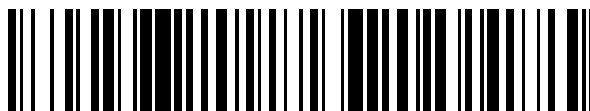


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 712**

51 Int. Cl.:

G02B 27/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2009 PCT/IB2009/052233**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2009 WO09147588**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2009 E 09757939 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2286298**

54 Título: **Disposición óptica y dispositivo de visualización autoestereoscópica que incorpora la misma**

30 Prioridad:

02.06.2008 EP 08157432
03.10.2008 EP 08165805

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.03.2017

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

DE ZWART, SIEBE, T.;
KRIJN, MARCELLINUS, P., C., M.;
PIJLMAN, FETZE;
WILLEMSSEN, OSCAR, H. y
HIDDINK, MARTIN, G., H.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 606 712 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

Disposición óptica y dispositivo de visualización autoestereoscópica que incorpora la misma

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una disposición óptica para un dispositivo de visualización autoestereoscópica y a un dispositivo de visualización autoestereoscópica que incorpora la disposición óptica.

10 Antecedentes de la invención

En la figura 1 se ilustra un dispositivo de visualización autoestereoscópica conocido. Este dispositivo 1 conocido comprende un panel de visualizador de cristal líquido (LCD, *liquid crystal display*) bidimensional 3 que tiene una matriz de filas y de columnas de píxeles de visualización 5 que actúa como un modulador de luz espacial para producir la visualización en forma de imagen estática o imágenes dinámicas tales como, por ejemplo, vídeo. Por razones de claridad, en la figura 1 solo se muestra un pequeño número de píxeles de visualización 5. En la práctica, el panel de visualización 3 podría, por ejemplo, comprender aproximadamente mil filas y varios miles de columnas de píxeles de visualización 5.

La estructura del panel de visualización de cristal líquido 3 es completamente convencional. En particular, esta comprende un par de sustratos de vidrio transparentes separados, entre los cuales se proporciona un material de cristal líquido de torsión nemática alineada o de otro tipo. Los sustratos portan unos patrones de electrodos de óxido de indio y estaño (ITO, *indium tin oxide*) transparente sobre sus superficies enfrentadas. También se proporcionan unas capas de polarización sobre las superficies exteriores de los sustratos.

Cada píxel de visualización 5 está asociado con un elemento de conmutación, tal como un transistor de película delgada (TFT, *thin film transistor*) o un diodo de película delgada (TFD, *thin film diode*). Los píxeles de visualización se accionan para producir la visualización mediante la provisión de unas señales de direccionamiento a los elementos de conmutación, y unos esquemas de direccionamiento adecuados serán conocidos por los expertos en la materia.

El panel de visualización 3 es iluminado por una fuente de luz 7 que comprende, en este caso, una luz de fondo plana que se extiende sobre el área de la matriz de píxeles de visualización. La luz a partir de la fuente de luz 7 se dirige a través del panel de visualización 3, con los píxeles de visualización 5 individuales siendo accionados para modular la luz y producir la visualización.

El dispositivo de visualización 1 también comprende una disposición de lente en forma de hoja lenticular 9, que está dispuesta sobre el lado de visualización del panel de visualización 3, que realiza una función de formación de vistas. La hoja lenticular 9 comprende una red de elementos lenticulares semicilíndricos 11. Cada lente lenticular 11 tiene un eje longitudinal 10 y las lentes se están extendiendo de tal modo que sus ejes longitudinales están orientados en paralelo entre sí. En la figura 1 se muestra solo una lente 11, con unas dimensiones exageradas por razones de claridad. Por lo tanto, una red de elementos lenticulares alargados 11 que se extienden en paralelo entre sí se superpone a la matriz de píxeles de visualización, y los píxeles de visualización 5 son observados por un usuario u observador a través de estos elementos lenticulares 11. Los elementos lenticulares 11 actúan como unos medios de dirección de salida de luz para proporcionar diferentes imágenes, o vistas, desde el panel de visualización 3 a los ojos de un usuario que está ubicado delante del dispositivo de visualización 1.

El dispositivo que se ha descrito en lo que antecede proporciona un dispositivo de visualización autoestereoscópico eficaz, o tridimensional, si la visualización o la imagen producida comprende múltiples vistas. En lo sucesivo en el presente documento, se indicará que una visualización o imagen de este tipo es una imagen autoestereoscópica que tiene al menos dos sub-imágenes, representando cada una de las mismas una vista diferente del objeto que va a ser visualizado por la imagen. Las al menos dos vistas son visualizadas entonces por la disposición de lente de tal modo que un observador percibe una impresión estereoscópica, en 3D o de vistazo del objeto. En una disposición en la que, por ejemplo, cada elemento lenticular 11 está asociado con dos columnas de píxeles de visualización 5, los píxeles de visualización 5 en cada columna proporcionan un sector vertical de una sub-imagen bidimensional respectiva. La hoja lenticular 9 dirige estos dos sectores y los sectores correspondientes a partir de las columnas de píxeles de visualización que están asociadas con los otros elementos lenticulares 11, hacia los ojos izquierdo y derecho de un usuario que está ubicado delante de la hoja, de tal modo que el usuario observa una única imagen estereoscópica.

En unas modificaciones de un dispositivo de este tipo, las lentes lenticulares se pueden orientar con su eje longitudinal inclinado con un ángulo oblicuo con respecto a la dirección de columna de píxeles del panel de visualización o la imagen autoestereoscópica. La modificación proporciona ventajas en términos de la compartición de pérdida de resolución de los píxeles entre las direcciones horizontal y vertical del panel de visualización. Debido a que este no es el objeto de la presente invención, para una explicación más detallada acerca de los efectos y el modo de aplicación, se hace referencia al documento US6064424.

En el documento WO2004/070467 se describe un dispositivo de visualización autoestereoscópica con los rasgos distintivos en el preámbulo de la presente reivindicación 1.

Sumario de la invención

5 Un objeto de la invención es proporcionar una disposición óptica y un dispositivo de visualización autoestereoscópica que incorpora una disposición óptica de este tipo con un rendimiento mejorado.

10 Este objeto se logra con la disposición óptica, el dispositivo de visualización autoestereoscópica que emplea la disposición óptica y el método de visualización de una imagen autoestereoscópica con la disposición óptica tal como se define en las reivindicaciones independientes.

Las reivindicaciones dependientes definen unas realizaciones ventajosas.

15 La invención proporciona una disposición óptica que tiene, cuando esta se encuentra en su modo de lente, una disposición de lente con una red de lentes lenticulares, cada una de las cuales tiene una forma de superficie de lente particular que, cuando se trazan rayos a través de la lente lenticular después de que estos hayan entrado por un lado de la lente lenticular, existe al menos un rayo que incide sobre la superficie de lente lenticular en perpendicular. Una disposición óptica de este tipo da, en su modo de lente, un efecto óptico optimizado ya que, cuando se visiona una imagen a través de la misma bajo grandes ángulos de visionado fuera de la normal, se reduce la distorsión de la imagen. Por lo tanto, cuando se aplica a visualizar imágenes autoestereoscópicas, se obtiene una notable mejora con respecto al así denominado fenómeno de aparición de bandas y/o con respecto a la interferencia de luz diurna y/o la dependencia del efecto autoestereoscópico con el ángulo con el que un observador observa la imagen autoestereoscópica en un dispositivo de visualización autoestereoscópica.

20 Los inventores de la presente invención han hallado que una característica que está asociada con el uso de lentes lenticulares cilíndricas, tal como, por ejemplo, en el dispositivo de la técnica anterior que se describe en el preámbulo, es que, debido a la curvatura de campo, la estampa de haz de intensidad cambia con el ángulo de visionado. Se puede considerar que la estampa de haz de intensidad es el tamaño de un área de iluminación que se deriva de un haz paralelo con una anchura de una lente, que ha pasado a través de la lente con un ángulo dado. El tamaño de estampa de haz se mide en el plano de píxeles de visualización. Una estampa de haz estrecha quiere decir que la lente está enfocada en el plano de píxeles de visualización, mientras que una estampa de haz más grande quiere decir que la lente está enfocada en una ubicación diferente, en alguna parte por encima o por debajo del plano de píxeles de visualización. Una estampa de haz grande se corresponde con la divergencia angular de las vistas.

25 La figura 2 es una gráfica que ilustra la relación entre la intensidad (I) en el eje y (en unidades arbitrarias u. a.) y la posición (P) en el plano de píxeles en el eje x (milímetros) contribuyendo a una imagen para unos ángulos de visionado (VA, *viewing angle*) de entre 0° y 50° (las anotaciones a la izquierda de la figura 2). Las gráficas se corresponden con un visualizador que tiene una lente lenticular que es ópticamente isotrópica y para el cual hay una diferencia de índice de refracción en la superficie de lente de 0,5 entre los índices de refracción de la lente y el aire. En la figura 2, se visualizan las posiciones en el eje x de los píxeles que contribuyen a una vista particular. Se puede ver que el tamaño de estampa de haz es muy grande para unos ángulos de visionado mayores que 30°, en donde una gran anchura física de los píxeles contribuye a la vista. Obsérvese que las líneas de puntos son los resultados después de someterse a convolución con una distribución con forma de sombrero de copa teniendo en cuenta el efecto del tamaño de píxel y el ángulo oblicuo con el que los elementos lenticulares están inclinados con respecto a la dirección de columna de los píxeles. Un tamaño de estampa de haz grande es poco deseable debido a que esta da lugar a un solapamiento excesivo entre vistas, generando una interferencia excesiva entre vistas y, por lo tanto, reduce la impresión en 3D.

30 Además del ensanchamiento de las vistas que se han mostrado en lo que antecede para unos ángulos de visionado grandes, un efecto de aparición de bandas, al que a menudo se hace referencia como un artefacto de tipo patrón de Moiré, también puede surgir para unos ángulos de visionado más pequeños. Esto es causado por el hecho de que el foco de las lentes lenticulares se desplaza hacia el observador con un ángulo de visionado creciente y fuera de la normal.

La disposición de lente de la disposición óptica de la presente invención reduce y/o mitiga estos y otros efectos.

35 En las reivindicaciones, no se ha de interpretar que las expresiones 'primera y segunda capa' tengan por objeto hacer referencia a unas capas continuas. Por lo tanto, por ejemplo, la primera capa puede estar compuesta por múltiples volúmenes con un primer índice de refracción que están embebidos en la segunda capa que tiene el segundo índice de refracción. Esto se explica adicionalmente con referencia a la descripción con respecto a disposiciones ópticas conmutables de acuerdo con la invención.

40 Los efectos ventajosos deseados de la invención aumentan con el aumento de la magnitud del producto que se define en la reivindicación 1. Por lo tanto, por ejemplo, el ángulo de visionado bajo el cual una imagen

autoestereoscópica que es visualizada por ese dispositivo se puede observar con una calidad mejorada aumenta con el aumento del producto que se define en la reivindicación 1. Por lo tanto, la disposición de lente se diseña de tal modo que el producto es mayor que 0,6, preferiblemente 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, o incluso 1,1. Preferiblemente, el producto es mayor que 0,8, esto proporciona un equilibrio entre el efecto que se obtiene y la aptitud para la fabricación de la disposición óptica con respecto a los materiales necesarios.

El efecto deseado depende del paso de lente dentro de la red de lentes lenticulares. El paso de lente se ha de interpretar como la anchura de una lente lenticular que se mide en una dirección de curvatura. Por lo tanto, el paso de lente se mide en perpendicular con respecto a por ejemplo el eje longitudinal de la lente lenticular 11. El radio de curvatura en el centro de la lente es el radio de curvatura tal como se mide en la parte media de la lente lenticular o a medio camino de un paso de lente dentro de una sección de la lente lenticular que se toma en perpendicular con respecto al eje longitudinal 10.

El paso de lente puede estar acotado por un valor mínimo que es determinado por la imagen autoestereoscópica que se va a visualizar. Por ejemplo, la frontera inferior del paso de lente puede ser determinada por la resolución o el número de vistas de una imagen autoestereoscópica y, por lo tanto, el número y las dimensiones de los píxeles del panel de visualización que están asociados con una lente lenticular en un dispositivo de visualización. Cuando se usa el mínimo paso de lente aplicable, el producto tal como se define en la reivindicación 1 se puede ajustar al diseñar la lente con un radio de curvatura o un primer índice de refracción apropiado.

El efecto ventajoso deseado puede depender de la orientación de la lente con respecto a una imagen autoestereoscópica que va a ser proyectada por esta, o que se va a observar a través de esta. Esta dependencia será mayor cuando la diferencia de índice de refracción entre el primer índice de refracción y el segundo índice de refracción es mayor. Se puede definir la disposición óptica y con ello la disposición de lente para que tenga un lado del observador y un lado de visualización. La disposición óptica preferiblemente tiene la primera capa como su lado del observador debido a que entonces el efecto ventajoso que se obtiene es el más grande.

En una realización de la disposición de lente, el primer índice de refracción es el índice de refracción más bajo del primer y el segundo índices de refracción. Esto tiene la ventaja de que el efecto deseado basándose en los criterios de diseño que se definen en la reivindicación 1 para el diseño particular se logra con independencia de la orientación de la disposición de lente con respecto a una imagen autoestereoscópica que se va a visualizar.

La diferencia entre los índices de refracción de los materiales respectivos, Δn , se encuentra en el intervalo de 0,05 - 0,15. Esto no solo reduce la dependencia con la orientación que se ha explicado en lo que antecede en el presente documento y con ello genera libertad de uso, sino que también proporciona una disposición de lente con menos factor de reflexión, lo que posibilita la observación de imágenes con menos perturbaciones causadas por estas reflexiones. Otro posible intervalo de diferencias de índice de refracción es 0,09 - 0,12. La diferencia puede ser de 0,1.

El índice de refracción más elevado del primer y el segundo índices de refracción se puede encontrar en el intervalo de 1,4 a 1,65. Esto se puede lograr por ejemplo mediante la provisión de la primera o la segunda capa relevante de tal modo que esta comprende un material acrílico o policarbonato. Un índice de refracción elevado es particularmente ventajoso para el efecto deseado si el índice de refracción elevado es el primer índice de refracción, debido a que entonces se puede usar un radio de curvatura más elevado, lo que se traduce en unas lentes menos curvadas que son más fáciles de fabricar que unas lentes más curvadas.

La capa que tiene el índice de refracción más bajo puede tener un índice de refracción en el intervalo de 1,3 a 1,5, por ejemplo mediante la provisión de que la capa que tiene este índice de refracción comprenda un material de silicona. El primer y el segundo materiales pueden tener sustancialmente el mismo número de Abbe.

La primera y la segunda capas se pueden fabricar de un material todo sólido, de tal modo que no es necesaria capa de soporte o capa de sustrato alguna. Como alternativa, una de las capas, por ejemplo la primera capa, puede ser una capa sólida mientras que la otra capa, por ejemplo la segunda capa es un líquido o un gas. La capa sólida puede tener entonces la forma de la superficie de lente lenticular que se requiere de acuerdo con la definición de la reivindicación 1. En estos casos, las capas de soporte se pueden añadir a la disposición óptica de tal modo que la disposición de lente está intercalada entre las capas de soporte.

El primer y el segundo sustratos preferiblemente comprenden un material de polímero o de vidrio plano tal como, por ejemplo, policarbonato u otros materiales transparentes.

La primera capa puede comprender una capa de lente que define unas formas de lentes lenticulares convexas, y tiene un índice de refracción más elevado que el del segundo material, el cual comprende una capa de réplica y llena la separación entre las lentes lenticulares convexas.

La disposición óptica puede ser una disposición conmutable que puede conmutar entre el modo de lente y un modo de funcionamiento adicional. El modo adicional puede, por ejemplo, no tener efecto de lente sustancial alguno. Una

disposición óptica de este tipo con un modo adicional sin efecto de lente posibilitaría un visionado autoestereoscópico con las ventajas del modo de lente y de un visionado bidimensional en el modo adicional con las ventajas de una elevada resolución ideal para, por ejemplo, la visualización de texto. La disposición conmutable puede comprender uno o más electrodos y una capa o material electroóptico tal como un material de cristal líquido en combinación con uno o más polarizadores.

De acuerdo con la invención, se proporciona un dispositivo de visualización autoestereoscópica que comprende unos medios de provisión de imagen y la disposición óptica que está ubicada delante de los medios de provisión de imagen. Los medios de provisión de imagen preferiblemente comprenden una red de píxeles de imagen o píxeles de visualización que están dispuestos en filas y columnas, para definir una imagen autoestereoscópica. La disposición óptica está dispuesta de tal modo que, en el modo de lente de la disposición óptica, la dirección de las salidas de los grupos de los píxeles de imagen o de visualización se proyectan en unas direcciones diferentes respectivas como una pluralidad de vistas. Los medios de provisión de imagen pueden ser unos medios para proporcionar una imagen estática en cualquier tipo de forma, tales como por ejemplo una postal o fotografía autoestereoscópica. Como alternativa, los medios de provisión de imagen pueden ser unos medios electrónicos de visualización que proporcionan unas imágenes autoestereoscópicas estáticas y/o dinámicas. Unos medios electrónicos de visualización de este tipo incluyen, pero no se limitan a, un visualizador de cristal líquido, un visualizador de plasma, un visualizador de tubo de rayos catódicos o un visualizador basado en diodos emisores de luz. La visualización autoestereoscópica se beneficia de las ventajas según se ha explicado en lo que antecede en el presente documento. En concreto, un visualizador en el que la disposición óptica está colocada de tal modo que cuando se encuentra en el modo de lente, la primera capa se encuentra en el lado del observador de la disposición óptica, es ventajoso para la ventaja obtenida tal como se ha descrito en lo que antecede en el presente documento.

La disposición óptica puede ser, de forma mecánica, acoplable a y/o desmontable de, los medios de visualización de imagen.

De acuerdo con la invención, se proporciona un método de visualización de una imagen autoestereoscópica, que comprende proporcionar una imagen autoestereoscópica y proyectar la imagen autoestereoscópica a través de una disposición de lente de acuerdo con la invención.

Breve descripción de los dibujos

Unas realizaciones de la invención se describirán a continuación, meramente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un dispositivo de visualización autoestereoscópica conocido;

la figura 2 es una gráfica que ilustra una relación a modo de ejemplo entre la intensidad y la posición en el plano de píxeles contribuyendo a una imagen que es producida por el dispositivo de la figura 1 para unos ángulos de visionado de entre 0° y 50°;

la figura 3 es una vista en sección transversal esquemática de un dispositivo de visualización autoestereoscópica conocido;

la figura 4 muestra unas gráficas para ilustrar con más detalle el solapamiento de vistas, el ensanchamiento de vista y la pérdida de la intensidad a unos ángulos de visionado grandes que pueden surgir con la estructura de lente conocida de la figura 4;

la figura 5 es una vista en sección transversal esquemática de un ejemplo de un dispositivo de visualización autoestereoscópica de acuerdo con una realización de la invención;

la figura 6 muestra la reducción en el ensanchamiento de vista y la mejora en la intensidad a unos ángulos de visionado grandes, lo que se logra por medio de la disposición de lente de la invención;

la figura 7 muestra la reducción en el solapamiento de vistas, lo que se logra por medio de la disposición de lente de la invención;

la figura 8 muestra cómo el rendimiento de una lente de acuerdo con la invención difiere del de una lente convencional;

la figura 9 muestra una vista ampliada de la figura 8;

la figura 10 muestra cómo la función de lente se puede considerar como una función que sondea la estructura de píxeles;

la figura 11 muestra la función de distribución de intensidades de haz;

la figura 12 muestra la disminución de la potencia del espectro de perfil de haz en diferentes secciones transversales;

la figura 13 se usa para explicar la diferencia entre la lente de la invención y la lente convencional en lo que respecta a la nitidez a lo largo de los intervalos de los ángulos de entrada;

la figura 14 muestra la representación gráfica de nitidez máxima para la lente de la invención;

la figura 15 muestra de forma esquemática cómo la lente de la invención proporciona una nitidez mejorada;

la figura 16 se usa para mostrar los diversos parámetros geométricos de lente;

la figura 17 se usa para mostrar la región para la cual se asegura una incidencia de luz perpendicular, y

la figura 18 es una vista en sección transversal esquemática de un ejemplo de un dispositivo de visualización

autoestereoscópica de acuerdo con una realización de la invención.

Las dimensiones de los diagramas no se encuentran a escala y números de referencia semejantes hacen referencia a elementos semejantes por la totalidad del texto.

5 Descripción detallada de realizaciones

10 La figura 3 muestra una vista esquemática de un dispositivo de visualización autoestereoscópica o en 3D 30 típico conocido. Este consiste en un panel de visualización en forma de visualizador de un visualizador de cristal líquido (LCD, *liquid crystal display*) 31, con una placa separadora de vidrio 32. El dispositivo de visualización en 3D tiene, como su disposición óptica, una disposición de lente 33 que comprende, por ejemplo, unas lentes acrílicas 35 por encima de un sustrato de vidrio 34. La figura 3 muestra una vista en sección transversal del visualizador de la figura 1 en perpendicular con respecto al eje longitudinal de las lentes lenticulares. Se muestran tres lentes 35 que tienen una anchura igual a la red de paso de lentes p. En este diseño, la diferencia de índice de refracción en la frontera de la lente, es decir, la superficie de las lentes 35 en su lado opuesto al sustrato de vidrio 34, es de aproximadamente 0,5, debido a que la interfaz se encuentra entre la capa de lente que tiene, por ejemplo, un índice de refracción de 1,5 y el aire.

20 En este caso particular, 9 píxeles de visualización están asociados con cada lente lenticular 35, lo quiere decir que cada lente se superpone a un grupo 36 de 9 píxeles y, con ello, podría en principio crear 9 vistas debido a que cada imagen de píxeles se envía en una dirección diferente en una lente superpuesta.

25 La figura 4A muestra la intensidad de la luz (I) como una función del ángulo de visionado (VA, *viewing angle*) para un producto de 42 pulgadas (107 cm) de acuerdo con la geometría de la figura 3. El conjunto inferior de curvas muestra las vistas 41 individuales que, por razones de claridad, no se han indicado, todos ellos, con el número de referencia. La intensidad total integrada a lo largo de todas las vistas se muestra en la curva superior 42.

30 Para unos ángulos crecientes más allá de 0,4 radianes, la anchura de las vistas 41, que se mide por ejemplo como la plena anchura a la mitad del máximo, aumenta de forma significativa, y esto también se ve acompañado por una caída en la intensidad I. La caída en la intensidad es especialmente evidente a partir de las vistas 41 a unos ángulos de visionado más allá de 0,5 radianes. La caída en la intensidad también se halla a partir de la curva superior 42 que se curva hacia abajo en la gráfica de la figura 4A. Se puede ver que la anchura de vista aumenta debido a que los lados de las curvas pasan a tener menor pendiente. Como una ilustración, la figura 4B muestra el solapamiento (O, *overlap*) entre unas vistas 41 vecinas como una función del ángulo de visionado (VA, *viewing angle*). El solapamiento (O) se define en la figura 4C. Por definición, dos vistas completamente separadas tienen un solapamiento nulo y unas vistas idénticas tienen un solapamiento que es igual a uno. En la figura 4B, un aumento de relativamente gran pendiente en el solapamiento tiene lugar para unos ángulos que superan 0,4 radianes. Cuanto mayor sea el solapamiento, mayor será la interferencia entre las vistas.

40 Se observa adicionalmente a partir de la curva superior 42, que tienen lugar unas variaciones de intensidad, en especial, para unos ángulos de visionado en los intervalos 43, es decir, aproximadamente entre unos ángulos de visionado de -0,1 a -0,6 o de 0,1 a 0,6 radianes. Estas variaciones son percibidas por el observador como la aparición de bandas que se ha mencionado previamente.

45 La invención proporciona una disposición óptica que tiene, en su modo de lente, una red de lentes que consiste en la interfaz corrugada de dos materiales diferentes. La geometría de la lente y la composición del material se diseñan de una forma que optimiza el rendimiento de lente, tal como se explica adicionalmente en lo sucesivo, para obtener el efecto ventajoso de la invención.

50 La figura 5 muestra un dispositivo de visualización autoestereoscópica 50 comparativo. El dispositivo tiene unos medios de formación de imagen en forma de panel de visualización 51 con una placa de vidrio 52. El dispositivo de visualización autoestereoscópica tiene una disposición óptica 33 encima de los medios de formación de imagen. En este caso particular, la disposición no es conmutable y se encuentra de forma permanente en su modo de lente. El dispositivo comprende una red de lentes lenticulares semicilíndricas 55 que están orientadas en paralelo con sus ejes longitudinales. La red de lentes comprende una primera 55A y una segunda capas 55B que están intercaladas entre unos sustratos de vidrio planos 54, 57. La interfaz entre la primera 55A y la segunda capas 55B define la superficie de lente corrugada 58. En este caso particular, la primera y la segunda capas son ópticamente isotrópicas y tienen una diferencia de índice de refracción de entre 0,05 y 0,22 para la radiación dentro del espectro de luz visible.

60 En una realización de la invención la primera capa 55A comprende una capa de lente que define unas formas de lentes lenticulares convexas. En la presente realización, esta capa comprende un material, con un índice de refracción de aproximadamente 1,5, por ejemplo un material acrílico que incluye: un 80 % de diacrilato de bisfenol A etoxilado (SR-349 de "Sartomer Company, Inc") y un 20 % de triacrilato de trimetilolpropano (TMPTA) con un índice de refracción de aproximadamente 1,53. La segunda capa 56 se fabrica de un material de caucho de silicona (Elastosil RT604 de "Wacker chemicals Inc") y tiene un índice de refracción de aproximadamente 1,41.

A pesar de que el ejemplo se describe con la combinación de la primera y la segunda capas que se ha mencionado en lo que antecede, se pueden aplicar igualmente bien combinaciones de otras capas dentro del concepto general de la invención. Por lo tanto, por ejemplo, el índice de refracción de la primera capa se puede encontrar entre 1,4 y 1,6 de tal modo que se puede usar policarbonato con un índice de refracción de aproximadamente 1,59 junto con el material de caucho de silicona. Aún otros materiales más, con unos índices de refracción apropiados, se pueden usar sin pérdida del efecto de la invención.

Asimismo, la invención no está limitada a estos intervalos de los índices de refracción o los intervalos de diferencia de índice de refracción para los materiales que se han definido en lo que antecede en el presente documento. Los materiales que se mencionan pueden ser sustituidos por cualquier otro material con el índice de refracción apropiado elegido de tal modo que la diferencia requerida del índice de refracción se obtiene en relación con el radio de curvatura y el paso de lente deseado para la superficie de lente de acuerdo con la invención. Diversas modificaciones serán evidentes a los expertos en la materia.

La estructura de lente de material acrílico de la presente realización se puede fabricar por medio de un proceso de replicación. En un proceso de este tipo, se proporciona un molde que tiene una superficie en relieve que es complementaria con la forma de la lente, es decir, por ejemplo la capa 55A. En una etapa de replicación, el material de capa se pone en contacto con el molde de tal modo que este adopta la forma en relieve del molde y se fija en esa forma. La lente resultante se puede acoplar a una capa de sustrato 57 por ejemplo para proporcionar resistencia durante el moldeo o posteriormente. El sustrato se puede retirar si este fuera simplemente a sustentar la estructura de lente durante el proceso de replicación. La lente replicada, con o posiblemente sin la capa de sustrato, se embebe entonces en una capa de silicona que es soportado por una capa de soporte tal como, por ejemplo, una placa de vidrio o una placa de plástico. El material acrílico que se ha mencionado en lo que antecede en el presente documento se puede usar de forma conveniente en un proceso de este tipo. No obstante, cualquier otro material que se pueda moldear de una forma como esta se puede usar siempre que el resultado final sea una capa con el índice de refracción apropiado en comparación con el de la otra capa. Como alternativa, la capa de silicona se aplica a la lente replicada, seguido por la aplicación de la capa de soporte. Una cualquiera de la capa de sustrato o la capa de soporte se puede fabricar, por ejemplo, de vidrio. El vidrio tiene, entre otras, la ventaja de tener una superficie plana y se usa comúnmente dentro del sector industrial de los visualizadores. Será evidente que la capa de sustrato y/o la capa de soporte ha de ser capaz de soportar las posibles condiciones durante las etapas de fabricación de tal modo que se evita someter la estructura resultante a distorsiones no deseadas y similares.

Como alternativa, la estructura de lente se puede fabricar a máquina de forma mecánica. En general, esto requiere unos materiales de lente que sean sólidos en las condiciones de fabricación a máquina (temperatura y presión). Por ejemplo, de esta forma, se puede fabricar de forma ventajosa una lente de policarbonato.

En la realización de la figura 5, la disposición de lente 53 se ha incorporado en un dispositivo de visualización autoestereoscópica 50 de acuerdo con la invención. En este, la disposición de lente está acoplada a un panel de visualización en forma de visualizador de cristal líquido (LCD, *liquid crystal display*) 51 que tiene una placa separadora de vidrio 52.

La figura 6 muestra la intensidad de la luz (I) como una función del ángulo de visionado (VA , *viewing angle*) para un producto de 42 pulgadas (107 cm) de acuerdo con la geometría de la figura 5. Al igual que en la figura 4, el conjunto inferior de curvas 61 (no en todas ellas se han anotado números de referencia) muestran las vistas individuales. La intensidad total se muestra en la curva superior 62.

Un radio de lente típico para la estructura de la figura 3 es de 2,212 milímetros, pero en la figura 6, el radio de lente (R) es solo de 0,519 milímetros. Esto es debido a que la distancia focal es aproximadamente igual al cociente del radio de lente (R) y la diferencia de índice de refracción de las capas que definen la superficie de lente y, por lo tanto, el parámetro de distancia focal se mantiene aproximadamente constante para que la estructura de lente de la invención se use en la misma aplicación que la estructura de lente conocida de la figura 3. El radio preciso deseado se puede determinar para reducir al mínimo la intensidad de aparición de bandas, y esto se explica en lo sucesivo. El radio de lente reducido da lugar a unas lentes más profundas si la lente ha de cubrir la misma área, es decir, cubrir el mismo número de columnas de los píxeles de unos medios de visualización. En este caso, eso sería 9 píxeles en los grupos 36 o 56 de las figuras 3 y 5, respectivamente.

La figura 6 muestra que, a parte de una cola de baja intensidad, el ensanchamiento de las vistas es mucho menor para el diseño de la invención. Además, la aparición de bandas se ha reducido de forma significativa. Esto es debido, en parte, a la curvatura de campo, algo menor, de la lente. Para una geometría similar, con la parte acrílica de la lente orientada hacia el observador, se observa un comportamiento similar, pero con la cola de baja intensidad de las vistas orientada alejándose del origen.

La figura 7 muestra el solapamiento como una función del ángulo de visionado para su comparación con la figura 4B. Para el diseño de lente de la invención, la curva de solapamiento es muy plana. El diseño da una notable mejora en la experiencia de visionado bajo unos ángulos de visionado (VA , *viewing angle*) fuera de la normal más grandes.

Además de la reducción en la interferencia y la aparición de bandas, el diseño de la figura 5 presenta la ventaja adicional de una reflectividad baja. La superficie plana superior de la placa de vidrio superior se puede revestir con facilidad con un revestimiento antirreflexión. Debido a la diferencia de índice de refracción baja, la propia estructura de lente tiene una reflexión baja. Otra ventaja es que la superficie exterior del dispositivo es plana y robusta. No hay necesidad alguna de una placa protectora adicional delante del visualizador, debido a que uno de los sustratos de disposición de lente puede proporcionar esta función.

Por lo tanto, el diseño de lente de la invención proporciona una reducción en la interferencia dependiente del ángulo, una reducción en la aparición de bandas, una reflectividad baja y un diseño que se puede disponer con unos lados planos y robustos que tienen ventajas por varias razones que se han mencionado en lo que antecede en el presente documento.

A pesar de que, en los ejemplos que se han dado en lo que antecede, la primera y la segunda capas están intercaladas entre capas de sustrato, esto no es obligatorio. En una realización, la primera capa 55A y la capa de sustrato 57 son la misma capa. Por consiguiente, la segunda capa 55B y la capa de sustrato 54 pueden ser la misma capa. En especial, esto puede ser así cuando la primera y la segunda capas son lo bastante fuertes, de tal modo que no es necesaria capa de sustrato alguna.

En una realización alternativa de un dispositivo de visualización autoestereoscópica de acuerdo con la invención, la capa 52, que es parte del panel de visualización en las realizaciones que se han dado en lo que antecede en el presente documento, puede formar la capa de sustrato de la disposición de lente, combinando de este modo la función de estas capas con la oportunidad de reducir el coste, el peso o el tiempo de fabricación.

Tal como se ha mencionado en lo que antecede, la red de lentes se diseña no solo basándose en la diferencia de índice de refracción, sino también basándose en la geometría de la lente, en particular el radio de lente R y el paso de lente p.

La figura 8 muestra de forma esquemática cómo el rendimiento de una lente 80 con una diferencia de índice de refracción elevada y, por lo tanto, una pequeña curvatura (la parte de arriba de la figura 8, difiere del de una lente con una diferencia de índice de refracción baja y, por lo tanto, una gran curvatura (la parte de debajo de la figura 8). La parte de arriba de la figura 8 muestra una lente con una diferencia de índice de refracción de 0,5 con el aire en una de las interfaces, y un radio de lente de 0,333 veces la longitud focal. La parte de debajo de la figura 8 muestra una lente con una diferencia de índice de refracción de 0,1 y un radio de lente de 0,067 veces la longitud focal.

La luz está entrando en la lente 80 proveniente de la izquierda. La lente de aire de índice de refracción elevado proporciona un haz con forma de pozo con un foco 81 bien definido. La lente de diferencia de índice de refracción baja tiene una curvatura mayor y, por lo tanto, más aberraciones esféricas. El haz por detrás de la lente muestra las así denominadas "cáusticas" en la región 82. En esta región, los rayos se vuelven a encontrar entre sí, dando una intensidad local elevada. La distancia focal f es la distancia por detrás de la lente a la que se cortan los rayos cerca del eje.

La figura 9 muestra una vista ampliada del ejemplo inferior a partir de la figura 8. Se muestra la distribución de intensidades en varias posiciones a lo largo del haz. En la región 82 en la que tienen lugar las cáusticas, los haces muestran dos lugares geométricos con unos máximos de intensidad (véase la representación gráfica 90). En la punta de las cáusticas (la representación gráfica 92) los dos lugares geométricos coinciden para formar un punto de intensidad elevada. A la derecha de este punto, la distribución de intensidades se vuelve suave de nuevo. Se puede considerar que la representación gráfica 90 es un "borde de cáustica" de la lente, y la representación gráfica 92 es la "punta cáustica".

La invención está basada en la comprensión de cómo este rendimiento óptico, el cual adolece de peores aberraciones ópticas, puede dar lugar al rendimiento angular mejorado tal como se ha explicado en lo que antecede. Con el fin de entender cómo el diseño de lente influye en el rendimiento del sistema óptico, la función de lente se puede considerar como una función que sondea la estructura de píxeles. Esto se explica de forma esquemática en la figura 10. La parte izquierda muestra un perfil de haz 100, que es creado por la lente que no se muestra, modulando la luz que está asociada con los píxeles de la matriz de píxeles 110. Esta es una función de convolución de filtro de paso bajo tal como se muestra a la derecha de la figura 10.

La función de convolución da como resultado una pérdida de la entropía de información (véase, para una explicación más detallada de la expresión Entropía de Información, por ejemplo, C. E. Shannon en *A Mathematical Theory of communication, The Bell System Technical Journal*, Vol. 27, págs. 379 - 423, 623 - 656, julio, octubre de 1948).

La figura 11A muestra la función de distribución de intensidades de haz 100 como un valor I(y) en el que y es el desplazamiento con respecto al eje central.

La pérdida de entropía está basada en la transformada de Fourier de la función 100:

$$Y(k) = \mathcal{F}(I(y))$$

La pérdida de entropía se define como:

$$\Delta H = -\frac{1}{W} \int_W \log(|Y(k)|^2) dk$$

La figura 11B muestra el valor logarítmico que se usa para obtener la pérdida de entropía.

Un perfil de haz con la función logarítmica de disminución más lenta (es decir, el espectro de potencia de disminución más lenta) tendrá la menor pérdida de información (el área más pequeña entre la curva de la figura 11 y el eje x) y, por lo tanto, contendrá las frecuencias más elevadas. Se puede considerar que esto representa una función de "nitidez".

La figura 12 a la derecha muestra la disminución del espectro de potencia del espectro de perfil de haz a diferentes secciones transversales. Es evidente que el perfil en la punta cáustica tiene el espectro de potencia de disminución más lenta. Si la punta cáustica no se encuentra presente, que es el caso a unos ángulos de incidencia lo suficientemente grandes del haz sobre la lente, entonces el perfil en el borde de cáustica tiene el siguiente mejor espectro de perfil de haz.

El análisis en lo que antecede posibilita que se defina un punto de nitidez máxima, como el punto en el que el espectro de potencia del perfil disminuye con la mayor lentitud. Hay una clara diferencia entre la lente de diferencia de índice de refracción baja y la lente convencional, tal como se muestra en la figura 13.

La representación gráfica 130 es la posición del foco que se define como la intersección de los rayos adyacentes que impactan sobre la superficie de lente cerca del centro de la lente (es decir, el cruce de la superficie de lente y el eje óptico). La representación gráfica 132 es la posición del punto en el que la anchura de Valor Cuadrático Medio (RMS, *Root Mean Square*) del haz es la más pequeña. Expuesto de forma diferente, el punto en el que la sección transversal del haz es la más pequeña. La diferencia significativa es el punto de nitidez máxima que es mostrado por la representación gráfica 134. Para la lente de bajo Δn , esta curva tiene un radio de curvatura mucho mayor en comparación con la lente normal. Esto quiere decir que, para unos ángulos de incidencia mayores, el punto de nitidez máxima permanece comparativamente mucho más cerca del plano focal original. De hecho, la curva para la lente de bajo Δn está constituida por el punto de punta cáustica que rota en torno al centro de la lente (en este caso, centro quiere decir el centro de la esfera que forma la lente). Para la lente normal, la curva para unos ángulos mayores está constituida por un punto en la región de borde de cáustica (falta la punta).

Por lo tanto, se puede observar que, si la lente se puede diseñar para proporcionar una región de punta cáustica que cubre todos los ángulos de incidencia, entonces se puede mejorar la nitidez. La figura 14 muestra la representación gráfica de nitidez máxima y muestra la región de punta cáustica 140 y la región de borde de cáustica 142. La punta cáustica se encuentra presente si uno de los rayos entrantes incide sobre la superficie de lente en perpendicular. Este rayo pasa a través del centro de la esfera que define la superficie de lente. Si el ángulo de incidencia de los rayos es demasiado grande (para una apertura dada de la lente), la punta ya no se encuentra presente.

Esto posibilita que se determine un conjunto de parámetros de diseño para la lente. Tal como se muestra en la figura 15, los rayos entrantes se curvan hacia la normal, confinando el intervalo angular dentro de la primera capa de una disposición óptica. La lente se puede diseñar con Δn lo suficientemente pequeño, es decir, la lente es lo suficientemente curvada, de tal modo que para cada ángulo entrante (que se corresponde con el intervalo angular completo en el aire) al menos un rayo incide sobre la superficie de lente en perpendicular. Esta regla de diseño proporciona entonces una región de la mayor nitidez cerca del plano de píxeles y, por lo tanto, proporciona las ventajas que se han bosquejado en lo que antecede.

El plano de píxeles del visualizador se encuentra en las proximidades de la línea vertical 150, y el observador se encuentra a la izquierda. Por simplicidad, la figura 15 muestra rayos que se están dirigiendo desde el observador hacia el visualizador, pero el análisis no cambia cuando se considera la luz que es dirigida a través de los píxeles de visualización hacia el observador.

Hay un número de formas de caracterizar el diseño de lente para proporcionar esta punta cáustica continua que, a su vez, da lugar a la nitidez mejorada que se ha explicado en lo que antecede.

La figura 16 se usa para mostrar los diversos parámetros geométricos de lente.

El número de vistas es determinado por el paso de lente p . El intervalo de los ángulos de visionado, que es definido por el ángulo principal del cono y es determinado por el paso de lente p , la distancia d desde el plano de píxeles hasta la lente, y el índice de refracción n_2 .

Dados p , d , n_1 y n_2 , el radio de lente R está optimizado para una aparición de bandas mínima. Este radio de lente R determina la longitud focal f , que es ligeramente mayor que la distancia d en el ejemplo que se muestra. Es conocido el hecho de desplazar la matriz de píxeles con respecto a la distancia focal, con el fin de reducir el efecto de formación de imagen de la capa de máscara de color negro del panel de LCD.

Además de la diferencia de índice de refracción baja que se ha analizado en lo que antecede, el rendimiento óptico de la lente puede estar caracterizado por un parámetro $n_1 (p / 2R)$, en el que los valores de n_1 , p y R se muestran y se explican, todos ellos, con referencia a la figura 16. Este parámetro adimensional tiene en cuenta la curvatura de la lente así como la distancia focal, y el curvado de la luz a medida que esta entra en el cuerpo de lente. En particular, con n_1 definido como la parte de la disposición de lente en el lado del observador, esto tiene en cuenta el curvado en la interfaz de aire en el lado del observador. Este parámetro posibilita que se satisfaga el requisito de que la luz sea incidente en perpendicular con respecto a la superficie de lente.

La figura 17 muestra la región para la cual se asegura una incidencia perpendicular como la región sombreada. La frontera izquierda en pendiente del área sombreada es determinada por:
Para $n_1 > \sqrt{2}$

$$n_1 (p / 2R) = 1$$

Para $n_1 \leq \sqrt{2}$

$$n_1 (p / 2R) = n_1^2 / 2 \sqrt{(n_1^2 - 1)}$$

La frontera vertical derecha viene dada por:

$$p / 2R = 1$$

Para una lente circular, el paso no puede superar dos veces el radio, y esto dicta la frontera derecha.

La frontera del área en la figura 17 está basada en $n_1 (p / 2R) = 1$ y los puntos dentro de la frontera satisfacen $n_1 (p / 2R) > 1$.

La invención es de aplicación a unos valores de $n_1 (p / 2R) > 0,6$. Más preferiblemente, $n_1 (p / 2R) > 0,8$. Incluso más preferiblemente, $n_1 (p / 2R) > 1$.

En la figura 17, la región 180 representa unas geometrías de lente factibles, y la región 182 representa los materiales más fácilmente disponibles en la actualidad para el cuerpo de lente (excluyendo $n_1 = 1$). Esto da una región 184 que está basada en unos materiales disponibles en la actualidad y que satisface el intervalo de parámetros de diseño de lente más preferido de la invención.

Los ejemplos de las figuras 8 a 17 tienen $n_1 < n_2$ con las caras de lente curvadas hacia fuera apuntando hacia el observador. La misma relación se cumple para la geometría en la que las lentes están apuntando en la dirección opuesta, por ejemplo tal como se muestra en la figura 5. En este caso, las caras de lente curvadas hacia fuera apuntan hacia el panel de visualización, y $n_1 > n_2$ para crear una lente positiva.

La invención es aplicable a todos los tipos de lentes positivas y tiene su efecto ventajoso en todos los tipos de visualizadores autoestereoscópicos basados en lentes lenticulares. Por lo tanto, no es necesario que la diferencia de índice de refracción entre las capas que forman la interfaz de lente sea pequeña, siempre que se cumpla la relación del índice de refracción, el paso de lente y la curvatura de la superficie de lente de acuerdo con la invención, debido a que entonces se obtiene el efecto ventajoso.

En la práctica, el sistema de lente puede consistir en más de dos o tres medios, por ejemplo placas/capas de vidrio intermedias o separaciones de aire.

La discusión y el análisis en lo que antecede están basados en las lentes esféricas. No obstante, se pueden usar unas lentes asféricas (por ejemplo, que tienen dos radios eficaces). Se puede considerar entonces que el análisis en lo que antecede está basado en el radio de lente eficaz en el centro de la lente (a lo largo del eje óptico central).

El índice de refracción de un material depende de la longitud de onda de la luz. Esto se expresa, por lo general, en términos del así denominado "número de Abbe". Debido a la dependencia con la longitud de onda, el foco de la lente depende del color de la luz. Cuando se fabrica una lente de dos materiales con solo una pequeña diferencia en el índice de refracción, la dependencia con el color de la lente como un todo aumentará de forma proporcional con aproximadamente un factor de $(n_{\text{acrílico}} - n_{\text{aire}}) / (n_{\text{acrílico}} - n_{\text{silicona}}) \approx 5$, dando como resultado una aparición de bandas dependiente del color. Para evitar esto, se deberían hacer coincidir los números de Abbe de los diferentes materiales.

El número de Abbe se define como:

$$V = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$$

5 en el que n_D , n_F , n_C son unos índices de refracción del material en las líneas espectrales de D, de F y de C (589,2 nm, 486,1 nm, 656,3 nm, respectivamente).

10 Las diferencias de índice de refracción que se han mencionado en lo que antecede "en el espectro visible" se miden en el punto singular dentro del espectro visible en la línea de helio de D_3 a 587,5618 nm.

15 Las lentes lenticulares están preferiblemente inclinadas con respecto a las columnas de los píxeles del visualizador, y esta es una medida conocida para compartir la pérdida de resolución que resulta de la red de lentes entre las direcciones de filas y de columnas del visualizador.

20 El diseño de un visualizador de cristal líquido no se ha explicado con detalle, o el procesamiento de imagen que se requiere para generar las múltiples vistas requeridas. Todos estos son convencionales, y la invención proporciona un cambio solo al diseño de lente.

25 En el ejemplo en lo que antecede, la capa de lente es de un material acrílico, pero esta puede ser, en su lugar de un material de policarbonato (índice de refracción $n = 1,59 - 1,60$), y esto se podría combinar con un material de silicona como la segunda capa de material 62.

30 En una realización tal como se representa por medio de la figura 18A y en un ejemplo comparativo tal como se representa por medio de la figura 18B, la disposición óptica puede tener un área 200 tal como se representa por medio de la figura 18B, en la que la interfaz entre las capas que define la superficie de lente es sustancialmente plana. Esta área sin lente se puede usar entonces para visualizar por ejemplo datos en 2D de cualquier tipo. El área sin lente (200) tiene entonces la misma diferencia de índice de refracción que el área de lente de la figura 18A con la ventaja de que la frontera entre las dos áreas estará enmascarada, es decir, será menos visible para un observador en comparación con una situación en la que un área sin lente no está provista con la estructura en capas del área de lente que tiene las diferencias de índice de refracción bajas. Por lo tanto, se mejora la apariencia de un visualizador. Será evidente que se puede proporcionar una multitud de tales áreas así como que se pueden proporcionar múltiples áreas de lente de acuerdo con la necesidad. Esto puede ser importante para sistemas de visualización que han de proporcionar datos en 3D y datos en 2D al mismo tiempo. Esta disposición y el visualizador correspondiente que tiene un área sin lente con las dos capas con un índice de refracción bajo también se pueden usar con independencia del requisito del radio de lente tal como es definido por el rasgo distintivo 'en el que el producto del primer índice de refracción con el paso de lente dividido por dos veces el radio de curvatura es mayor que 0,6' sin pérdida de la ventaja.

35 La invención se puede usar en visualizadores en general, y esto incluye marcos de fotografías electrónicas y otros dispositivos de salida de visualización.

40 Diversas modificaciones serán evidentes a los expertos en la materia.

45 Preferiblemente, las superficies de la primera y la segunda capas opuestas a las que forman la superficie de lente son ambas planas. Mientras que una de estas superficies permite un montaje sencillo de la disposición de lente sobre una superficie plana de un dispositivo de visualización tal como un visualizador de cristal líquido (LCD, *liquid crystal display*) ordinario, la otra puede estar provista con unas capas adicionales tales como, por ejemplo, revestimientos antirreflexión, y/u otras capas ópticas, y/o revestimientos antiarañazos y/u otros revestimientos de protección. Por lo tanto, de forma ventajosa, las capas adicionales no están situadas entre la disposición de lente y la superficie del panel de visualización, no perturbando por lo tanto el efecto óptico o la salida óptica del dispositivo de visualización autoestereoscópica que se logra con la disposición de lente.

50 La presente invención es aplicable a todas las disposiciones ópticas con una función de lente, en especial cuando se usa para una visualización autoestereoscópica. Por lo tanto, la disposición óptica puede ser una disposición conmutable que tiene la función de lente de acuerdo con la invención en un modo y otra función óptica en un modo adicional. Una disposición óptica que es conmutable se puede construir, por ejemplo, tal como se describe en el documento WO1998/021620A1. La disposición óptica comprende entonces una estructura de electrodo y un material de cristal líquido (LC, *liquid crystal*) para funcionar como una de la primera o la segunda capa de la disposición óptica. El índice de refracción de la capa de cristal líquido es anisotrópico y depende de la orientación de las moléculas de cristal líquido. Las estructuras de electrodo sirven para proporcionar campos eléctricos a lo largo de la capa con el fin de alinear las moléculas de LC en uno de los modos de la disposición óptica. Por lo tanto, en el modo de lente, las moléculas de LC están orientadas de tal modo que hay una diferencia de índice de refracción entre la

primera y la segunda capas, mientras que, en el modo adicional, esta diferencia de índice de refracción puede estar sustancialmente ausente debido a la reorientación apropiada de las moléculas de LC, beneficiándose por lo tanto de un índice de refracción diferente de la capa de LC.

- 5 Otros principios de provisión de disposiciones de lente conmutables se pueden usar para preparar una disposición óptica de acuerdo con la invención. Por lo tanto, se pueden usar, por ejemplo, lentes fluidas de enfoque.

10 En las reivindicaciones, no deberá interpretarse signo de referencia alguno colocado entre paréntesis como limitante de la reivindicación. La expresión "comprendiendo/que comprende" no excluye la presencia de elementos o etapas que no sean los enumerados en una reivindicación. La palabra "un" o "una" antes de un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. En la reivindicación de dispositivo que enumera varios medios, varios de estos medios se pueden materializar mediante el mismo artículo de soporte físico. El mero hecho de que ciertas medidas se enuncien en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que no se pueda aprovechar la combinación de estas medidas.

15

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de visualización autoestereoscópica, que comprende:

5 un panel de visualización (3) para generar una imagen autoestereoscópica que tiene al menos dos sub-
 imágenes, representando cada una de las mismas una vista diferente del objeto que va a ser visualizado por la
 imagen; y
 una disposición óptica que está ubicada delante del panel de visualización, en el que la disposición óptica tiene
 un modo de lente en el que se define una disposición de lente que comprende una red (9) de lentes lenticulares
 10 positivas (11), comprendiendo cada una de las lentes positivas respectivas una primera capa y una segunda
 capa que tienen una interfaz entre sí que define la superficie de lente lenticular, teniendo la primera capa un
 primer índice de refracción en la línea de helio de 587,5618 nm.D₃ y teniendo la segunda capa un segundo índice
 de refracción en la línea de helio de 587,5618 nm.D₃ que es diferente del primer índice de refracción, teniendo la
 15 red de lentes un paso de lente y teniendo las superficies de lente lenticular un radio de curvatura en su centro,
 en el que el producto del primer índice de refracción con el paso de lente dividido por dos veces el radio de
 curvatura es mayor que 0,6, caracterizado por que el valor absoluto de la diferencia de índice de refracción entre
 el primer y el segundo índices de refracción en la línea de helio de 587,5618 nm.D₃ es de entre 0,05 y 0,15.

20 2. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que la disposición óptica también tiene un modo de paso a través
 en el que el primer índice de refracción y el segundo índice de refracción son iguales.

3. Un dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que el producto es mayor que 0,7.

25 4. Un dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que el producto es mayor que 1.

5. Un dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que el producto es mayor que 1,1.

30 6. Un dispositivo según cualquier reivindicación anterior, en el que la disposición de lente tiene un lado del
 observador opuesto a un lado de visualización y la primera capa se encuentra en el lado del observador de la
 disposición de lente.

7. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el primer índice de refracción es el
 índice de refracción más bajo del primer y el segundo índices de refracción.

35 8. Un dispositivo según cualquier reivindicación anterior, en el que el índice de refracción más elevado del primer y el
 segundo índices de refracción se encuentra en el intervalo de 1,4 a 1,65.

9. Un dispositivo según cualquier reivindicación anterior, en el que el índice de refracción más bajo del primer y el
 40 segundo índices de refracción se encuentra en el intervalo de 1,3 a 1,5.

10. Un dispositivo según cualquier reivindicación anterior, en el que la primera capa y la segunda capa son
 ópticamente isotrópicas.

45 11. Un dispositivo según cualquier reivindicación anterior, en el que la primera y la segunda capas tienen
 sustancialmente el mismo número de Abbe.

50 12. Un método de visualización de una imagen autoestereoscópica, que comprende proporcionar una imagen que
 comprende múltiples vistas y proyectar la imagen usando un dispositivo de visualización según cualquier
 reivindicación anterior.

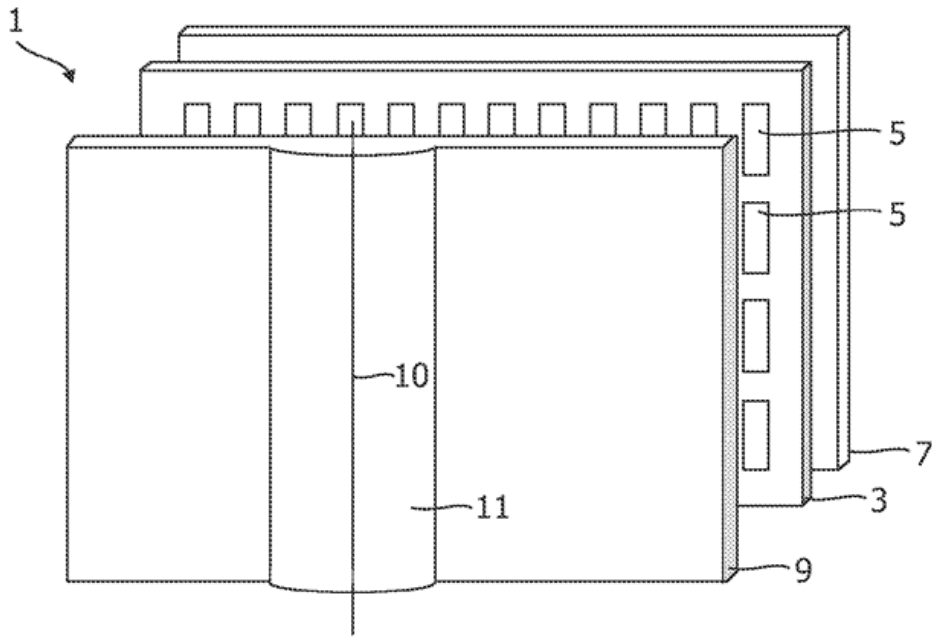


FIG. 1

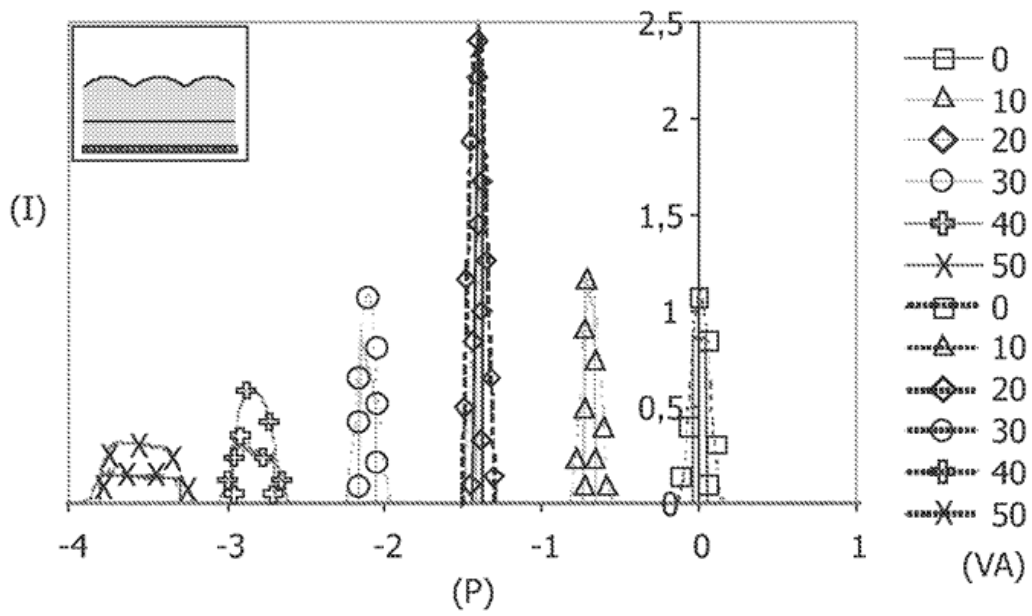


FIG. 2

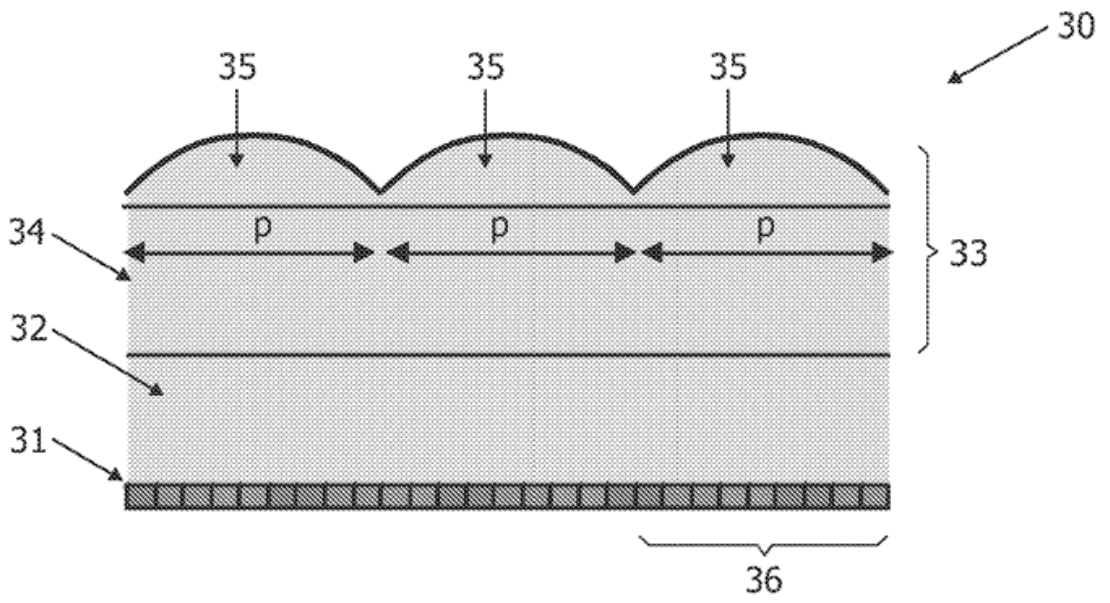


FIG. 3

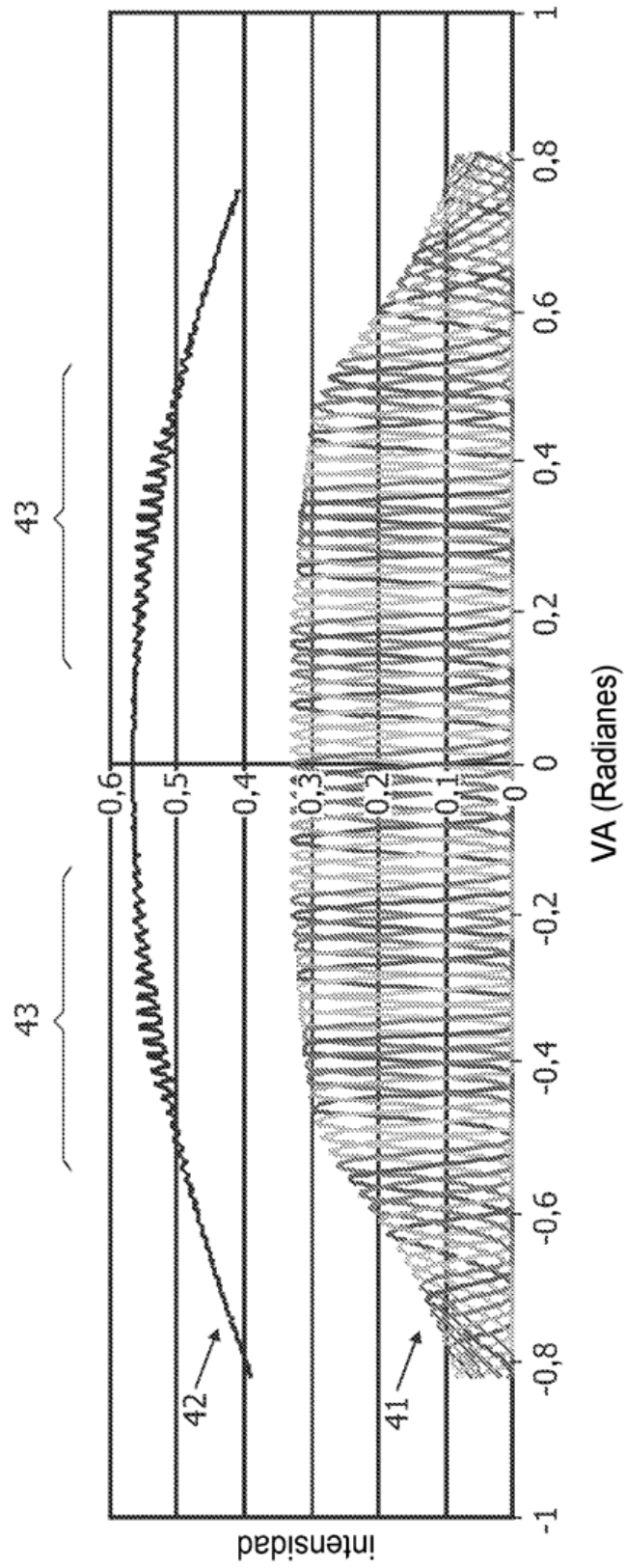


FIG. 4A

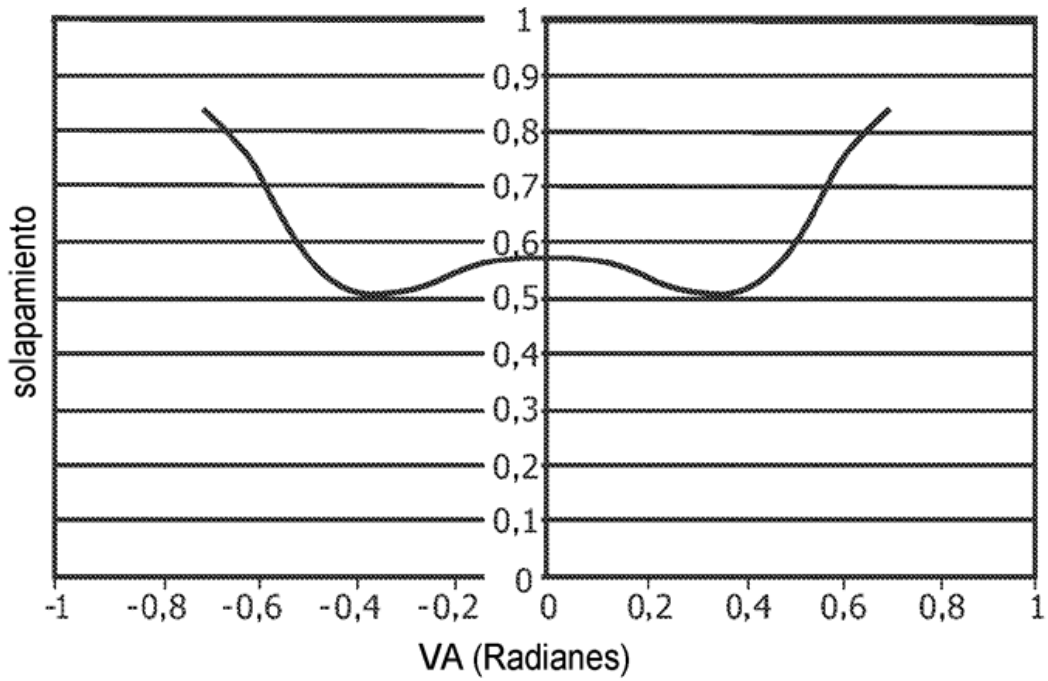


FIG. 4B

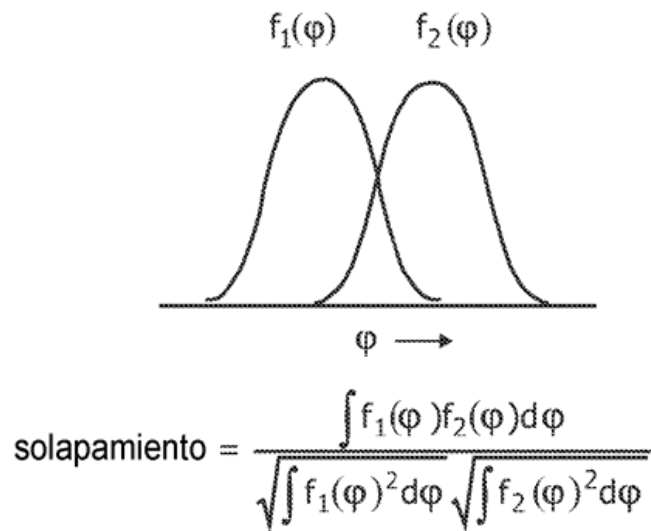


FIG. 4C

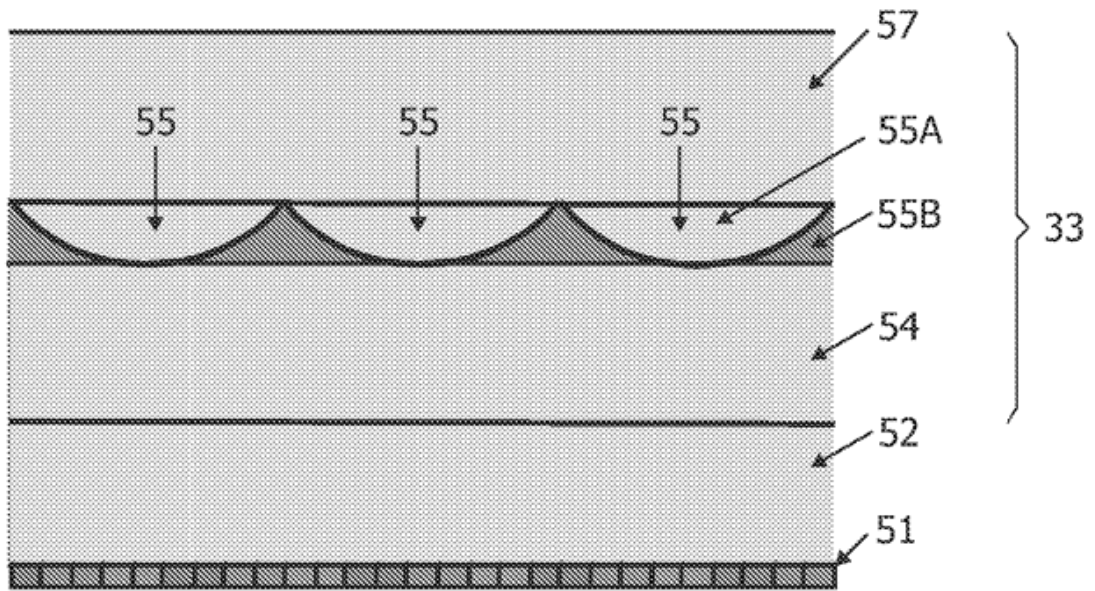


FIG. 5

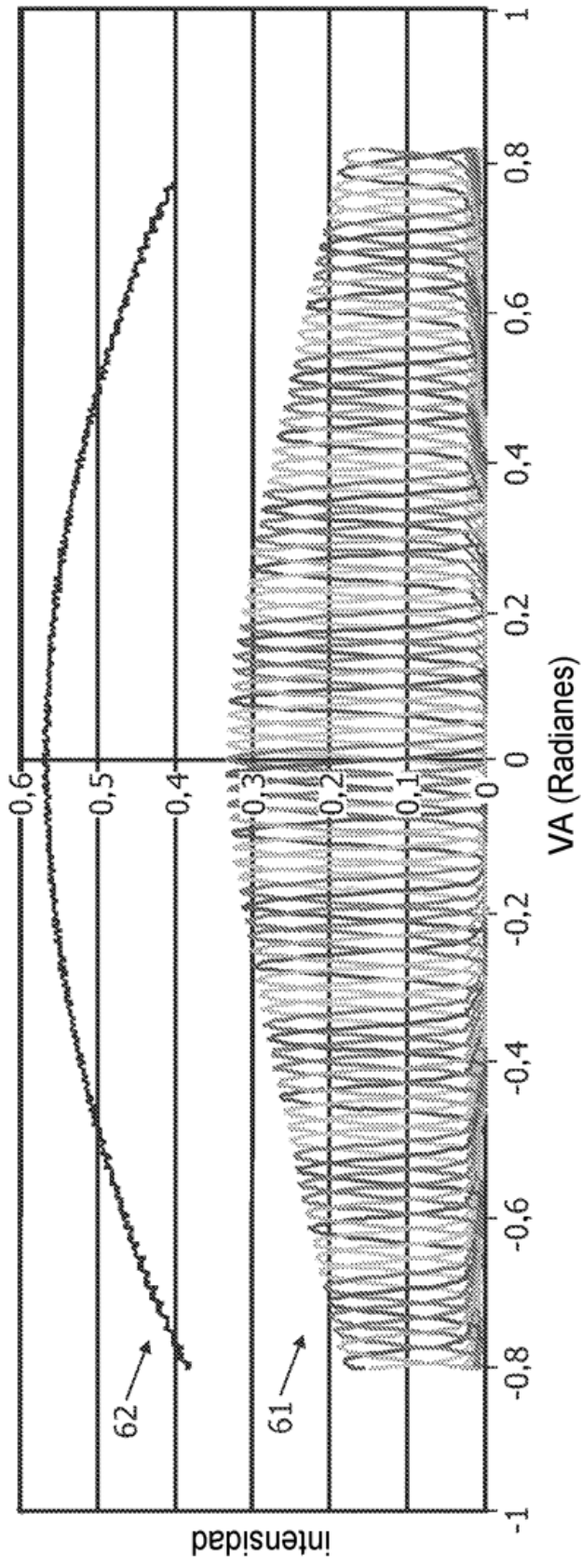


FIG. 6

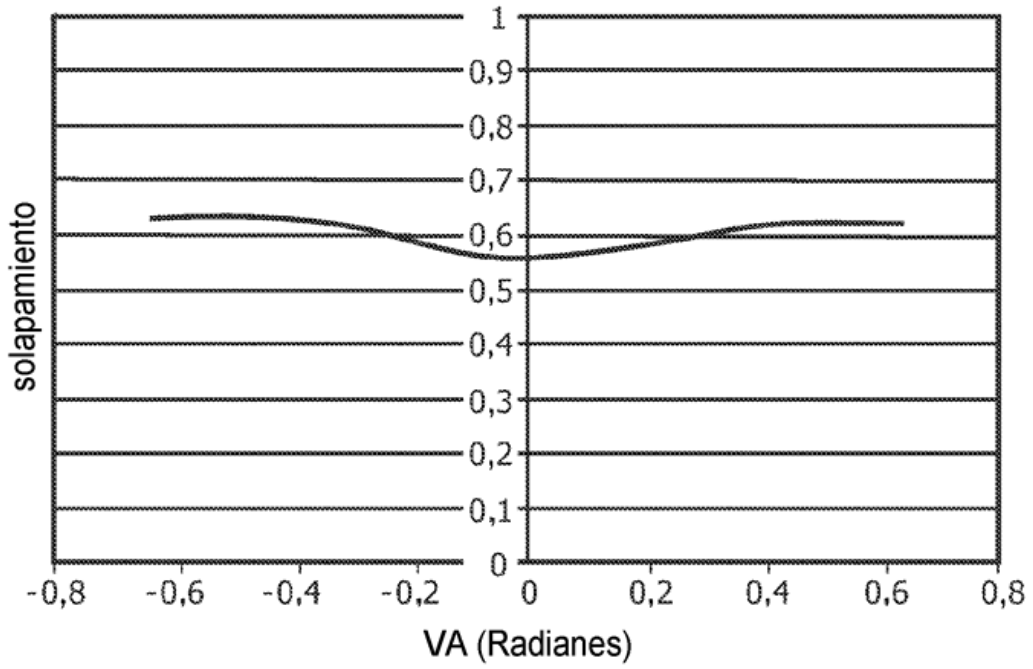


FIG. 7

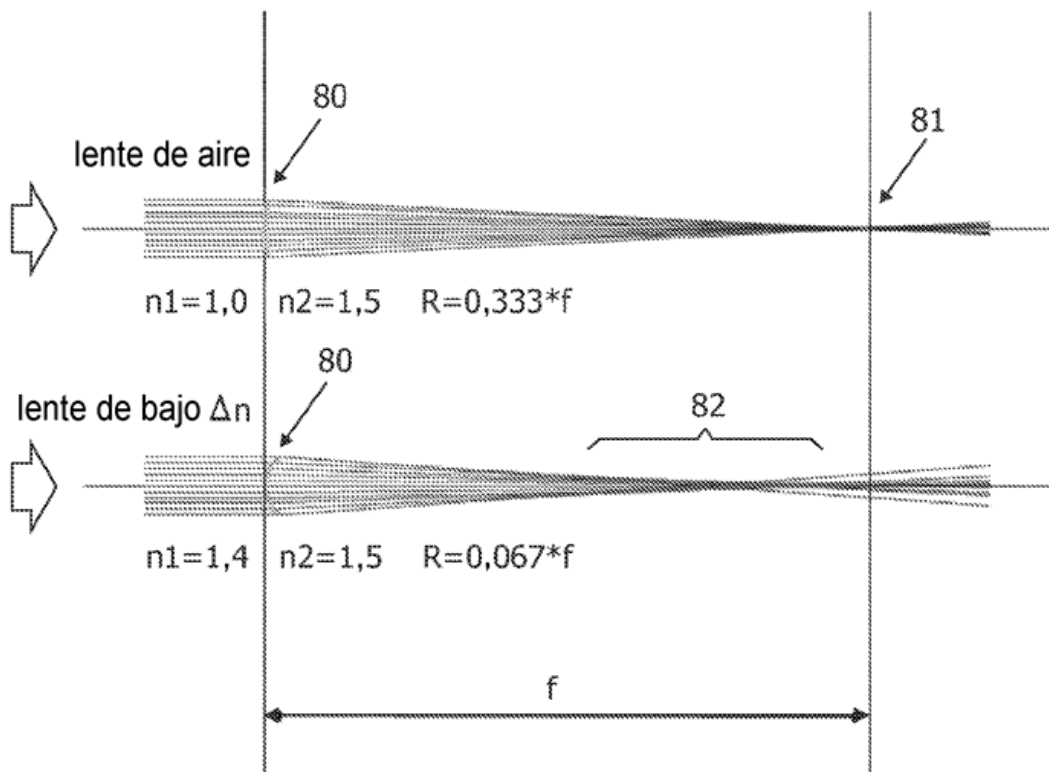


FIG. 8

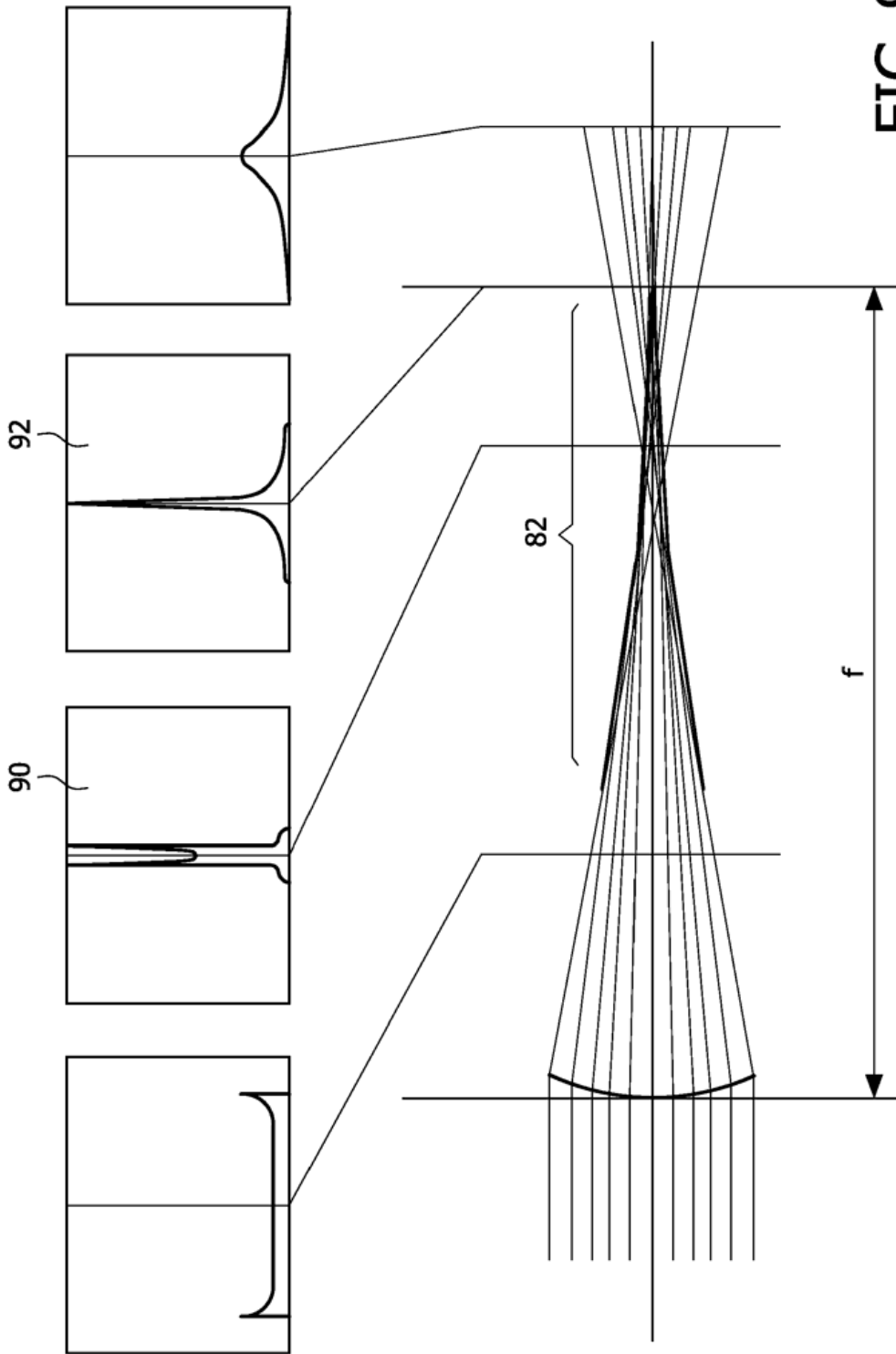


FIG. 9

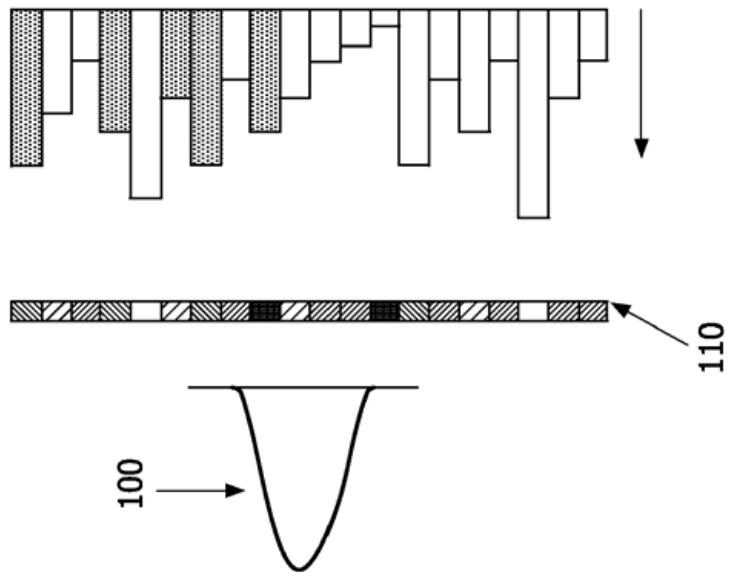
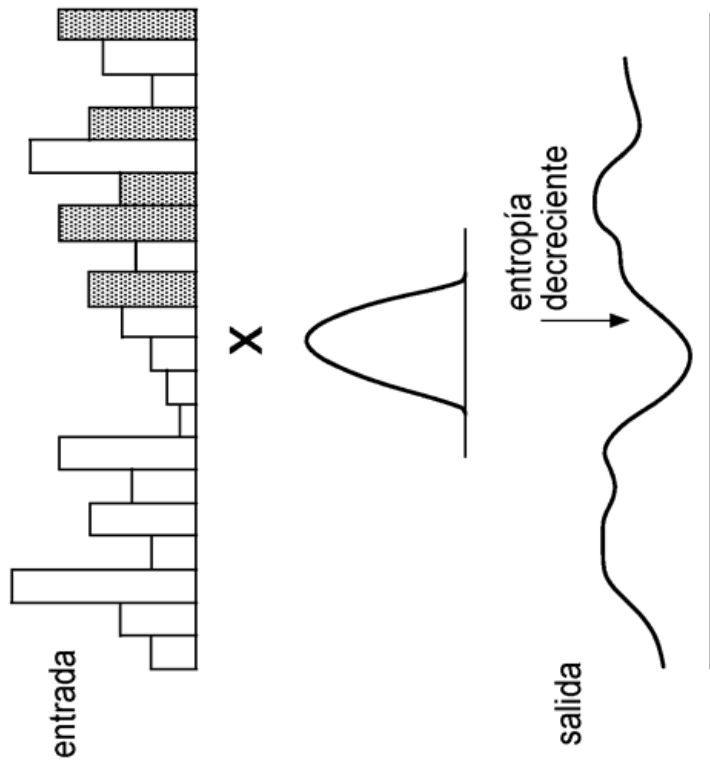


FIG. 10

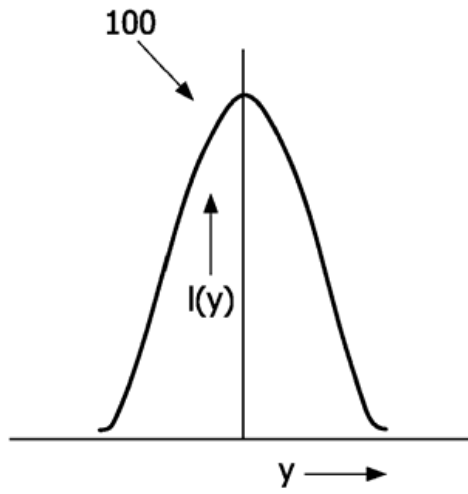


FIG. 11A

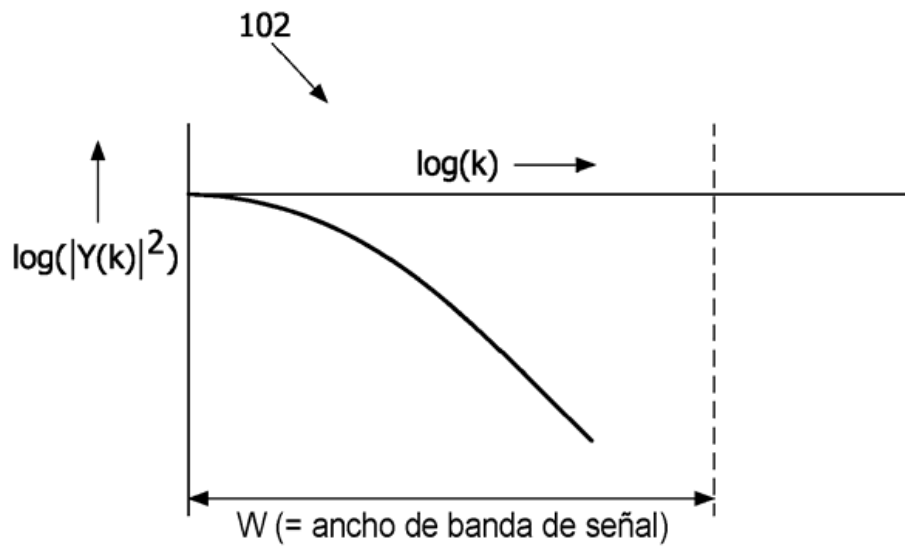


FIG. 11B

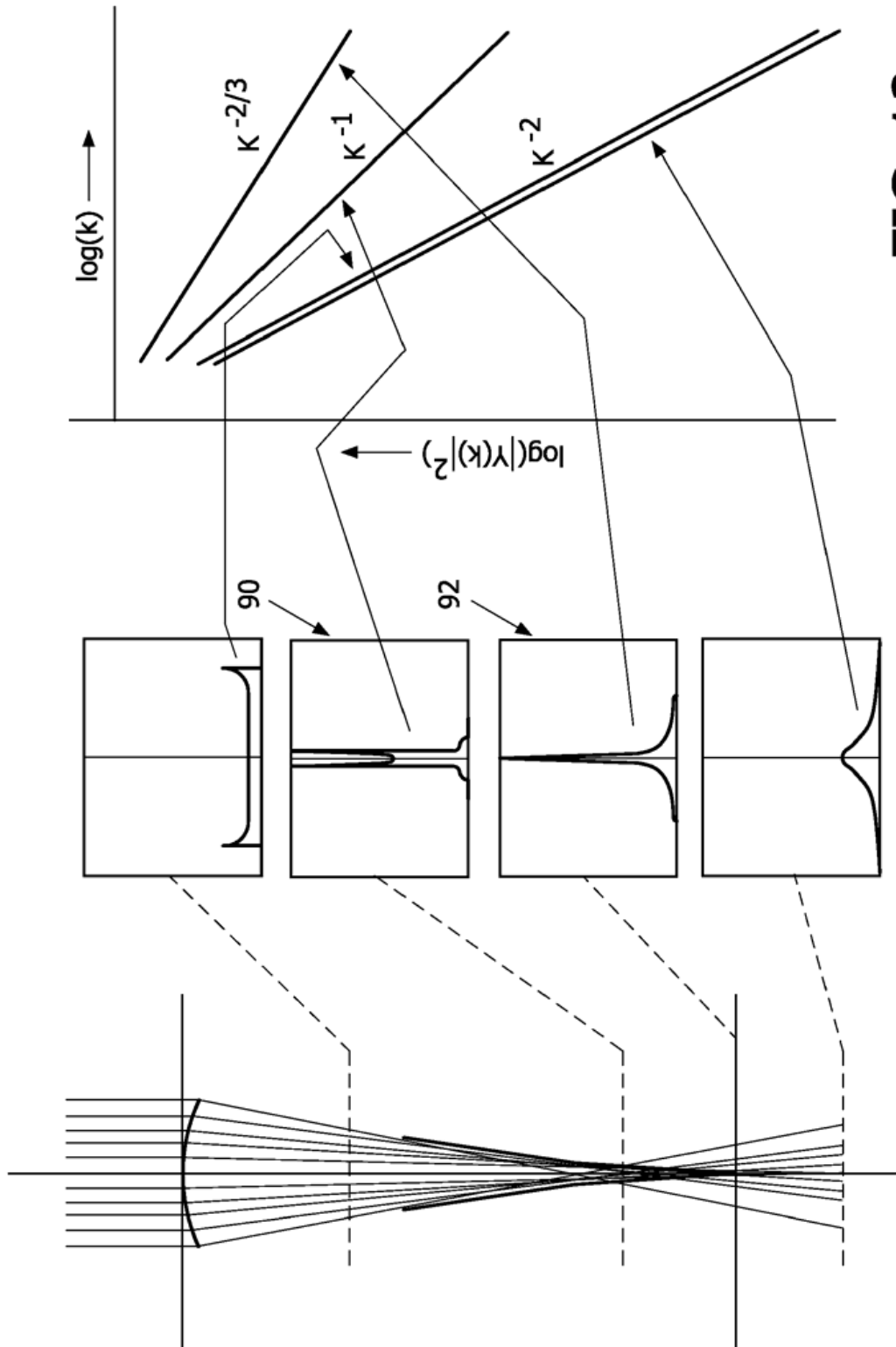


FIG. 12

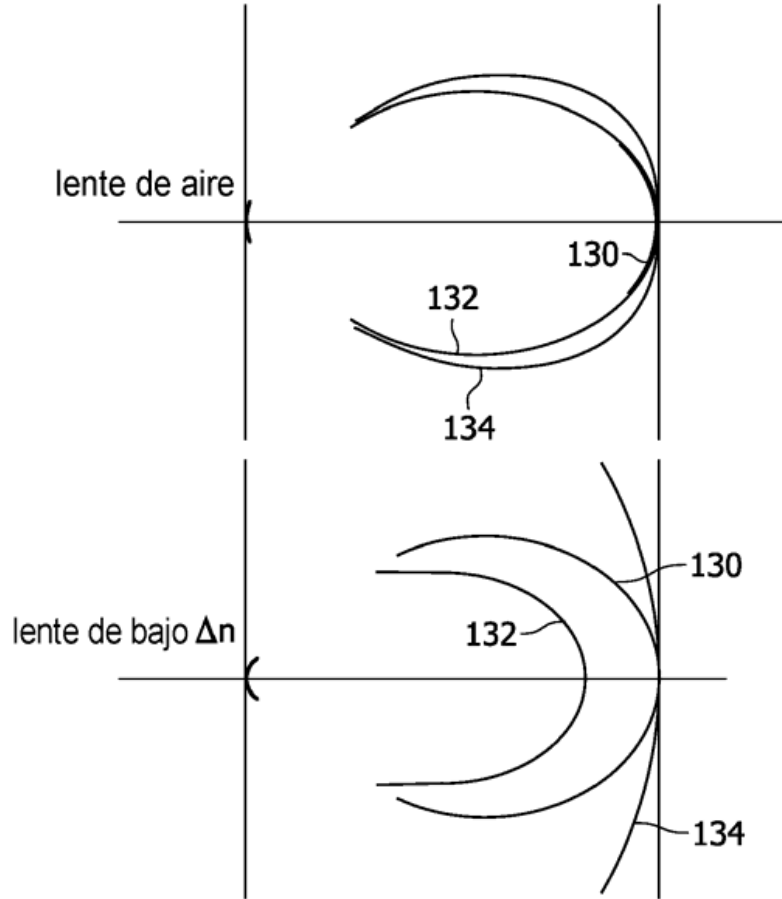


FIG. 13

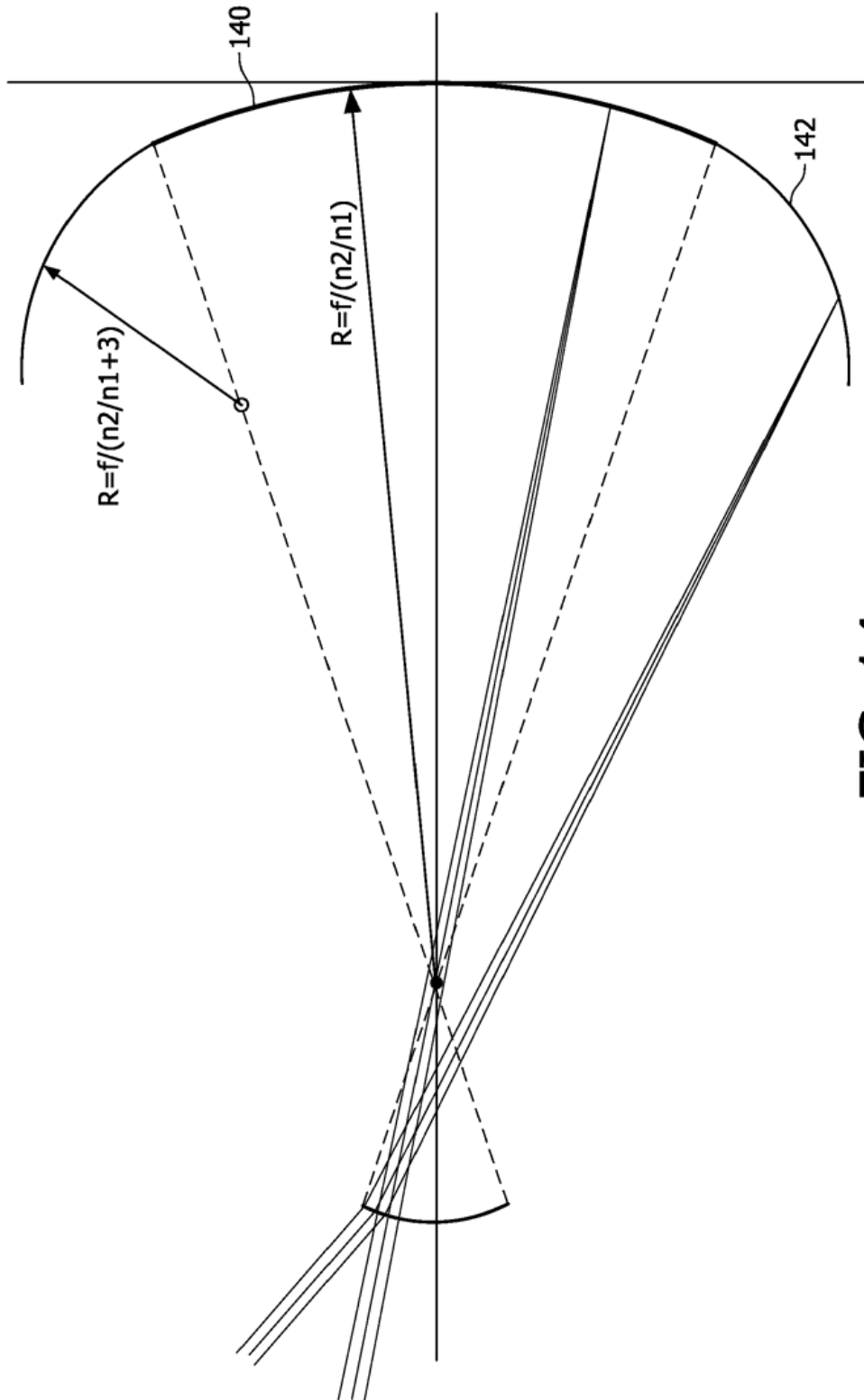


FIG. 14

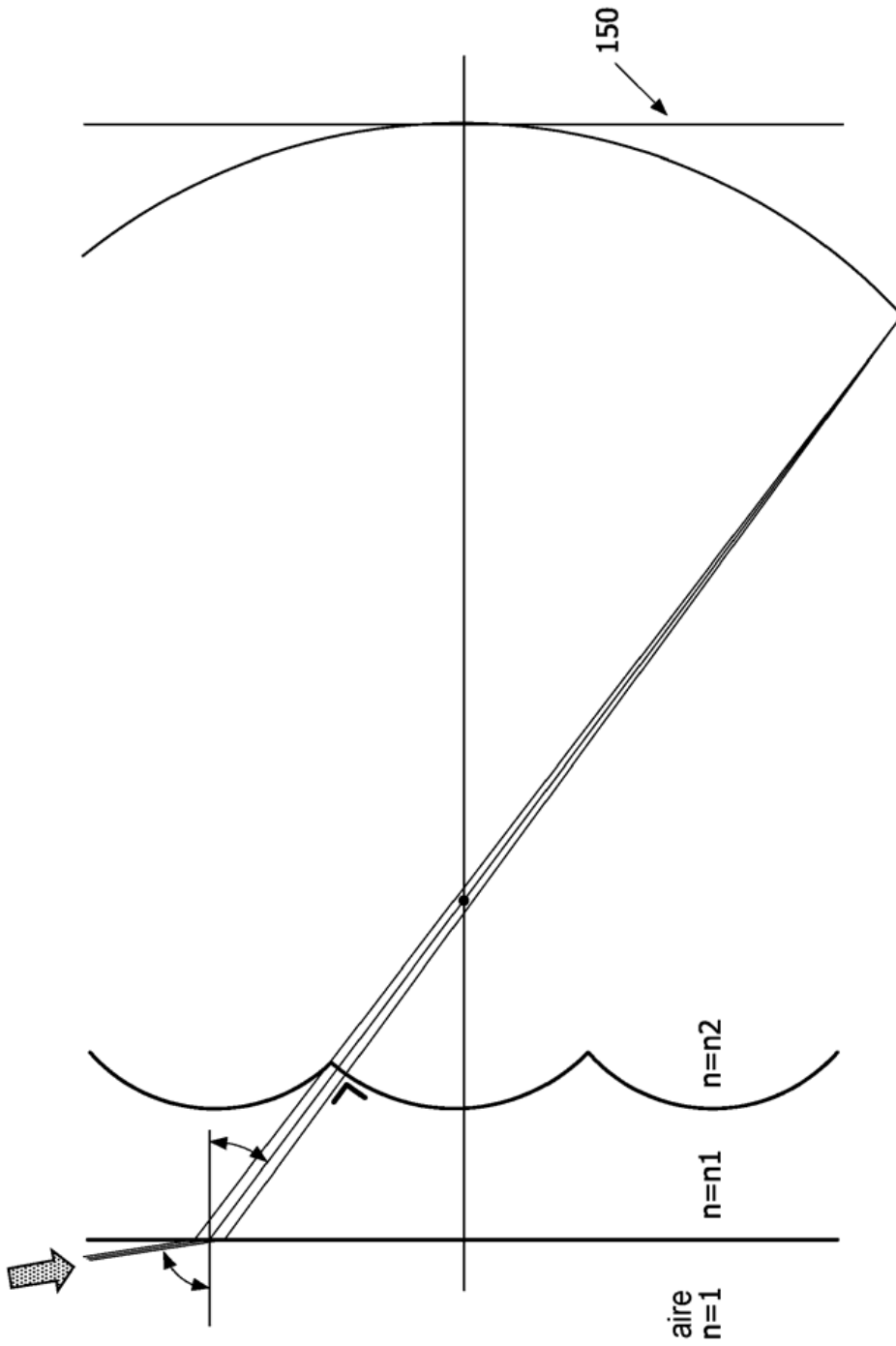


FIG. 15

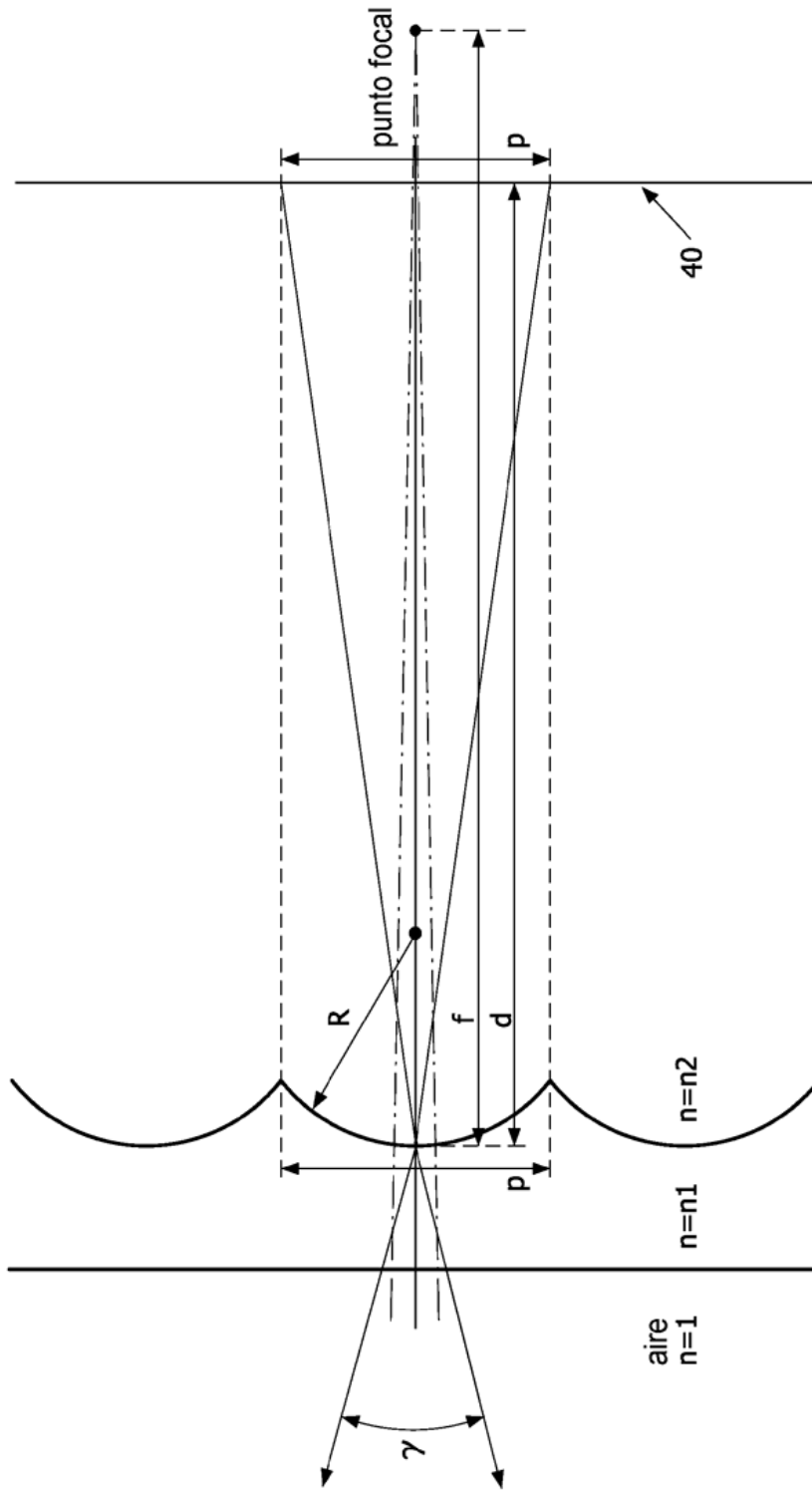


FIG. 16

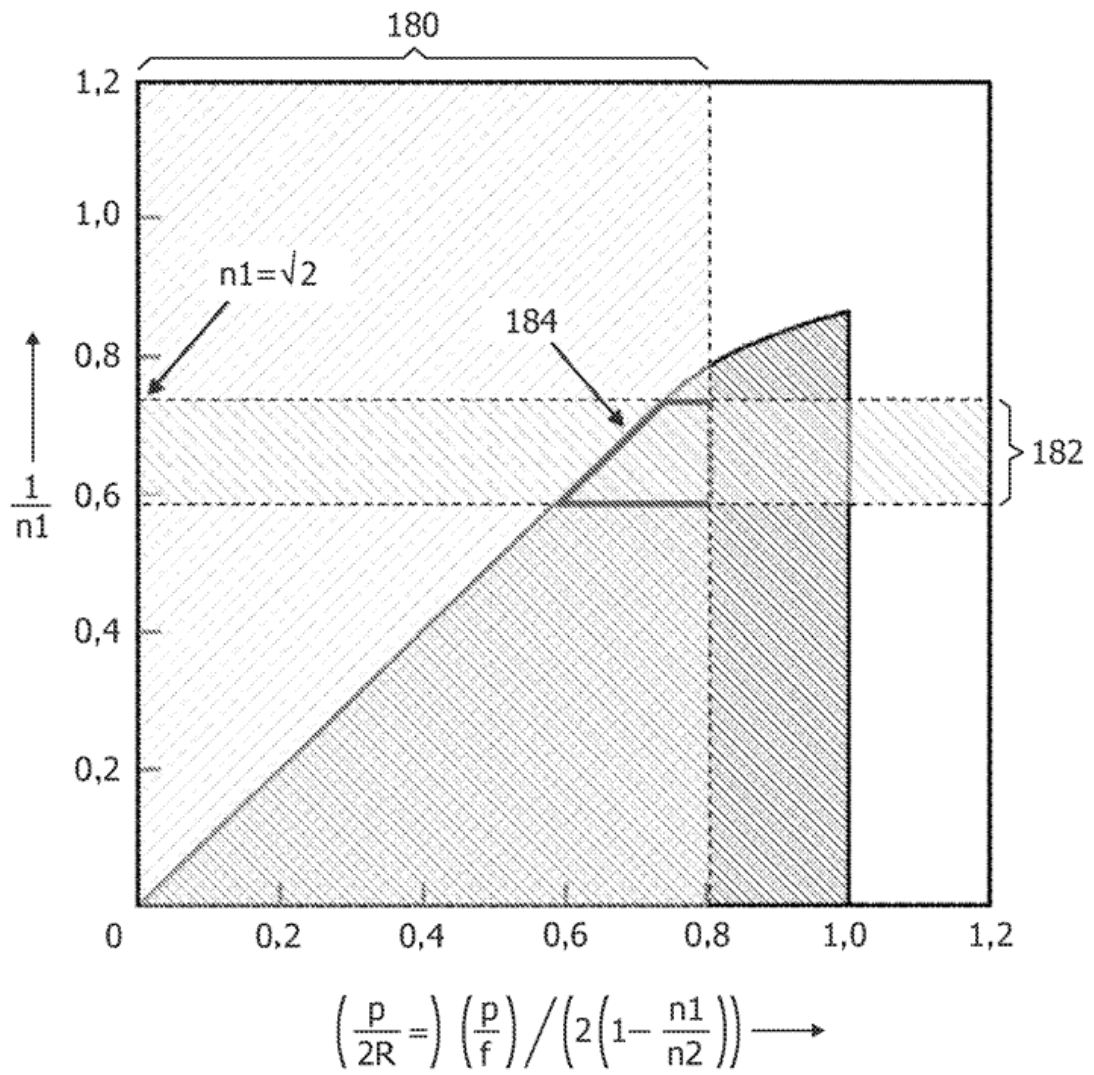


FIG. 17

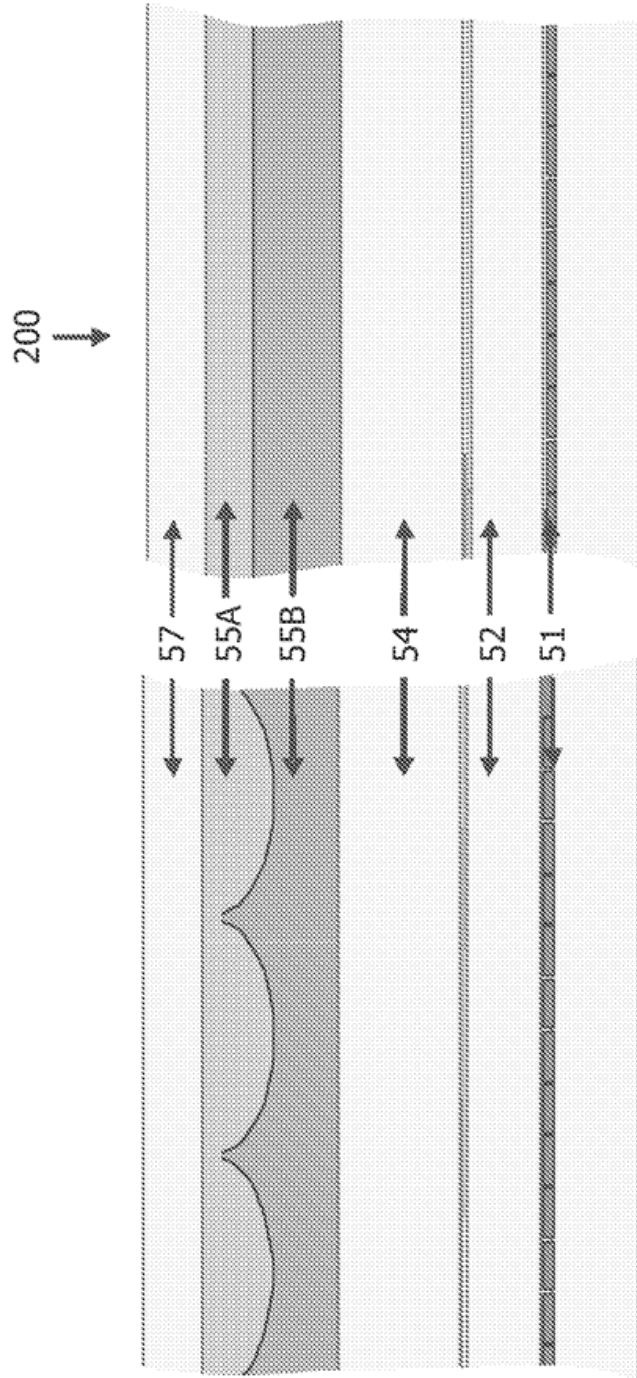


FIG. 18A

FIG. 18B