz incidente en la superficie de entrada.

3. El colimador de superficie doble de la reivindicación 1, en donde la forma curva de la superficie de entrada está configurada para extenderse sustancialmente desde la superficie reflectora hasta la abertura de salida del colimador de superficie doble.

4. El colimador de superficie doble de la reivindicación 1, en donde la forma curva de la superficie de entrada es cóncava y está configurada para formar una cavidad (132) para encerrar sustancialmente la fuente de luz sobre un sustrato.

5. El colimador de superficie doble de la reivindicación 1, en donde la forma curva de la superficie reflectora está revestida con un revestimiento reflectante.

6. Una luz de fondo (200) que comprende el colimador de superficie doble de la reivindicación 1, comprendiendo la luz de fondo además:

una guía de luz de placa (220) acoplada a la abertura de salida del colimador de superficie doble, teniendo la guía de luz de placa una abertura de entrada configurada para recibir la luz colimada de doble dirección, estando configurada la guía de luz de placa para guiar la luz colimada de doble dirección en un ángulo de propagación distinto de cero, donde la guía de luz de placa está configurada además para emitir una parte de la luz colimada de doble dirección guiada desde una superficie de la guía de luz de placa.

7. La luz de fondo de la reivindicación 6, en donde la extensión vertical de la apertura de salida del colimador de superficie doble es mayor que la extensión vertical de la apertura de entrada de la guía de luz de placa, siendo una alineación entre la apertura de entrada de la guía de luz de placa y la apertura de salida del colimador de superficie doble configurada para ajustar una característica de la luz colimada de doble dirección para acoplarla a la guía de luz de placa en la abertura de entrada.

8. La luz de fondo de la reivindicación 6, que comprende además una fuente de luz (104, 230, 310) configurada para proporcionar luz al colimador de superficie doble, estando ubicada la fuente de luz adyacente a la superficie de entrada curva para proporcionar la luz incidente.

9. La luz de fondo de la reivindicación 8, en donde la fuente de luz comprende una pluralidad de diferentes fuentes ópticas configuradas para proporcionar diferentes colores de luz, estando las diferentes fuentes ópticas compensadas entre sí, en donde la compensación de las diferentes fuentes ópticas está configurada para proporcionar diferentes ángulos de propagación distintos de cero, específicos de color de la luz colimada de doble dirección correspondiente a cada uno de los diferentes colores de luz.

10. La luz de fondo de la reivindicación 9, en la que la pluralidad de diferentes fuentes ópticas comprende una pluralidad de diferentes diodos emisores de luz (LED) desplazados entre sí y configurados para proporcionar los diferentes colores de luz.

11. La luz de fondo de la reivindicación 6, que comprende además una red de difracción multihaz (240,330) en la superficie de la guía de luz de placa, estando configurada la red de difracción multihaz para acoplar difractivamente una parte de la luz colimada de doble dirección guiada de la guía de luz de placa. como una pluralidad de haces de luz emitidos desde la superficie de guía de luz de placa, un haz de luz de la pluralidad de haces de luz tiene una dirección angular principal diferente de las direcciones angulares principales de otros haces de luz de la pluralidad de haces de luz.

12. Una pantalla electrónica tridimensional (3D) (300) que comprende la luz de fondo de la reivindicación 11, la pantalla

electrónica 3D comprende además:

una válvula de luz (350) para modular un haz de luz de la pluralidad de haces de luz, siendo la válvula de luz adyacente a la red de difracción multihaz, en donde la dirección angular principal del haz de luz corresponde a una dirección de visión de la pantalla electrónica 3D, representando el haz de luz modulado un píxel de la pantalla electrónica 3D en la dirección de la vista.

13. La pantalla electrónica 3D de la reivindicación 12, en donde la matriz de redes de difracción multihaz comprende una red de difracción con chirp que tiene características difractivas curvadas (240a), opcionalmente en donde la red de difracción con chirp es una red de difracción con chirp lineal.

14. Un método de colimación de luz de doble dirección, comprendiendo el método:

refractar la luz que incide y pasa a través de una superficie de entrada de un colimador de superficie doble, teniendo la superficie de entrada una forma curva (410);
reflejar la luz refractada en una superficie reflectora del colimador de superficie doble, teniendo la superficie reflectora otra forma curva (420); y

caracterizado por

re-reflejar la luz reflejada en la superficie de entrada usando una reflexión interna total, la luz re-reflejada se dirige hacia una abertura de salida del colimador de superficie doble (430),
donde las formas curvas y una orientación relativa de la superficie de entrada y la superficie reflectora en combinación está configurada para proporcionar luz colimada de doble dirección en la abertura de salida, teniendo la luz colimada de doble dirección un ángulo de propagación distinto de cero con respecto a un plano horizontal del colimador de superficie doble.

15. Un método de operación de pantalla electrónica tridimensional (3D) que comprende el método de colimación de luz de doble dirección de la reivindicación 14, el método de operación de pantalla electrónica 3D que comprende además:

guiar la luz colimada de doble dirección desde la apertura de salida en una guía de luz de placa en el ángulo de propagación distinto de cero (520);
acoplar difractivamente una parte de la luz colimada guiada de doble dirección usando una red de difracción multihaz en una superficie de la guía de luz de placa para producir una pluralidad de haces de luz dirigidos lejos de la guía de luz de placa en una pluralidad de direcciones angulares principales diferentes correspondientes a direcciones de diferentes vistas 3D de una pantalla electrónica 3D (530); y
modulación de haces de luz de la pluralidad de haces de luz usando una matriz de válvulas de luz, formando los haces de luz modulados píxeles 3D de la pantalla electrónica 3D en las diferentes direcciones de vista 3D (540).

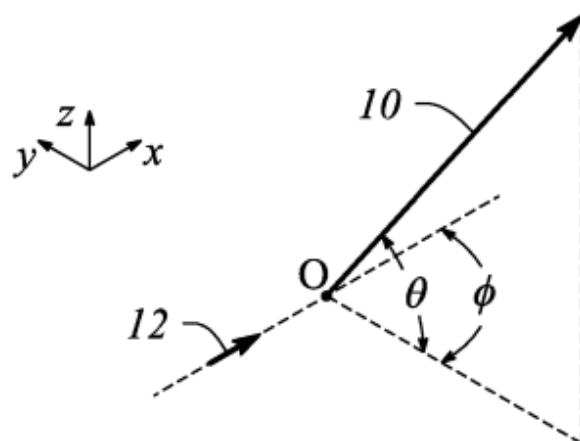


FIG. 1

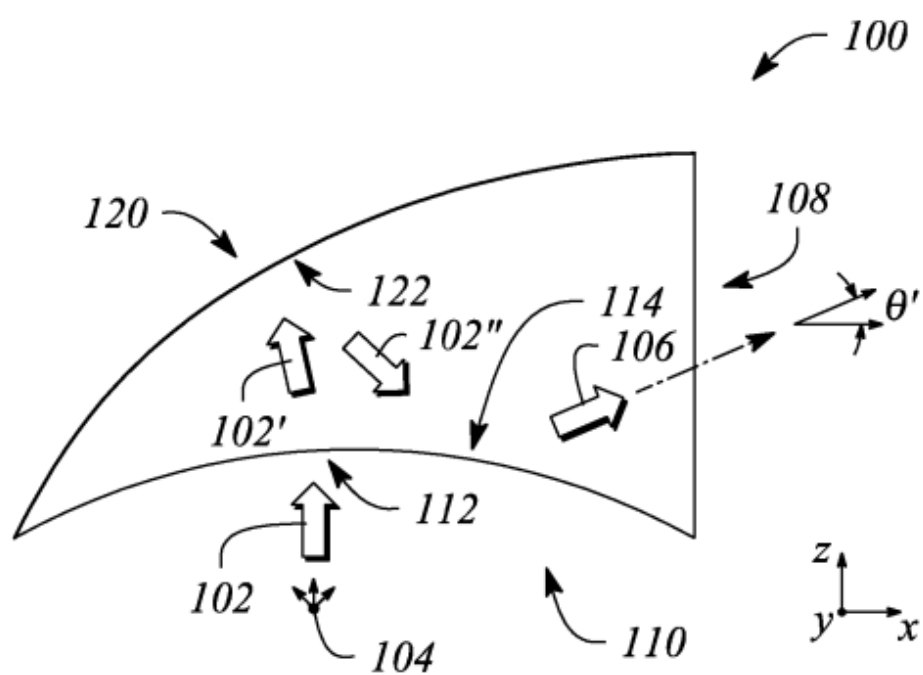


FIG. 2

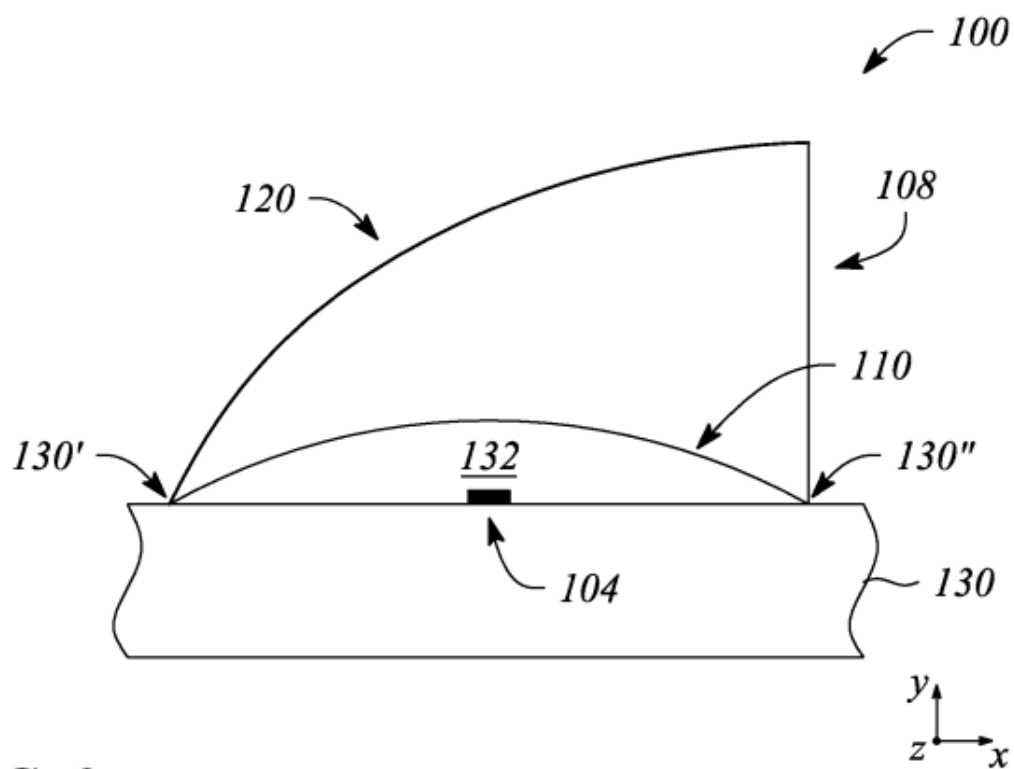


FIG. 3

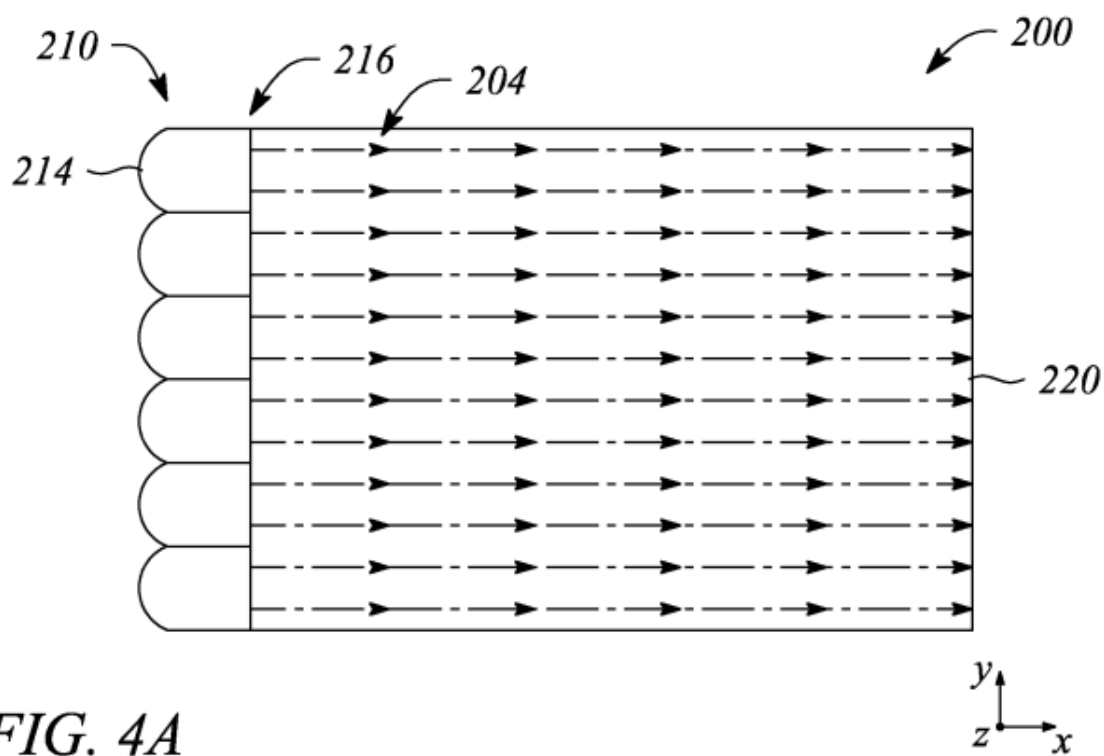


FIG. 4A

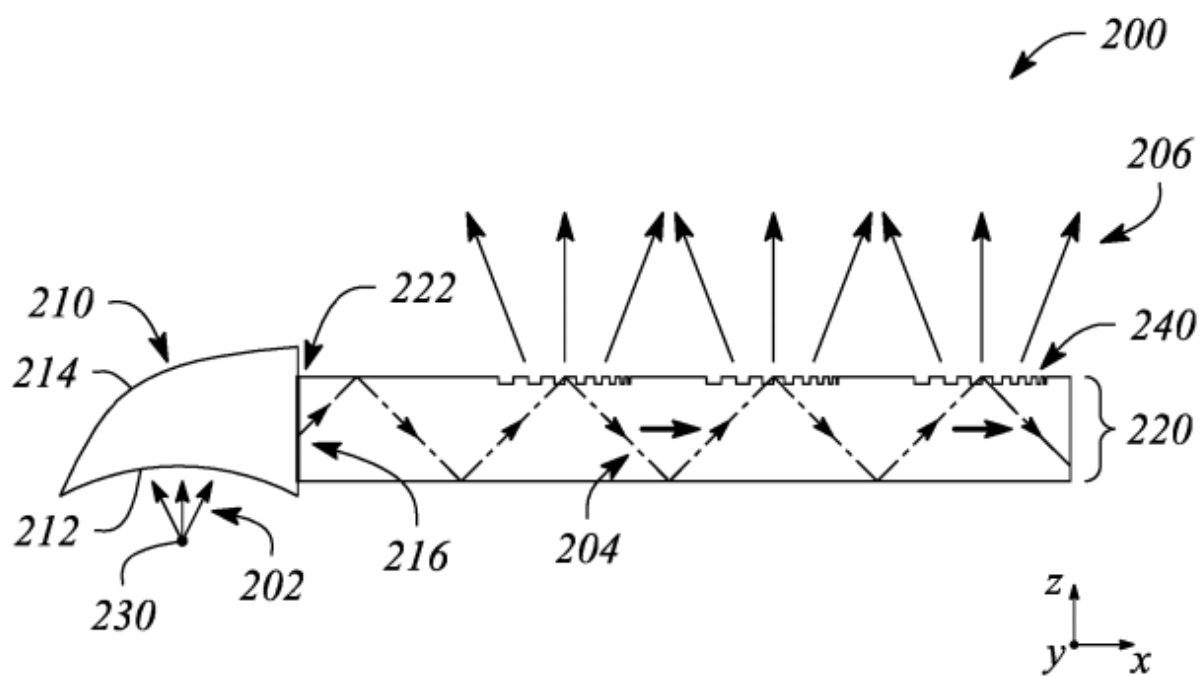


FIG. 4B

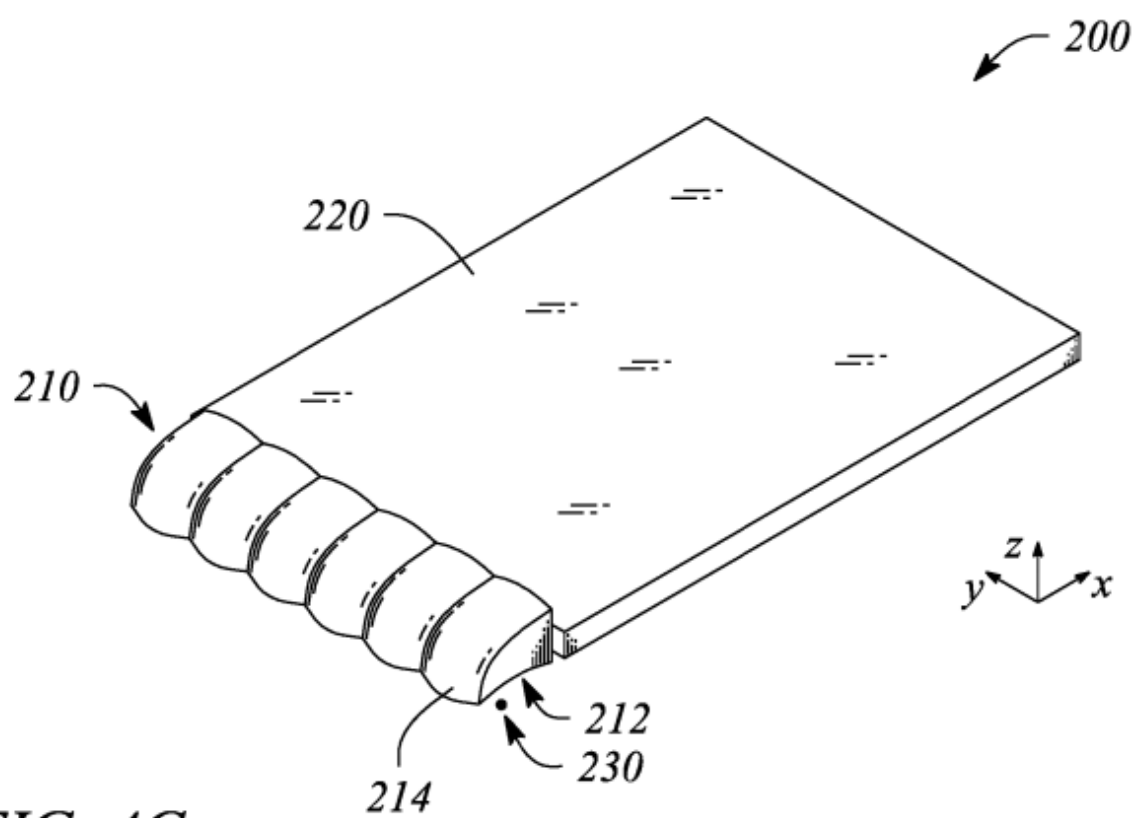


FIG. 4C

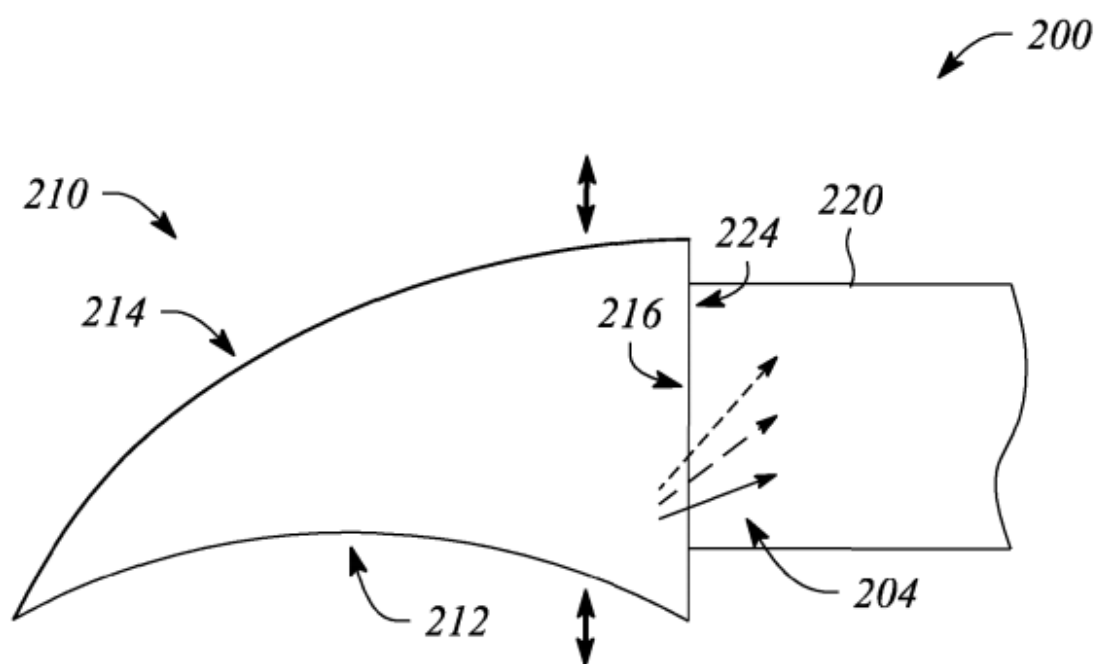


FIG. 4D

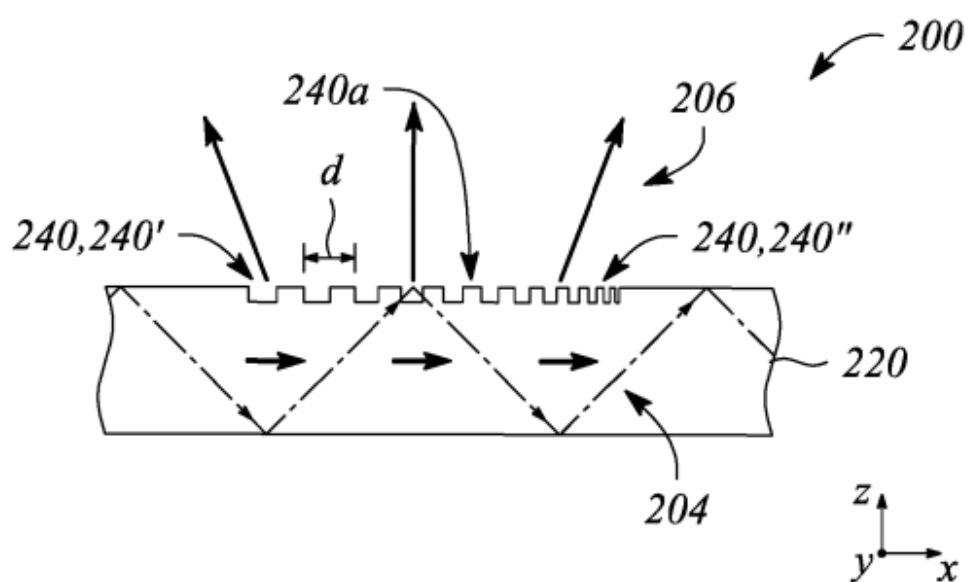


FIG. 5A

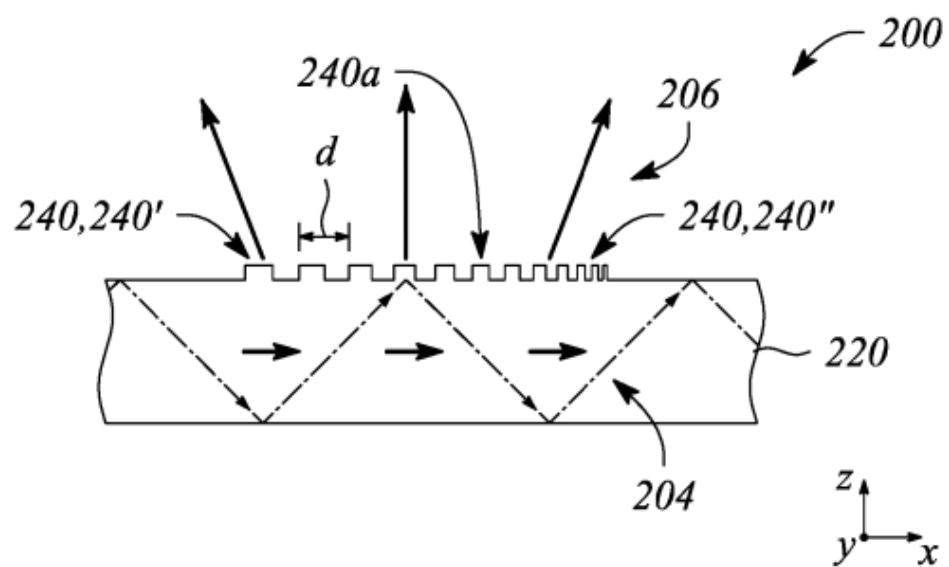


FIG. 5B

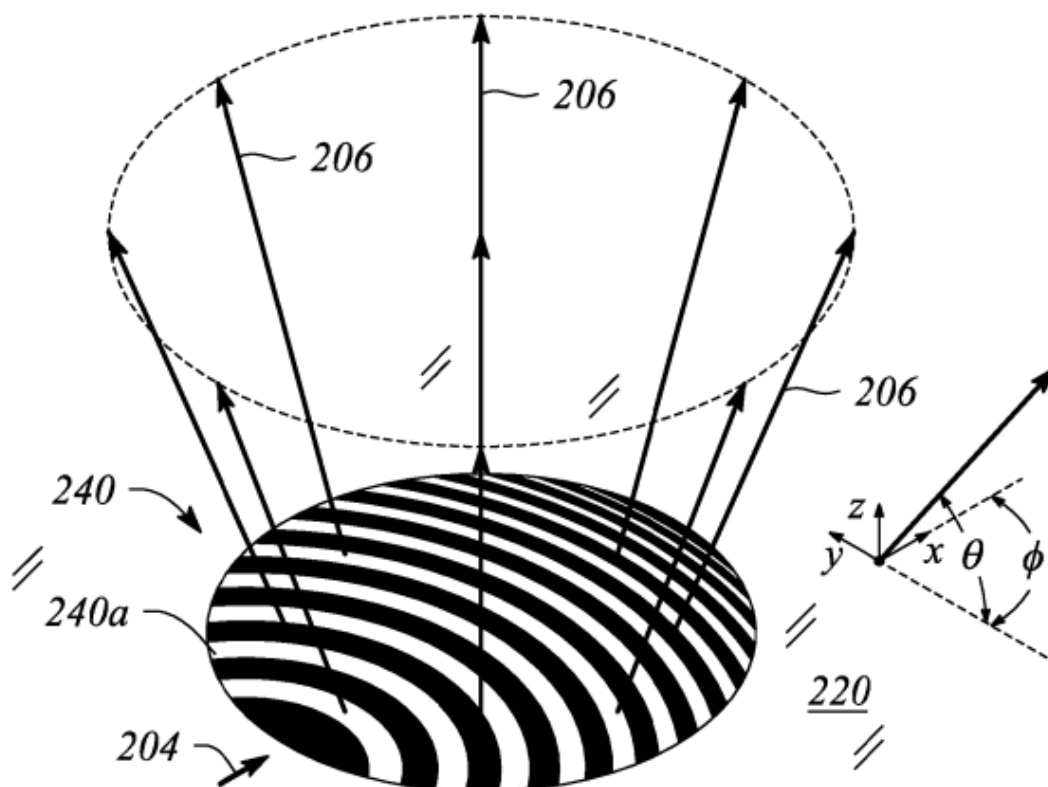


FIG. 5C

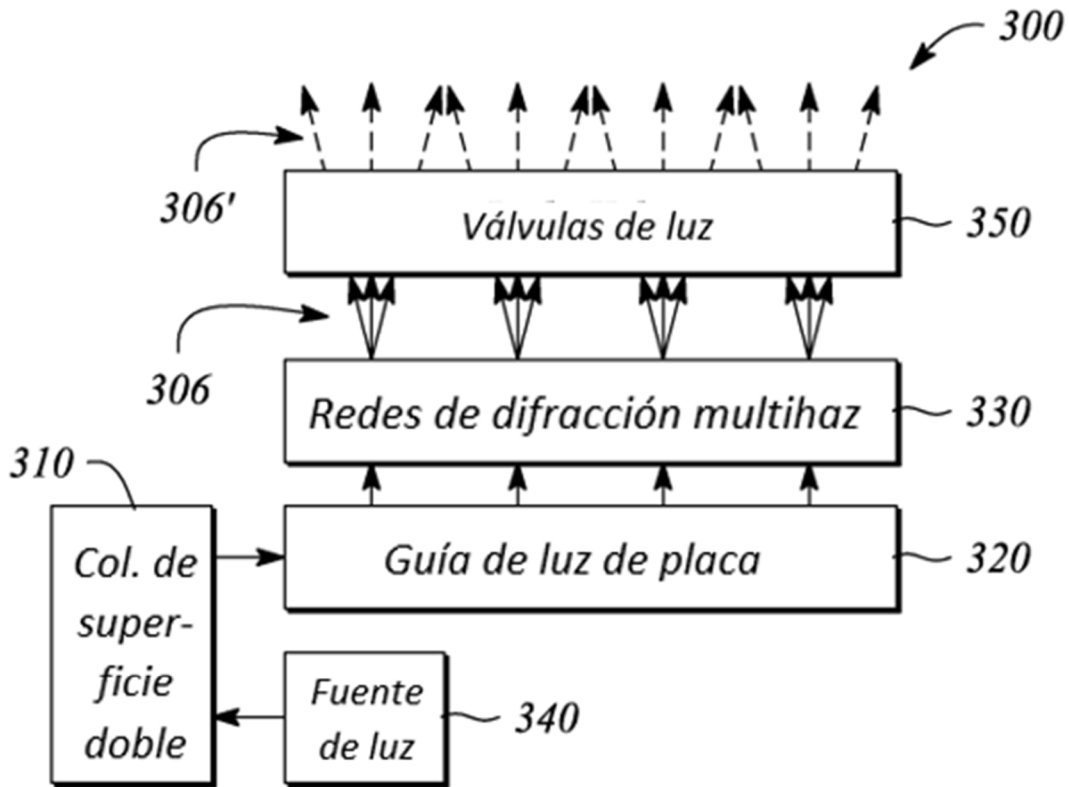


FIG. 6

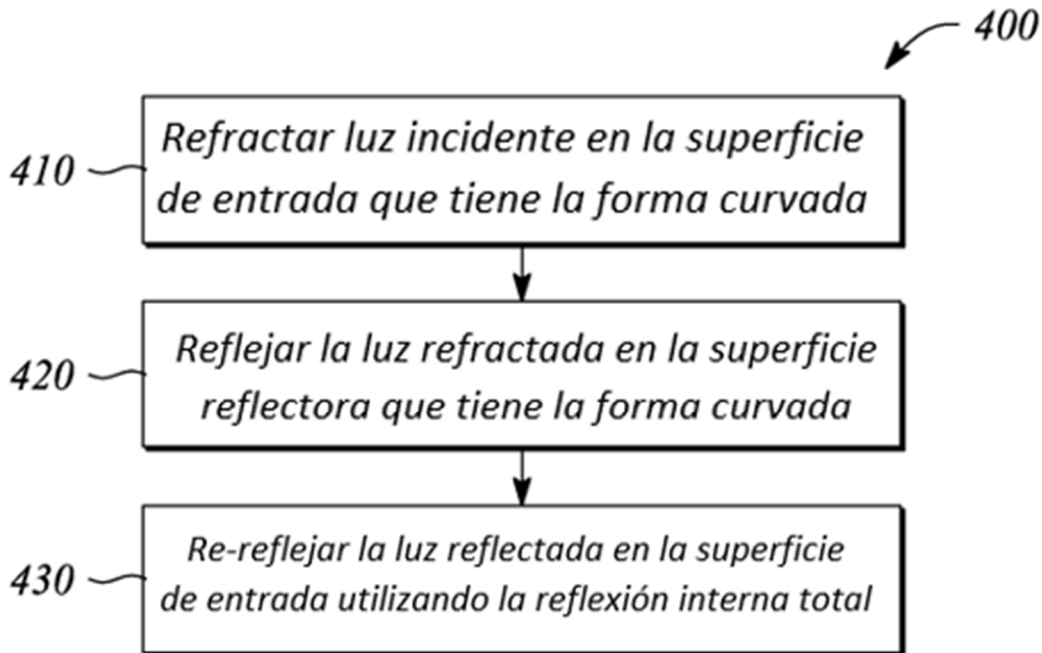


FIG. 7

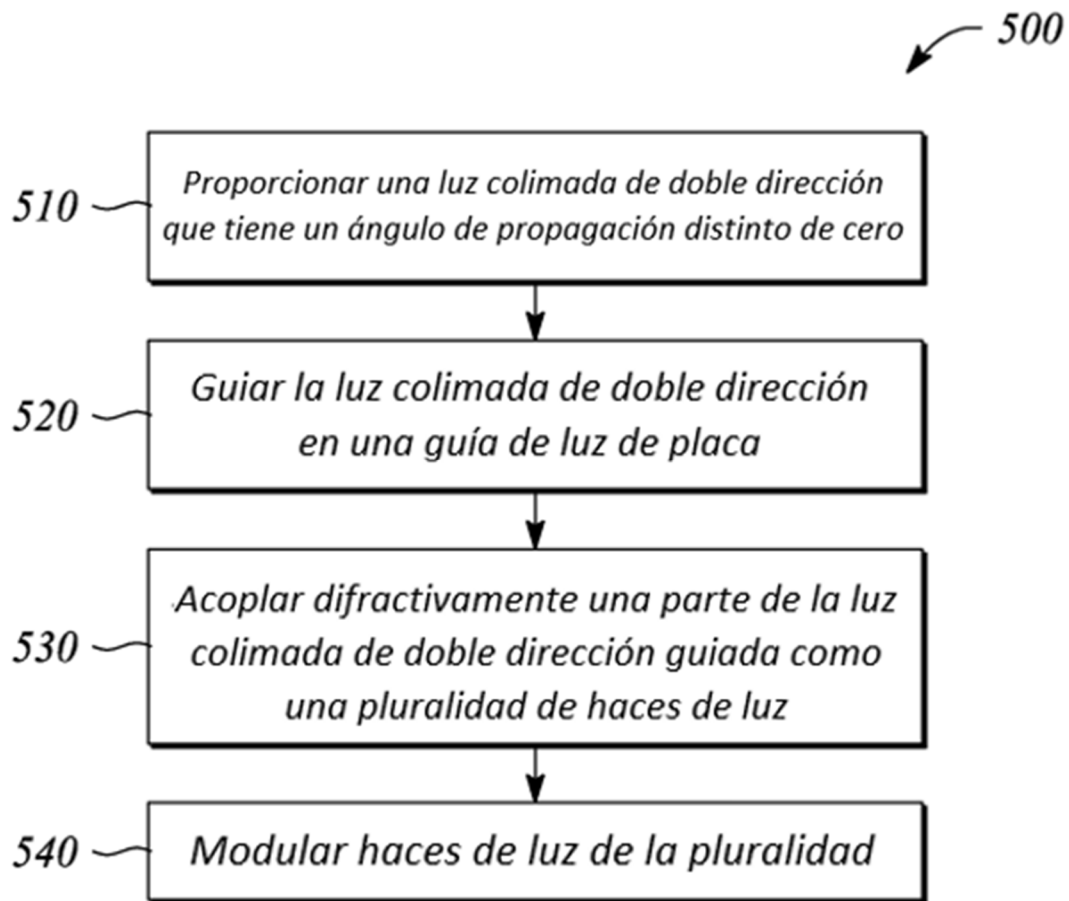


FIG. 8