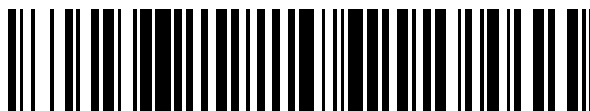


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 886**

51 Int. Cl.:

G02B 27/00 (2006.01)

G02B 5/18 (2006.01)

F21V 8/00 (2006.01)

G02B 27/42 (2006.01)

G02B 6/124 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2014 PCT/EP2014/077609**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15091282**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2014 E 14809902 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 3084508**

54 Título: **Mejoras en y relacionadas con guías de onda**

30 Prioridad:

19.12.2013 GB 201322490

19.12.2013 EP 13275325

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

06.03.2019

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)

6 Carlton Gardens

London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

SIMMONDS, MICHAEL DAVID y

FERNS, ANTHONY ROBERT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 702 886 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

Mejoras en y relacionadas con guías de onda

Campo de la invención

5 La invención se refiere a una guía de onda como, por ejemplo, pero sin limitación a ello, una guía de onda óptica para visualizaciones, y a un dispositivo de visualización. En particular, la invención es relevante para un dispositivo de visualización en el cual la luz que soporta imágenes se inyecta en una guía de onda, se expande para formar una imagen visible y se libera de la guía de onda para la visualización.

Antecedentes

10 Los dispositivos de visualización de la técnica anterior de este tipo pueden comprender una guía de onda planar que contiene tres rejillas de difracción separadas dispuestas para llevar a cabo una de tres funciones sucesivas. Una primera rejilla sirve como un área de entrada de luz para difractar luz recibida en una dirección a lo largo de la guía de onda planar. Una segunda rejilla sirve para expandir la luz desde la primera rejilla en una primera dimensión, y una tercera rejilla sirve para recibir la luz expandida y además expandir la luz en una segunda dimensión ortogonal a la primera dimensión y emitir el resultado desde la guía de onda. Con el fin de que la segunda rejilla de difracción pueda difractar la luz recibida en una dirección requerida para permitir que la luz difractada alcance la tercera rejilla de difracción, también es necesario que la luz se reciba por la segunda rejilla desde la primera rejilla en una dirección apropiada con respecto a la orientación de las líneas de rejilla de la segunda rejilla. Una desalineación entre la orientación de las líneas de rejilla en la primera rejilla (de entrada) y la segunda rejilla resultará en una desalineación de luz emitida desde la segunda rejilla con respecto a la orientación de las líneas de rejilla de la tercera rejilla (de salida).

20 Ello tiene el efecto general de degradar la calidad de la imagen reproducible desde la luz que soporta imágenes emitida por la tercera rejilla (de salida).

25 Con el fin de intentar reducir la posibilidad de líneas de rejilla desalineadas entre la primera y segunda rejillas de difracción, algunos métodos de la técnica anterior incluyen presionar o estampar tanto la primera como la segunda rejillas como partes diferentes de una estructura de rejilla general que tiene una orientación común de líneas de rejilla a lo largo de ellas. Ello puede ser en la forma de dos áreas de rejilla separadas estampadas a partir de una sola matriz de rejilla común (p.ej., Figura 1A) o en la forma de dos regiones separadas de un patrón de rejilla estampado a partir de una matriz (p.ej., Figura 1B).

30 Sin embargo, en ambos casos, con el fin de que la segunda rejilla o región de rejilla pueda recibir la luz de entrada de la primera rejilla o región de rejilla en un ángulo de dirección de incidencia apropiado a las líneas de rejilla de la segunda rejilla para una difracción hacia adelante a la tercera rejilla (de salida), la luz que emana de la primera rejilla o región de rejilla debe redirigirse reflejándose otra vez hacia la segunda rejilla o región de rejilla. Una superficie altamente reflectante debe proveerse a lo largo de partes de un eje de la guía de onda planar con el fin de lograr ello.

35 La superficie reflectante debe fabricarse según un estándar óptico muy alto si será de uso. Se requiere el pulido de un borde de planchón reflectante en una superficie muy plana. Ello es difícil de lograr y dichas guías de onda son costosas de producir.

La presente invención tiene como objeto abordar dichas cuestiones.

Compendio de la invención

40 En un primer aspecto, la invención provee una guía de onda para un aparato de visualización que comprende: una parte de guía de onda óptica planar para guiar luz que se visualizará; una rejilla de difracción de entrada dispuesta para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la parte de guía de onda óptica para guiarla de dicha manera; una rejilla de difracción intermedia acoplada, de manera óptica, a la rejilla de difracción de entrada mediante la parte de guía de onda óptica y dispuesta para recibir luz difractada de la rejilla de difracción de entrada y para expandir la luz recibida en una primera dimensión mediante difracción; una rejilla de difracción de salida acoplada, de manera óptica, a la rejilla de difracción intermedia mediante la parte de guía de onda óptica y dispuesta para recibir la luz expandida y para emitir la luz expandida recibida desde la parte de guía de onda óptica mediante difracción para la visualización; en donde la rejilla de difracción de entrada se posiciona para ubicarse totalmente dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla intermedia, y en donde los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y la rejilla de difracción intermedia se orientan en diferentes direcciones respectivas. Por ejemplo, si los respectivos vectores de rejilla no se extienden sustancialmente en el plano de la parte de guía de onda, las proyecciones de los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y rejilla de difracción intermedia en el plano de la parte de guía de onda óptica pueden orientarse en diferentes direcciones respectivas.

La rejilla de difracción de entrada puede posicionarse sustancialmente en plano o de manera coplanar con la rejilla de difracción intermedia de modo que la ubicación física de la rejilla de difracción de entrada se encuentra totalmente dentro del área geográfica o huella de la rejilla de difracción intermedia.

5 La rejilla de difracción de entrada puede posicionarse de manera adyacente a la rejilla de difracción intermedia (p.ej., paralela a, pero fuera de plano) de modo que la ubicación aparente de la rejilla de difracción de entrada se encuentra totalmente dentro del área geográfica o huella de la rejilla de difracción intermedia. La ubicación de la rejilla de difracción de entrada totalmente dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla de difracción intermedia puede ser una ubicación física/real o puede ser una ubicación aparente. La ubicación aparente de la rejilla de entrada dentro de dicha área geográfica o huella puede lograrse mediante el posicionamiento de la rejilla de entrada de forma apropiada cerca de la rejilla de difracción intermedia de modo que una superficie sobre la cual la rejilla intermedia se forma, y que queda abarcada por los límites exteriores/periferia de la rejilla de difracción intermedia, se extiende totalmente sobre la rejilla de entrada, que se forma sobre una superficie separada. Un ejemplo es formar la rejilla de difracción intermedia sobre una superficie planar de la parte de guía de onda óptica y formar la rejilla de difracción de entrada sobre la superficie planar opuesta de la parte de guía de onda dentro de la huella de la rejilla intermedia como proyectada sobre la última superficie planar (p.ej., visible a través de la parte de guía de onda).

Preferiblemente, el material de la rejilla de difracción intermedia cubre todas las partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica en un lado de aquella mediante lo cual la luz recibida se guía por reflexión interna total de la rejilla de difracción de entrada a la rejilla de difracción intermedia.

20 El material de la rejilla de difracción intermedia es, preferiblemente, continuo con el material de al menos la rejilla de difracción de entrada.

El material de la rejilla de difracción intermedia puede ser continuo con el material de la rejilla de difracción de salida.

La rejilla de difracción intermedia puede ser una rejilla de relieve de superficie formada en una superficie de la guía de onda. La rejilla de difracción de entrada y la rejilla de difracción de salida pueden, cada una, ser una rejilla de relieve formada en una superficie de la guía de onda.

25 La rejilla de difracción intermedia puede comprender una estructura de rejilla de onda cuadrada. La rejilla de entrada y/o la rejilla de salida pueden comprender una estructura de rejilla encendida.

La guía de onda puede incluir un revestimiento sobre la rejilla de difracción intermedia. El revestimiento puede tener un índice de refracción que difiere del índice de refracción del material de la rejilla de difracción intermedia.

30 La guía de onda puede incluir un revestimiento sobre la rejilla de difracción de entrada y/o de salida, que pueden tener un índice de refracción que difiere del índice de refracción del material de la rejilla de difracción de entrada y/o de salida.

La rejilla de difracción de salida se dispone, preferiblemente, para recibir la luz expandida de la rejilla de difracción intermedia y para expandir la luz recibida en una segunda dimensión transversal a la primera dimensión.

La invención puede proveer un dispositivo de visualización que comprende la guía de onda descrita más arriba.

35 En un segundo aspecto, la invención provee un método para fabricar una guía de onda para un aparato de visualización, la guía de onda incluyendo una rejilla de difracción de entrada para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la guía de onda, una rejilla de difracción intermedia para recibir luz difractada de la rejilla de difracción de entrada y para expandir la luz recibida en una primera dimensión mediante difracción, y una rejilla de difracción de salida para recibir y emitir la luz expandida de la guía de onda óptica mediante difracción, el método comprendiendo: proveer una parte de guía de onda óptica planar; depositar en la parte de guía de onda óptica un material fluido curable para formar un sólido ópticamente transparente; imprimir en el material fluido una impresión que define una región de rejilla de difracción de entrada, una región de rejilla de difracción intermedia y una región de rejilla de difracción de salida en donde el material fluido de la región de rejilla de difracción intermedia es continuo con el material fluido de al menos la región de rejilla de difracción de entrada; curar el material fluido impreso para solidificar la impresión; en donde la rejilla de difracción de entrada se posiciona totalmente dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla intermedia, y en donde los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y rejilla de difracción intermedia se orientan en diferentes direcciones respectivas. Por ejemplo, si los respectivos vectores de rejilla no se extienden sustancialmente en el plano de la parte de guía de onda, las proyecciones de los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y rejilla de difracción intermedia en el plano de la parte de guía de onda óptica se orientan, preferiblemente, en diferentes direcciones respectivas.

La rejilla de difracción de entrada puede posicionarse sustancialmente en plano o de manera coplanar con la rejilla de difracción intermedia de modo que la ubicación física de la rejilla de difracción de entrada se encuentra totalmente dentro del área geográfica o huella de la rejilla de difracción intermedia.

Preferiblemente, el material curado cubre todas las partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica en un lado de aquella mediante lo cual la luz recibida se guía por reflexión interna total de la rejilla de difracción de entrada a la rejilla de difracción intermedia.

5 La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido en el mismo lado de la guía de onda planar tanto la rejilla de entrada como la rejilla de difracción intermedia.

La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido en el mismo lado de la guía de onda planar tanto la rejilla de entrada como la rejilla de difracción intermedia como una región de difracción que rodea la rejilla de entrada.

El material fluido de la región de rejilla de difracción intermedia puede ser continuo con el material fluido de la región de rejilla de difracción de salida.

10 La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido en el mismo lado de la guía de onda planar cada una de la rejilla de entrada, la rejilla de difracción intermedia y la rejilla de difracción de salida.

La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido simultáneamente cada una de la rejilla de entrada, la rejilla de difracción intermedia y la rejilla de difracción de salida.

15 El curado puede incluir curar el material fluido simultáneamente para cada una de la rejilla de entrada y la rejilla de difracción intermedia o, además, la rejilla de difracción de salida.

La impresión puede incluir imprimir la rejilla de difracción intermedia con una estructura de rejilla de onda cuadrada.

La impresión puede incluir imprimir la rejilla de entrada y/o rejilla de salida con una estructura de rejilla encendida.

El método puede incluir aplicar un revestimiento sobre la rejilla de difracción intermedia que tiene un índice de refracción que difiere del índice de refracción del material de la rejilla de difracción de intermedia.

20 El método puede incluir aplicar un revestimiento sobre la rejilla de difracción de entrada y/o de salida que tiene un índice de refracción que difiere del índice de refracción del material de la rejilla de difracción de entrada y/o de salida.

La rejilla de difracción de salida se dispone, preferiblemente, para recibir la luz expandida de la rejilla de difracción intermedia y para expandir la luz recibida en una segunda dimensión transversal a la primera dimensión.

25 En un tercer aspecto, la invención puede proveer un método para fabricar una guía de onda para un aparato de visualización, la guía de onda incluyendo una rejilla de difracción de entrada para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la guía de onda, una rejilla de difracción intermedia para recibir luz difractada de la rejilla de difracción de entrada y para expandir la luz recibida en una primera dimensión mediante difracción, y una rejilla de difracción de salida para recibir y emitir la luz expandida de la guía de onda óptica mediante difracción, el método comprendiendo: proveer una parte de guía de onda óptica planar; depositar en superficies planares opuestas de la parte de guía de onda óptica un material fluido curable para formar un sólido ópticamente transparente; imprimir en el material fluido una impresión que define una rejilla de difracción de entrada, una rejilla de difracción intermedia y una rejilla de difracción de salida; curar el material fluido impreso para solidificar las impresiones; en donde la rejilla de difracción de entrada se posiciona de manera adyacente a la rejilla intermedia para ubicarse totalmente dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla intermedia, y en donde los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y la rejilla de difracción intermedia se orientan en diferentes direcciones respectivas. Por ejemplo, si los respectivos vectores de rejilla no se extienden sustancialmente en el plano de la parte de guía de onda, las proyecciones de los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y rejilla de difracción intermedia en el plano de la parte de guía de onda óptica se orientan, preferiblemente, en diferentes direcciones respectivas.

40 La rejilla de difracción de entrada puede posicionarse de manera adyacente a la rejilla de difracción intermedia paralela a esta, pero fuera de plano de esta, de modo que la ubicación aparente de la rejilla de difracción de entrada se encuentra totalmente dentro del área geográfica o huella de la rejilla de difracción intermedia. La ubicación de la rejilla de difracción de entrada totalmente dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla de difracción intermedia puede ser una ubicación aparente. La ubicación aparente de la rejilla de entrada dentro de dicha área geográfica o huella puede lograrse mediante el posicionamiento de la rejilla de entrada de forma apropiada cerca de la rejilla de difracción intermedia de modo que una superficie sobre la cual la rejilla intermedia se forma, y que queda abarcada por los límites exteriores/periferia de la rejilla de difracción intermedia, se extiende totalmente sobre la rejilla de entrada, que se forma sobre una superficie separada. Un ejemplo es formar la rejilla de difracción intermedia sobre una superficie planar de la parte de guía de onda óptica y formar la rejilla de difracción de entrada sobre la superficie planar opuesta de la parte de guía de onda dentro de la huella de la rejilla intermedia como proyectada sobre la última superficie planar (p.ej., visible a través de la parte de guía de onda).

El material fluido se deposita, preferiblemente, en cada uno de los dos lados opuestos de la parte de guía de onda planar, y la impresión incluye, preferiblemente, imprimir sobre el material fluido en un lado de la guía de onda planar la rejilla de difracción intermedia como una región de difracción que rodea una región de ventana de entrada

sustancialmente de no difracción, e imprimir sobre el material fluido en el lado opuesto de la guía de onda planar la rejilla de entrada de modo que la rejilla de entrada es visible a través de la región de ventana de entrada.

5 Preferiblemente, el material curado cubre todas las partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica en un lado de aquella mediante lo cual la luz recibida se guía por reflexión interna total de la rejilla de difracción de entrada a la rejilla de difracción intermedia.

El material fluido de la región de rejilla de difracción intermedia puede ser continuo con el material fluido de la región de rejilla de difracción de salida.

La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido en el mismo lado de la guía de onda planar cada una de la rejilla de difracción intermedia y la rejilla de difracción de salida.

10 El curado puede incluir curar simultáneamente el material fluido, cada una de la rejilla de difracción intermedia y la rejilla de difracción de salida en un lado de la guía de onda planar, y aplicar, posteriormente, el material fluido en el lado opuesto de la guía de onda planar.

La impresión puede incluir, posteriormente, imprimir la rejilla de entrada sobre el material fluido en el lado opuesto de la guía de onda planar.

15 El método puede incluir ajustar la orientación de la rejilla de difracción de entrada impresa en el material fluido con respecto a la rejilla de difracción intermedia solidificada y la rejilla de difracción de salida solidificada y, posteriormente, curar la rejilla de difracción de entrada impresa en una orientación elegida.

La impresión puede incluir imprimir la rejilla de difracción intermedia con una estructura de rejilla de onda cuadrada.

La impresión puede incluir imprimir la rejilla de entrada y/o rejilla de salida con una estructura de rejilla encendida.

20 El método puede incluir aplicar un revestimiento sobre la rejilla de difracción intermedia que tiene un índice de refracción que difiere del índice de refracción del material de la rejilla de difracción de intermedia.

El método puede incluir aplicar un revestimiento sobre la rejilla de difracción de entrada y/o de salida que tiene un índice de refracción que difiere del índice de refracción del material de la rejilla de difracción de entrada y/o salida.

25 La rejilla de difracción de salida se dispone, preferiblemente, para recibir la luz expandida de la rejilla de difracción intermedia y para expandir la luz recibida en una segunda dimensión transversal a la primera dimensión.

Una perturbación o variación periódica del índice de refracción de la parte de guía de onda u ondulación de superficie sobre esta, puede definir una rejilla de difracción y ello tiene el efecto de cambiar el impulso (componente de superficie de vector de onda \vec{k}_m) de una onda de luz incidente \vec{k}_i a lo largo de la superficie de rejilla mediante la suma o resta de un número entero (m) de impulsos de rejilla (vector de rejilla \vec{K}):

30
$$\vec{k}_m = \vec{k}_i + m\vec{K}$$

donde $\vec{K} = \frac{2\pi}{d} \hat{d}$ y d es el período de rejilla en la dirección unidad-vector \hat{d} que se encuentra en el plano de la rejilla y en la dirección de periodicidad de la rejilla (p.ej., perpendicular a la dirección de las líneas/ranuras de rejilla rectas).

35 Si la rejilla se extiende en el plano xy y la periodicidad ocurre a lo largo del eje x, y el rayo de luz incidente se extiende en un plano perpendicular a las ranuras, la ecuación en la reflexión toma la forma de la así llamada ecuación de rejilla:

$$\text{sen } \theta_m = \text{sen } \theta_i + m \frac{\lambda}{d}$$

donde λ es la longitud de onda de luz.

Breve descripción de los dibujos

40 Las realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención se describirán ahora en mayor detalle con referencia a los dibujos anexos, de los cuales:

Las Figuras 1A y 1B muestran, cada una, una guía de onda planar según la técnica anterior;

las Figuras 2A a 2F ilustran, de manera esquemática, un proceso para fabricar una guía de onda planar según la Figura 1;

la Figura 3 muestra una guía de onda planar según una realización de la invención;

la Figura 4 muestra dos lados planares opuestos de una guía de onda planar según otra realización de la invención;

la Figura 5 muestra, de manera esquemática, la interacción de luz ingresada en la guía de onda planar según una realización de la invención, y producida de dicha manera;

5 la Figura 6 muestra, de manera esquemática, una comparación entre la guía de la luz de entrada en la guía de onda planar de la técnica anterior de la Figura 1 y la guía de onda planar según las realizaciones de la invención que se muestran en la Figura 4 y Figura 5;

la Figura 7 muestra, de manera esquemática, una comparación adicional entre la guía de la luz de entrada en la guía de onda planar de la técnica anterior de la Figura 1 y la guía de onda planar según las realizaciones de la invención que se muestran en la Figura 4 y Figura 5;

10 las Figuras 8 y 9 muestran, de manera esquemática, una comparación entre la guía de luz de entrada en la guía de onda planar de la técnica anterior de la Figura 1 y la guía de onda planar según las realizaciones de la invención que se muestran en la Figura 4;

15 las Figuras 10A a 10D ilustran, de manera esquemática, un proceso para fabricar una guía de onda planar de la presente invención según la Figura 4;

las Figuras 11A a 11I ilustran, de manera esquemática, un proceso para fabricar una guía de onda planar de la presente invención según la Figura 5.

Descripción detallada

En los dibujos, símbolos de referencia iguales se refieren a artículos iguales.

20 La Figura 1A muestra una guía de onda de la técnica anterior para un aparato de visualización. La guía de onda comprende una guía de onda óptica planar 1 para guiar la luz internamente por reflexión interna total entre dos superficies opuestas paralela y planares del planchón.

25 La luz que soporta imágenes que se mostrará se ingresa en el planchón mediante una rejilla de difracción de entrada 2 dispuesta para recibir la luz que soporta imágenes 6 y para difractar la luz recibida 7 a lo largo de la guía de onda óptica planar para la guía a lo largo de una rejilla de difracción intermedia 4 ópticamente acoplada a la rejilla de difracción de entrada. La rejilla intermedia 4 se dispone para expandir la luz recibida en una primera dimensión 7 por difracción y para dirigir la luz expandida 8 hacia una rejilla de difracción de salida 5 ópticamente acoplada a la rejilla de difracción intermedia mediante la guía de onda óptica planar.

30 La rejilla de salida se dispone para recibir la luz expandida 8 desde y para emitir 9 la luz expandida recibida desde la guía de onda óptica planar mediante difracción para la visualización a un usuario 10.

35 La rejilla de difracción de entrada 2 se acopla ópticamente a la rejilla de difracción intermedia mediante una parte de borde reflectante de la guía de onda planar que se cubre con un revestimiento reflectante 3. Por consiguiente, la luz de entrada 6 se difracta hacia el borde reflectante y se guía a dicho revestimiento/borde reflectante 3 por reflexión interna total dentro de la guía de onda planar. Después de la reflexión en el borde reflectante, la luz de entrada guiada se guía de allí en adelante hacia la rejilla de difracción intermedia 4.

40 La existencia del borde reflectante ha complicado la fabricación de la guía de onda y hace que la guía de onda sea relativamente costosa de hacer, difícil de fabricar y vulnerable a errores de fabricación una vez producida. La Figura 1B ilustra, de manera esquemática, una variante de la técnica anterior del dispositivo de la técnica anterior de la Figura 1A en la cual la rejilla de difracción de entrada 2 se estructura como una región de rejilla continua conectada a la rejilla de difracción intermedia encontrándose integralmente formada con, y unida a, la región de rejilla intermedia. La forma y el funcionamiento del aparato de la Figura 1B son de otra manera idénticos a los del aparato de la Figura 1A, y los rayos de luz (6, 7, 8 y 9) se indican en la Figura 1B para ilustrar esto.

45 Es preciso notar que las líneas de rejilla de la rejilla de difracción de entrada (Figura 1A) o región de rejilla de difracción de entrada (Figura 1B) son sustancialmente paralelas a las líneas de rejilla de la rejilla de difracción intermedia, o región de rejilla (sus vectores de rejilla son idénticos), y entonces requiere el uso de un borde reflectante 3 para redirigir la luz de entrada 7 hacia la dirección apropiada con respecto a las líneas de rejilla de la rejilla intermedia.

50 Las líneas de rejilla comúnmente orientadas (vectores de rejilla) de las rejillas de entrada e intermedia (o regiones de rejilla) de ambos ejemplos de los dispositivos de la técnica anterior (Figuras 1A y 1B) se producen por el uso de una sola matriz de rejilla que soporta dichas líneas/ranuras de rejilla comúnmente orientadas en relieve como se describe ahora con respecto al aparato de la Figura 1A. Es preciso notar que el presente método de producción se aplica igualmente a la fabricación del dispositivo de la Figura 1B. En ambos casos, las proyecciones de los vectores de

rejilla de las partes de rejilla de entrada e intermedia sobre la superficie planar del sustrato de guía de onda son sustancialmente paralelas simplemente porque dichos vectores son iguales.

Las Figuras 2A a 2F ilustran, de manera esquemática, el proceso de fabricación en cuestión. El proceso comienza (Figura 2A) con el depósito sobre un sustrato de guía de onda óptica planar 1 de una cola de curado fluida 11 que es curable para formar un sólido ópticamente transparente. Tres depósitos separados, discretos y aislados de cola de curado se depositan sobre el sustrato en ubicaciones donde se pretende formar tres regiones de rejilla de difracción separadas acopladas ópticamente entre sí por el sustrato de guía de onda. A continuación, (Figura 2B) una matriz de rejilla 12 se introduce en el proceso. La matriz de rejilla soporta sobre una superficie tres patrones de relieve de superficie (13, 14, 15) cada uno de los cuales representa una de tres rejillas de difracción de relieve de superficie separadas. Cada patrón de relieve de superficie de la matriz de rejilla se encuentra en forma negativa, o recíproca, con respecto a la rejilla que está diseñado para estampar. El relieve de las líneas de rejilla 13 para la rejilla de entrada es sustancialmente paralelo al patrón de relieve de las líneas de rejilla 14 para la rejilla intermedia.

La matriz de rejilla se imprime sobre los tres depósitos discretos de cola de curado fluida, al unísono, para formar una impresión sobre dichos tres depósitos correspondientes a una de tres rejillas de difracción separadas y discretas. Las tres rejillas de difracción definen una región de rejilla de difracción de entrada definida por un primer patrón de relieve de superficie 13 de la matriz de rejilla, una región de rejilla de difracción intermedia definida por un segundo patrón de relieve de superficie 14 de la matriz de rejilla y una región de rejilla de difracción de salida definida por un tercer patrón de relieve de superficie 15 de la matriz de rejilla.

Por supuesto, según se menciona más arriba, el mismo proceso básico se aplica en la fabricación del aparato de la Figura 1B con la modificación de que la matriz de rejilla comprende dos patrones de relieve de superficie separados en los cuales un patrón corresponde a la estructura de rejilla combinada de entrada e intermedia y el otro corresponde a la estructura de rejilla de salida. Asimismo, solo dos depósitos discretos de cola de curado fluida se requieren -uno para las rejillas combinadas y uno para la rejilla de salida.

En la siguiente etapa de fabricación (Figura 2C), con la cola de curado 11 aún en forma fluida y la matriz de rejilla impresa sobre aquella para definir las tres rejillas allí, la luz de múltiples colores diferentes se ingresa en el depósito de cola de curado que se imprime con el primer patrón de rejilla de difracción (de entrada) de relieve de superficie. Dicha luz de entrada se difracta por el patrón de rejilla de entrada en el sustrato de guía de onda 1 hacia parte del borde reflectante 3 (es preciso ver la Figura 1) del sustrato de guía de onda y, de allí, al patrón de rejilla de difracción intermedia formado en el segundo depósito de cola de curado fluida por el segundo patrón de relieve de superficie 14 y, de allí, al tercer patrón de rejilla de difracción (de salida) impreso sobre el tercer depósito de cola de curado fluida por el tercer patrón de relieve de superficie 15 de la matriz de rejilla 12. En el tercer patrón de rejilla (de salida), la luz multicolor se emite desde el sustrato de guía de onda 1. Cualquier desalineación angular entre las direcciones de salida de la luz de diferentes colores se observa. Dicha desalineación se deberá a una desalineación entre el borde reflectante 3 del sustrato de guía de onda y el patrón de rejilla de difracción de entrada impreso por el primer patrón de rejilla de relieve de superficie 13 de la matriz de rejilla y el patrón de rejilla de difracción intermedia 14 impreso por la matriz de rejilla dado que las ranuras de rejilla de dichos dos patrones son sustancialmente paralelas. De hecho, el ángulo de incidencia de luz de entrada de lo anterior debe alienarse, de manera exacta, de modo que la luz se acopla a las rejillas de difracción subsiguientes de manera óptima.

Con el fin de ajustar dicha desalineación, la siguiente etapa de fabricación (Figura 2D) requiere la rotación cuidadosa de la matriz de rejilla con respecto al sustrato de guía de onda (y su borde reflectante 3) para realinear las impresiones de rejilla de difracción de fluidos dentro de los depósitos de cola de curado. La alineación óptima se detecta cuando ocurre la alineación angular si los diferentes colores de haces de luz de salida se observan.

Cuando se observa la alineación óptima, la cola de curado fluida se cura posteriormente (Figura 2E) mediante su irradiación con radiación ultravioleta (UV). Ello solidifica la cola de curado fluida impresa para solidificar las impresiones de rejillas de difracción de entrada, intermedia y de salida.

La guía de onda 1 resultante se separa de la matriz de guía de onda 12 (Figura 2F) e incluye en el relieve de superficie una rejilla de difracción de entrada 2 para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la guía de onda hacia el borde reflectante 3, una rejilla de difracción intermedia 4 para recibir luz difractada del borde reflectante 3 y para expandir la luz recibida en una primera dimensión mediante difracción, y una rejilla de difracción de salida 5 para recibir y emitir la luz expandida desde la guía de onda óptica por difracción.

El presente proceso de fabricación de la técnica anterior consume mucho tiempo, es difícil y propenso a errores.

Dos realizaciones de la invención proveen, cada una, una guía de onda para un aparato de visualización que aborda dichos problemas de fabricación y producto.

Con referencia a la Figura 3 y Figura 4, las realizaciones comprenden, cada una, un sustrato de guía de onda óptica planar (20, 24) para guiar la luz que se mostrará. El sustrato soporta una rejilla de difracción de entrada (21, 28) dispuesta sobre una superficie para recibir luz que soporta imágenes y difractar la luz recibida a lo largo de la guía de onda óptica directamente hacia una rejilla intermedia 25 de modo que la luz se guía dentro de la guía de onda.

Una rejilla de difracción intermedia (22, 25) se forma sobre una superficie de la guía de onda y se acopla ópticamente a la rejilla de difracción de entrada (20, 24) mediante la guía de onda óptica. Esta se dispone para recibir luz difractada de la rejilla de difracción de entrada directamente y para expandir la luz recibida en una primera dimensión mediante difracción. Las líneas/ranuras de rejilla de la rejilla de entrada no son paralelas a aquellas de la rejilla intermedia de modo que los vectores de rejilla de las dos rejillas tienen diferentes orientaciones, al igual que sus respectivas proyecciones hacia la superficie planar del sustrato de guía de onda. En el presente ejemplo, los vectores de rejilla se extienden paralelos al plano de la estructura de guía de onda y, como tales, sus respectivas proyecciones sobre aquella son iguales a los propios vectores. La rejilla de entrada se ubica dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla intermedia. Estar ubicada dentro del área geográfica/huella de la rejilla intermedia significa que la ubicación real de la rejilla de entrada puede definirse como dentro de los límites de la rejilla intermedia (p.ej., Figura 3) o que la ubicación aparente de la rejilla de entrada puede definirse como dentro de los límites de la rejilla intermedia (p.ej., Figura 4).

Una rejilla de difracción de salida (23, 27) se acopla ópticamente a la rejilla de difracción intermedia mediante la parte de guía de onda óptica y se dispone para recibir la luz expandida y para emitir la luz expandida recibida de la guía de onda óptica, mediante difracción, para la visualización.

De manera notable, no hay uso de un borde especialmente reflectante como en el dispositivo de la técnica anterior y, asimismo, el material de la rejilla de difracción intermedia (22, 25) cubre todas las partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica, en un lado del planchón de guía de onda, mediante lo cual la luz de entrada que soporta imágenes se guía por reflexión interna total de la rejilla de difracción de entrada (21, 28) a la rejilla de difracción intermedia (22, 25).

En la realización de la Figura 3, el material de la rejilla de difracción intermedia 22 es continuo con el material de la rejilla de difracción de entrada 21. Sin embargo, en la realización de la Figura 4, el material de la rejilla de difracción de entrada 28 no es continuo con el material de la rejilla intermedia 25. De hecho, la rejilla intermedia 25 y la rejilla de salida 27 de la presente realización alternativa se forman, cada una, en un primer lado planar 24A del sustrato de guía de onda planar opuesto al segundo lado planar 24B del sustrato de guía de onda planar sobre el cual se forma la rejilla de entrada 28. La Figura 4 muestra tanto el primero como el segundo lados planares que soportan dichas tres rejillas de difracción (las flechas punteadas señalan rejillas vistas "a través" del planchón de guía de onda).

Con referencia a la Figura 4 en detalle, la rejilla de difracción intermedia en un lado 24A del sustrato de guía de onda comprende una región de difracción 25 que rodea una región de ventana de entrada circular y sustancialmente de no difracción 26. El lado opuesto 24B del sustrato de guía de onda planar soporta la rejilla de entrada 28 posicionada en registro con la región de ventana de entrada 26 de modo que la rejilla de entrada es visible a través de la región de ventana de entrada. La región de ventana de entrada puede comprender el mismo material que, y ser continuo con, el material de la región de difracción de los alrededores 25 que forma la rejilla de difracción intermedia. En realizaciones alternativas, la región de ventana de entrada puede definirse por la ausencia de material que deja descubierta y expuesta una región del sustrato de guía de onda planar expuesta y sin cubrir/revestir. En cualquier caso, la ubicación aparente de la rejilla de difracción de entrada 28, aparente a través de la ventana de entrada 26, se encuentra dentro de los límites de la rejilla intermedia y, como tal, se ubica dentro del área geográfica o huella de la rejilla intermedia. Por supuesto, en el ejemplo de la Figura 3, la ubicación real de la rejilla de difracción de entrada 21 se encuentra dentro de los límites de la rejilla intermedia. En el primer caso, la rejilla de entrada se encuentra fuera de plano con la rejilla intermedia y, en el último caso, se encuentra en plano.

El material de la rejilla de difracción intermedia (22, 25) puede ser también continuo con el material de la rejilla de difracción de salida (23, 27) en una o cada una de las presentes realizaciones. La rejilla de difracción de salida puede formarse en plano con la rejilla intermedia y/o la rejilla de entrada o fuera de plano con cualquiera de ellas/ambas. Ello puede lograrse mediante la formación de la rejilla de salida en una superficie apropiada de las dos superficies opuestas del sustrato de guía de onda.

La rejilla de difracción intermedia (22, 25) es una rejilla de relieve de superficie de onda cuadrada formada en una superficie de cola de curado curada depositada sobre una superficie del sustrato de guía de onda planar (20, 24). De manera similar, tanto la rejilla de difracción de entrada (21, 28) como la rejilla de difracción de salida (23, 27) son, cada una, una rejilla de relieve de superficie encendida formada en una superficie de cola de curado curada depositada sobre una superficie del sustrato de guía de onda planar.

Un revestimiento dieléctrico o metálico puede depositarse sobre las rejillas de difracción de entrada, intermedia y/o de salida según se desee. El revestimiento preferiblemente tiene un índice de refracción que difiere de (p.ej., es mayor que) el índice de refracción del material de la cola de curado curada que forma la rejilla de difracción revestida en cuestión.

Las presentes realizaciones de una guía de onda para su uso en un dispositivo de visualización comprenden la guía de onda descrita más arriba. Ejemplos incluyen una visualización frontal montada en un casco (HUD, por sus siglas en inglés), o una HUD para montar en un vehículo (p.ej., cabina, etc., de un vehículo táctico u otro vehículo).

La Figura 5 muestra, de forma esquemática, la guía de onda de cualquiera de las realizaciones de la Figura 3 o Figura 4, en uso. La luz que soporta imágenes 6 que se visualizará se ingresa en la guía de onda planar (20, 24A) en la rejilla de difracción de entrada (21, 28), sobre la cual se difracta y guía 7 a lo largo de la guía de onda óptica planar directamente hacia y a lo largo de la rejilla de difracción intermedia (22, 25) en virtud de la orientación no paralela seleccionada de sus líneas/ranuras de rejilla (o vector de rejilla) con respecto a las líneas/ranuras de rejilla (o vector de rejilla) de la rejilla intermedia. La rejilla intermedia se dispone para expandir la luz recibida en una primera dimensión 7 mediante difracción y para dirigir la luz expandida 8, en virtud de la orientación de sus líneas/ranuras de rejilla (o vector de rejilla) hacia la rejilla de difracción de salida (23, 27) mediante la guía de onda óptica planar, para la salida 9, y visualización por un usuario 10.

En particular, la rejilla de salida se dispone para recibir la luz expandida 8 de la rejilla intermedia (22, 25) y para emitir 9 la luz expandida recibida desde la guía de onda óptica planar mediante difracción para la visualización. La orientación de las líneas/ranuras de rejilla (a saber, vector de rejilla) de la rejilla de salida difiere de la de las líneas/ranuras de rejilla (vector de rejilla) de la rejilla intermedia.

La Figura 5 muestra la rejilla de difracción de entrada ubicada dentro de la rejilla de difracción intermedia y formada en común con líneas/ranuras/vector de rejilla orientados de manera diferente (como en la Figura 3) o formada de manera separada pero visible a través de la región de ventana de entrada de la guía de onda (como en la Figura 4) según corresponda para la realización en cuestión.

Las Figuras 6, 7, 8 y 9 ilustran aspectos ventajosos de la invención en comparación con guías de onda de la técnica anterior como, por ejemplo, se ilustra en la Figura 1A o 1B.

Con referencia a la Figura 6, puede verse que la evitación del uso, en realizaciones de la invención, de la necesidad de un borde reflectante 3 en el sustrato de guía de onda acorta la longitud de trayecto óptico de la luz que pasa de la rejilla de entrada a la rejilla intermedia. En consecuencia, el campo de visión angular total (TFOV, por sus siglas en inglés) soportado por la rejilla de difracción de entrada puede adaptarse por una rejilla de difracción intermedia que tenga un ancho relativamente más pequeño en realizaciones de la invención. Ello permite a la guía de onda ser más corta en conjunto dado que la rejilla de difracción intermedia puede ser más pequeña en el área.

Además, con referencia a la Figura 7, dicha reducción de ancho/área de la rejilla intermedia significa que se requiere que la luz que se ha difractado por la rejilla de difracción intermedia en una dirección hacia la rejilla de salida (a saber, "girado" hacia la rejilla de salida) pase a lo largo de menos área de rejilla de difracción intermedia en su trayecto hacia la rejilla de salida. Debe notarse que dado que la luz girada se guía por reflexión interna total (TIR, por sus siglas en inglés) entre superficies planas opuestas del sustrato de guía de onda planar, cada TIR de la superficie de sustrato que soporta la estructura de rejilla intermedia resultará en cierta pérdida de luz por difracción allí. La luz perdida se dirige de manera transversal a la dirección en la cual la luz "girada" se desplaza -a saber, lejos de la rejilla de salida. Dicha luz no alcanzará la rejilla de salida. Cuantas menos de dichas interacciones con pérdidas haya con la rejilla intermedia menos luz se pierde de la salida de visualización final. Por consiguiente, el área reducida de la rejilla intermedia de la invención reduce dichas pérdidas, como se muestra, de forma esquemática, en la Figura 7 en comparación con la guía de onda 1 con más pérdidas de la técnica anterior.

Las Figuras 8 y 9 ilustran una ventaja adicional de las realizaciones preferidas de la invención en las cuales el material de la rejilla de difracción intermedia cubre todas las partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica en un lado de aquella mediante lo cual la luz recibida que soporta imágenes se guía por reflexión interna total de la rejilla de difracción de entrada a la rejilla de difracción intermedia. Ello ocurre en la realización ilustrada en la Figura 3 donde la rejilla de entrada y rejilla intermedia son continuas (en plano) en el mismo lado del sustrato de guía de onda. Ello también ocurre en la realización en la Figura 4 cuando la rejilla de entrada se reemplaza por una ventana de entrada 26 continua con la rejilla intermedia que comprende el mismo material que el material de la rejilla intermedia. La rejilla de entrada en dicho caso es visible en el lado inverso del sustrato de guía de onda planar a través de la ventana de entrada.

La Figura 8 muestra una comparación simultánea de una sección a través de la rejilla de entrada y rejilla intermedia de una guía de onda comparativa hipotética (imagen de lado izquierdo) y una guía de onda según una realización de la invención (imagen de lado derecho). Puede verse que el efecto de producir rejillas de difracción de entrada y salida aisladas y discretas sobre la superficie de sustrato de guía de onda es presentar un borde estructural al trayecto de luz guiada dentro del sustrato de guía de onda, en el cual la difusión de luz puede ocurrir. Ello resulta en la pérdida de luz que reduce el brillo de imagen y también en la contaminación de la luz que soporta imágenes con luz dispersa aleatoria que degrada el contraste y la resolución de la imagen de salida. La Figura 9 ilustra el presente efecto en una vista de despiece de partes de la vista en sección de la guía de onda hipotética de la Figura 8.

Dado que, según las realizaciones preferidas de la invención en un aspecto, el material de la rejilla de difracción intermedia cubre todas las partes de la superficie superior de la parte de guía de onda óptica en un lado de aquella (que soporta la rejilla intermedia y, en un continuum de material, ya sea el material de la rejilla de entrada o el material de la ventana de entrada), no hay un borde de difusión presentado a la luz guiada que pasa a la rejilla intermedia por reflexión interna total. Aunque la presente ventaja técnica se ha ilustrado con referencia a un

dispositivo hipotético que se muestra en la Figura 8, lado izquierdo, las desventajas de la estructura del dispositivo hipotético se comparten por los dispositivos de la técnica anterior que se muestran en la Figura 1A y 1B.

Las Figuras 10A a 10D ilustran, de manera esquemática, el proceso de fabricación por el cual la guía de onda de la Figura 3 puede fabricarse. El proceso comienza (Figura 10A) con el depósito sobre un sustrato de guía de onda óptica planar 20 de una cola de curado fluida 11 que es curable para formar un sólido ópticamente transparente. Dos depósitos separados, discretos y aislados de cola de curado se depositan sobre el sustrato en ubicaciones donde se pretende formar dos regiones de rejilla de difracción separadas acopladas ópticamente entre sí por el sustrato de guía de onda. A continuación, (Figura 10B) una matriz de rejilla 30 se introduce en el proceso. La matriz de rejilla soporta sobre una superficie tres patrones de relieve de superficie (31, 32, 33), cada uno de los cuales representa una de tres rejillas de difracción de relieve de superficie. Cada patrón de relieve de superficie de la matriz de rejilla se encuentra en forma negativa, o recíproca, con respecto a la rejilla que está diseñado a estampar.

La matriz de rejilla se imprime sobre los dos depósitos discretos de cola de curado fluida, al unísono, para formar una impresión sobre dichos dos depósitos correspondiente a una de tres rejillas de difracción. Las tres rejillas de difracción definen una región de rejilla de difracción de entrada definida por un primer patrón de relieve de superficie 31 de la matriz de rejilla formada totalmente dentro del área geográfica, o huella, de una región de rejilla de difracción intermedia definida por un segundo patrón de relieve de superficie 32 de la matriz de rejilla y una región de rejilla de difracción de salida separada definida por un tercer patrón de relieve de superficie 33 de la matriz de rejilla. Las líneas/ranuras de rejilla de la rejilla de entrada se definen por la matriz de rejilla para que no sean paralelas a aquellas de la rejilla intermedia para difractar luz de entrada directamente hacia y a lo largo del cuerpo principal de la rejilla intermedia.

A continuación (Figura 10C), la cola de curado fluida se cura mediante su irradiación con radiación ultravioleta (UV) 45 con la matriz de rejilla en el lugar. Ello solidifica la cola de curado fluida impresa para solidificar las impresiones de rejillas de difracción de entrada, intermedia y de salida.

Finalmente (Figura 10D), la matriz se separa del sustrato de guía de onda para revelar una guía de onda de la estructura que se muestra en la Figura 3, que comprende las rejillas de entrada, intermedia y de salida solidificadas formadas sobre la misma superficie del sustrato planar de guía de onda.

Es preciso notar que el presente proceso evita la necesidad de usar un borde reflectante y, por consiguiente, la necesidad de alinear las rejillas de difracción con dicho borde antes de curar la cola de curado.

Las Figuras 11A a 11I ilustran, de manera esquemática, el proceso de fabricación por el cual la guía de onda de la Figura 4 puede fabricarse. El proceso comienza (Figura 11A) con el depósito sobre un sustrato de guía de onda óptica planar 24 de una cola de curado fluida 11 que es curable para formar un sólido ópticamente transparente. Dos depósitos separados, discretos y aislados de cola de curado se depositan sobre el sustrato en ubicaciones donde se pretende formar dos regiones de rejilla de difracción separadas acopladas ópticamente entre sí por el sustrato de guía de onda.

A continuación, (Figura 11B) una matriz de rejilla 40 se introduce en el proceso. La matriz de rejilla soporta sobre una superficie dos patrones de relieve de superficie (41, 42), cada uno de los cuales representa una de dos rejillas de difracción de relieve de superficie. Cada patrón de relieve de superficie de la matriz de rejilla se encuentra en forma negativa, o recíproca, a la rejilla que está diseñado a estampar.

La matriz de rejilla se imprime sobre los dos depósitos discretos de cola de curado fluida, al unísono, para formar una impresión sobre dichos dos depósitos correspondiente a una de dos rejillas de difracción. Las dos rejillas de difracción definen una región de rejilla de difracción intermedia definida por un primer patrón de relieve de superficie 42 de la matriz de rejilla y una región de rejilla de difracción de salida separada definida por un segundo patrón de relieve de superficie 41 de la matriz de rejilla. Una región de ventana de entrada de no difracción 43 también se define por la matriz de rejilla ubicada dentro de y totalmente rodeada por el límite del primer patrón de relieve de superficie para la rejilla intermedia.

A continuación (Figura 11C), la cola de curado fluida se cura mediante su irradiación con radiación ultravioleta (UV) 45 con la matriz de rejilla 24 en el lugar. Ello solidifica la cola de curado fluida impresa para solidificar las impresiones de rejillas de difracción de ventana de entrada, intermedia y de salida.

En la siguiente etapa de fabricación (Figura 11D), la matriz de rejilla se separa del sustrato de guía de onda para revelar la ventana de entrada 26, rejilla intermedia 27 y rejilla de salida solidificadas formadas sobre la misma superficie del sustrato planar de guía de onda.

A continuación (Figura 11E), un depósito adicional de la cola de curado fluida se deposita entonces sobre el lado del sustrato de guía de onda óptica planar 24B inverso al lado 24A sobre el cual las rejillas intermedia y de salida se han formado. La cola de curado fluida se deposita en una ubicación donde pretende formar la rejilla de difracción de entrada en registro con, y visible a través de, la ventana de entrada 26. Una matriz de rejilla de entrada 44 se introduce, la cual soporta sobre una superficie un patrón de relieve de superficie 45 que representa una rejilla de

difracción de relieve de superficie en forma negativa, o recíproca, con respecto a la rejilla que está diseñado a estampar. La matriz de rejilla de entrada se imprime sobre el depósito discreto de cola de curado fluida.

5 A continuación (Figura 11F), con la cola de curado aún en forma fluida y la matriz de rejilla de entrada 44 impresa sobre esta para definir la rejilla de entrada, luz de múltiples colores diferentes se ingresa en la guía de onda a través de la ventana de entrada 26. Dicha luz de entrada se difracta por el patrón de rejilla de entrada no curado en el sustrato de guía de onda 24 hacia la rejilla de difracción intermedia y, de allí, a la rejilla de difracción de salida. En la rejilla de salida 27, la luz multicolor se emite desde el sustrato de guía de onda 24. Cualquier desalineación angular entre las direcciones de salida de la luz de diferentes colores se observa. Dicha desalineación se deberá a una desalineación entre las líneas/ranuras de rejilla de difracción de la rejilla de entrada 44 de la guía de onda y las líneas/ranuras de rejilla de difracción de la rejilla de difracción intermedia. De hecho, el ángulo en el cual la luz se emite desde la primera debe alienarse, de manera exacta, de modo que la luz se acopla a las rejillas de difracción subsiguientes de manera óptima.

10 Con el fin de ajustar dicha desalineación, la siguiente etapa de fabricación (Figura 11G) requiere la rotación cuidadosa de la matriz de rejilla de entrada 44 con respecto al sustrato de guía de onda (y sus otras rejillas 25, 27) para realinear la orientación de las líneas/ranuras de rejilla de la impresión de rejilla de difracción de entrada de fluidos dentro del depósito de cola de curado fluida. La alineación óptima se detecta cuando se observa la alineación angular de los diferentes colores de haces de luz de salida. Es preciso notar que las líneas de rejilla de entrada no son paralelas a las líneas/ranuras de rejilla de la rejilla intermedia en la alineación óptima. Por consiguiente, los respectivos vectores de rejilla tienen diferentes orientaciones.

15 Cuando se observa una alineación óptima, la cola de curado fluida se cura posteriormente (Figura 11H) mediante su irradiación con radiación ultravioleta (UV) 45. Ello solidifica la cola de curado fluida impresa para solidificar la impresión de la rejilla de difracción de entrada.

20 Finalmente (Figura 11I), la segunda matriz de rejilla 45 se separa del sustrato de guía de onda para revelar una guía de onda de la estructura que se muestra en la Figura 4, que comprende la ventana de entrada, la rejilla intermedia y la rejilla de salida solidificadas formadas sobre la misma superficie del sustrato planar de guía de onda, y una rejilla de entrada formada en el otro lado del sustrato planar y visible a través de la ventana de entrada.

Es preciso notar que el presente proceso evita la necesidad de usar un borde reflectante.

25 En incluso una realización adicional, la etapa (Figura 11A) de depositar sobre el sustrato de guía de onda óptica planar 24 una cola de curado fluida 11 puede, de forma alternativa, incluir depositar la cola de curado fluida de manera que ninguna cola de curado se deposita en la ubicación prevista de la ventana de entrada 26 de la rejilla intermedia 25. Como resultado, la ventana de entrada no comprenderá cola de curado -a saber, región de superficie de sustrato óptico clara y no cubierta rodeada por partes de rejilla de difracción intermedia, antes que un revestimiento libre de cola de curado libre de ranuras/líneas según se describe más arriba.

30 Las realizaciones descritas más arriba son con fines ilustrativos y modificaciones, variantes y todos los equivalentes como, por ejemplo, será aparente inmediatamente para la persona con experiencia en la técnica, quedan abarcados dentro del alcance de la invención, según se define por las reivindicaciones, por ejemplo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar una guía de onda para un aparato de visualización, la guía de onda incluyendo una rejilla de difracción de entrada para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la guía de onda, una rejilla de difracción intermedia para recibir luz difractada de la rejilla de difracción de entrada y para expandir la luz recibida en una primera dimensión mediante difracción, y una rejilla de difracción de salida para recibir y emitir la luz expandida desde la guía de onda óptica por difracción, el método comprendiendo:
- 5 proveer una parte de guía de onda óptica planar;
- depositar sobre al menos una superficie planar de la parte de guía de onda óptica un material fluido curable para formar un sólido ópticamente transparente;
- 10 imprimir sobre el material fluido una impresión que define una región de rejilla de difracción de entrada, una región de rejilla de difracción intermedia y una región de rejilla de difracción de salida; y
- curar el material fluido impreso para solidificar dicha impresión,
- en donde la región de rejilla de difracción de entrada se posiciona totalmente dentro del área geográfica de la región de rejilla de difracción intermedia y en donde los vectores de rejilla de la región de rejilla de difracción de entrada y región de rejilla de difracción intermedia se orientan en diferentes direcciones respectivas.
- 15 2. El método según la reivindicación 1, en donde el material fluido se deposita sobre una superficie planar de la parte de guía de onda de modo que la impresión que define la región de rejilla de difracción intermedia se forma en el material fluido que es continuo con el material fluido en el cual se forma la impresión que define al menos la región de rejilla de difracción de entrada y de modo que al menos la rejilla de difracción de entrada y la rejilla de difracción intermedia son sustancialmente coplanares.
- 20 3. El método según la reivindicación 1 o reivindicación 2, en el cual dicha impresión incluye imprimir simultáneamente sobre el material fluido depositado sobre una superficie planar de la parte de guía de onda tanto la región de rejilla de difracción de entrada como la región de rejilla de difracción intermedia.
4. El método según la reivindicación 1, en donde el material fluido se deposita sobre superficies planares opuestas de la parte de guía de onda y en donde la impresión que define la región de rejilla de difracción de entrada se imprime en el material fluido depositado sobre una superficie de la parte de guía de onda y la impresión que define la región de rejilla de difracción intermedia se imprime en el material fluido depositado sobre la superficie opuesta de la parte de guía de onda y en donde la región de rejilla de difracción intermedia, cuando se ve a lo largo de una dirección a través de la región de rejilla de difracción de entrada perpendicular a la superficie de guía de onda sobre la cual la región de rejilla de difracción de entrada se ha formado, parece rodear completamente la región de rejilla de difracción de entrada.
- 25 30 5. El método según cualquier reivindicación precedente, en el cual el material fluido en el cual la región de rejilla de difracción intermedia se forma es continuo con el material fluido en el cual la región de rejilla de difracción de salida se forma.
- 35 6. El método según la reivindicación 2 o reivindicación 3, en el cual dicha impresión incluye imprimir sobre el material fluido depositado sobre una superficie planar de la guía de onda cada una de la región de rejilla de difracción de entrada, la región de rejilla de difracción intermedia y la región de rejilla de difracción de salida.
7. El método según cualquier reivindicación precedente, en el cual dicho curado incluye curar el material fluido simultáneamente para cada una de la región de rejilla de difracción de entrada y la región de rejilla de difracción intermedia o, además, la región de rejilla de difracción de salida.
- 40 8. El método según la reivindicación 4, en el cual dicho curado incluye curar simultáneamente el material fluido en el cual se forma la región de rejilla de difracción intermedia y la región de rejilla de difracción de salida cuando se forman sobre una superficie planar de la parte de guía de onda, y en donde el material fluido se aplica posteriormente a la superficie planar opuesta de la parte de guía de onda, la región de rejilla de difracción de entrada se forma allí mediante impresión y el material fluido en el cual la región de rejilla de difracción de entrada se forma se cura.
- 45 9. El método según la reivindicación 8, que incluye ajustar la orientación de la rejilla de difracción de entrada impresa en el material fluido con respecto a la rejilla de difracción intermedia solidificada y a la rejilla de difracción de salida solidificada y, posteriormente, curar la rejilla de difracción de entrada impresa en una orientación elegida.
- 50 10. El método según cualquier reivindicación precedente, en el cual dicha impresión incluye imprimir la rejilla de difracción intermedia con una estructura de rejilla de onda cuadrada.
11. El método según cualquier reivindicación precedente, en el cual dicha impresión incluye imprimir la región de rejilla de difracción de entrada y/o la región de rejilla de difracción de salida con una estructura de rejilla encendida.

12. El método según cualquier reivindicación precedente, incluida la aplicación de un revestimiento sobre la región de rejilla de difracción intermedia que tiene un índice de refracción que difiere del índice de refracción del material de la región de rejilla de difracción de intermedia.
- 5 13. El método según cualquier reivindicación precedente, incluida la aplicación de un revestimiento sobre la región de rejilla de difracción de entrada y/o de salida que tiene un índice de refracción que difiere del índice de refracción del material de la región de rejilla de difracción de entrada y/o salida.
14. El método según cualquier reivindicación precedente, en el cual la rejilla de difracción de salida se dispone para recibir dicha luz expandida de la región de rejilla de difracción intermedia y para expandir la luz recibida en una segunda dimensión transversal a dicha primera dimensión.
- 10 15. Una guía de onda fabricada mediante el uso de un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

Fig. 1A

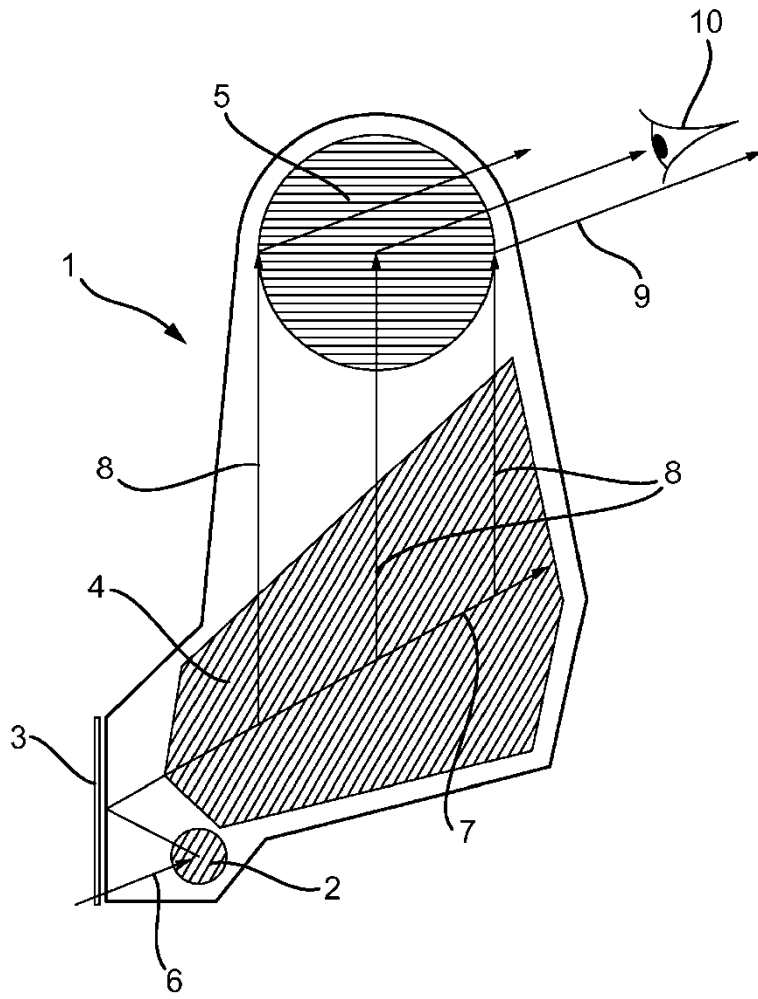


Fig. 1B

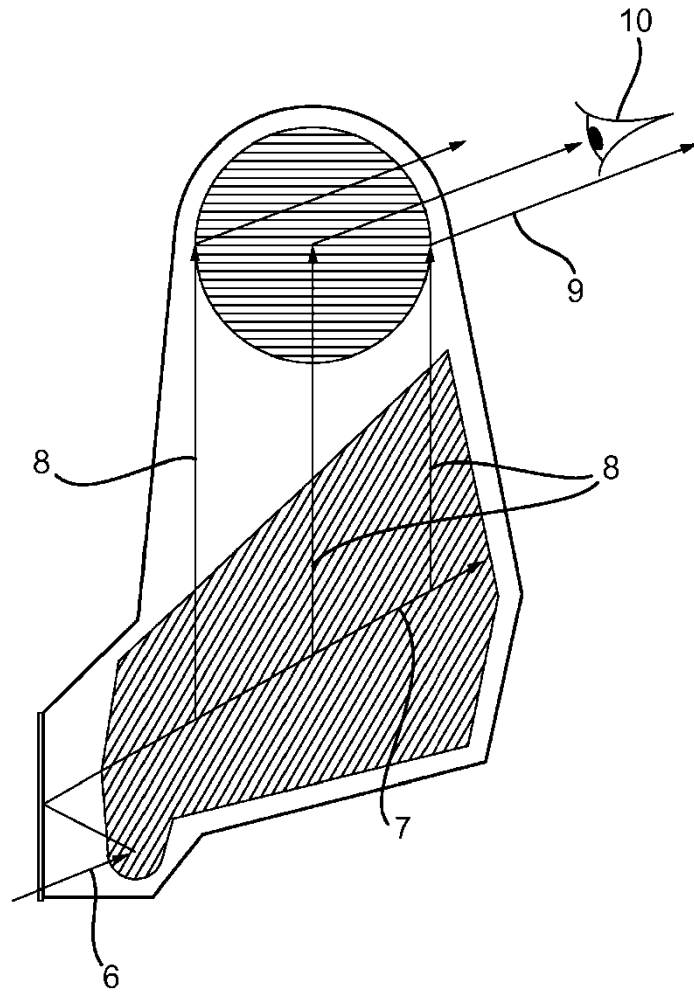


Fig. 2A

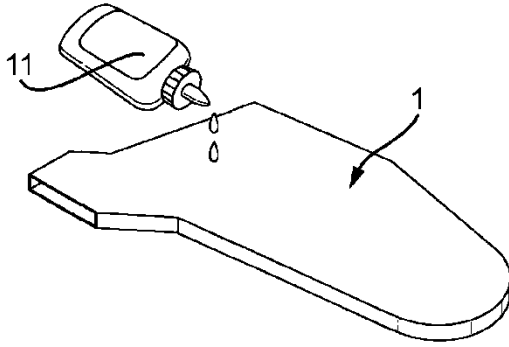


Fig. 2B

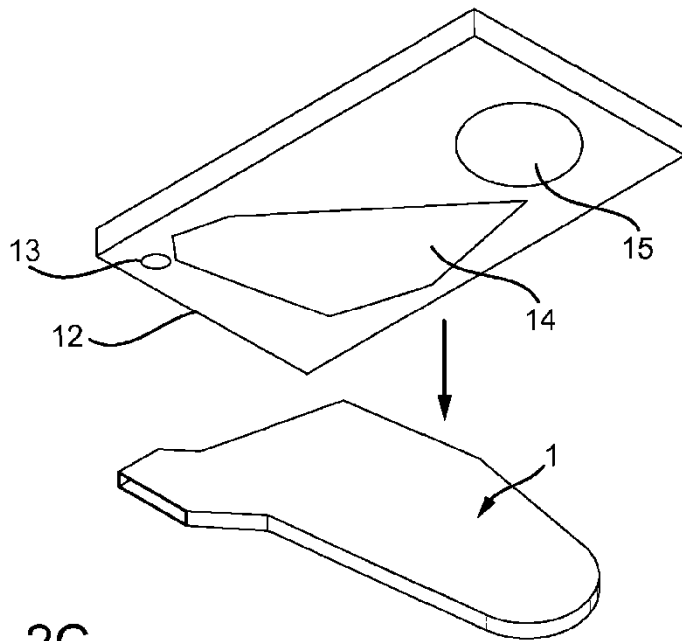


Fig. 2C

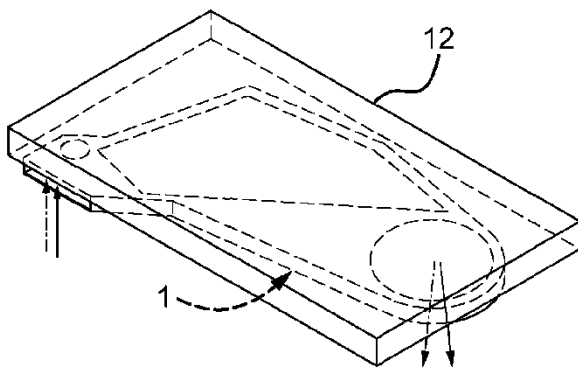


Fig. 2D

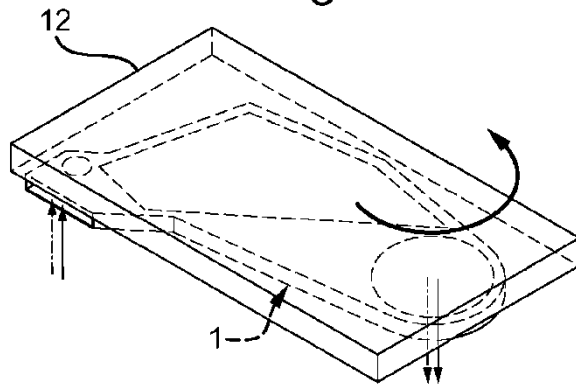


Fig. 2E

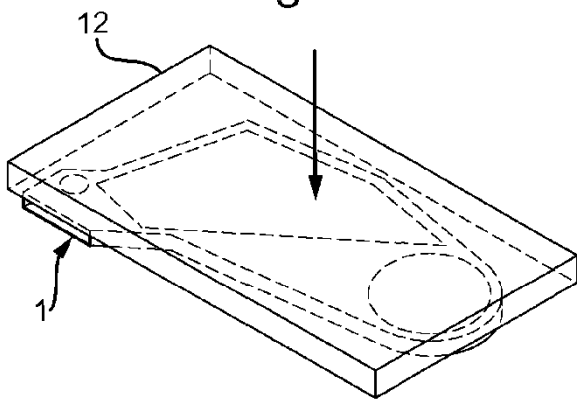


Fig. 2F

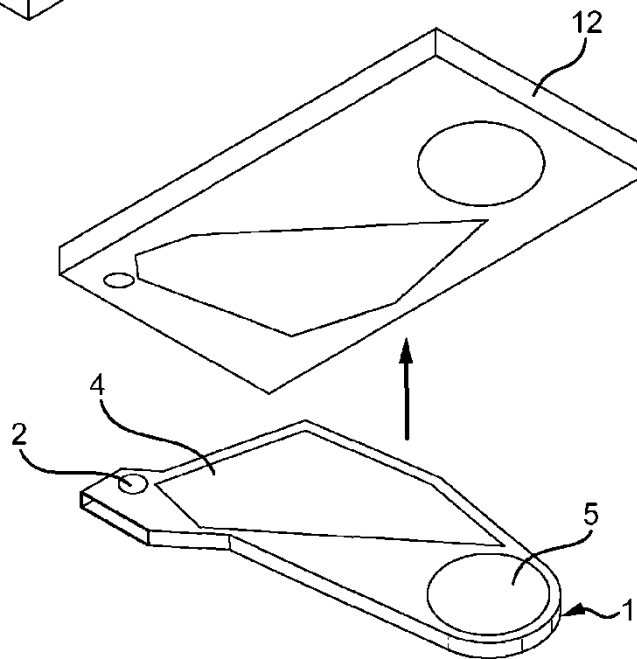


Fig. 3

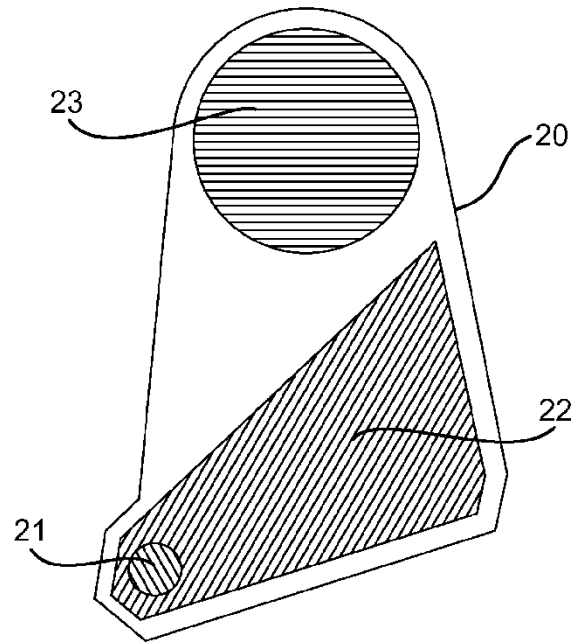


Fig. 4

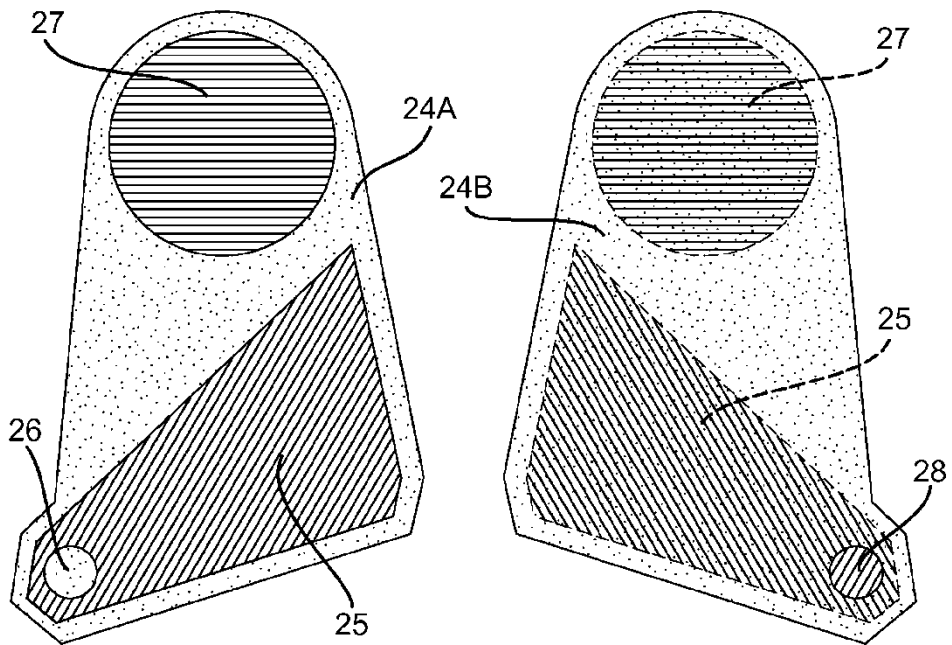


Fig. 5

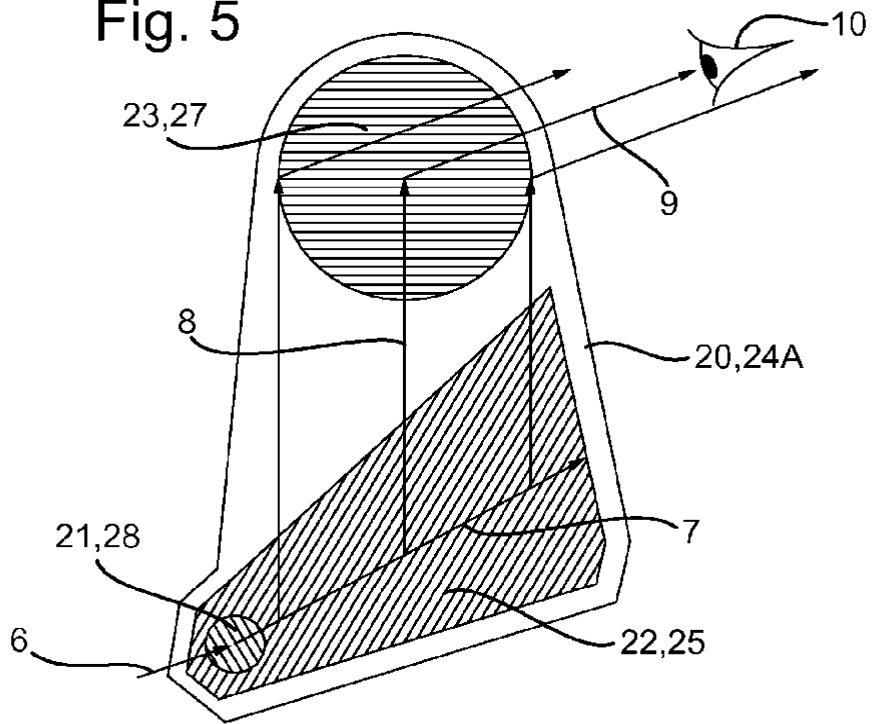


Fig. 6

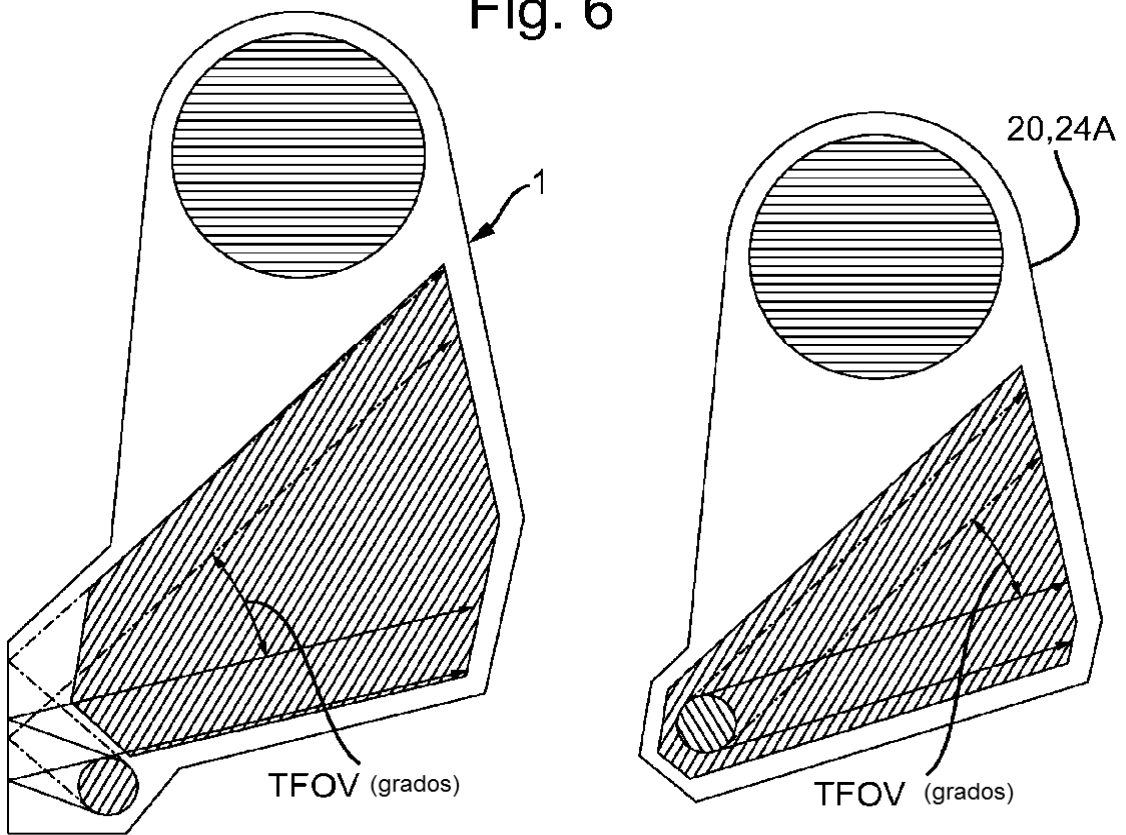


Fig. 7

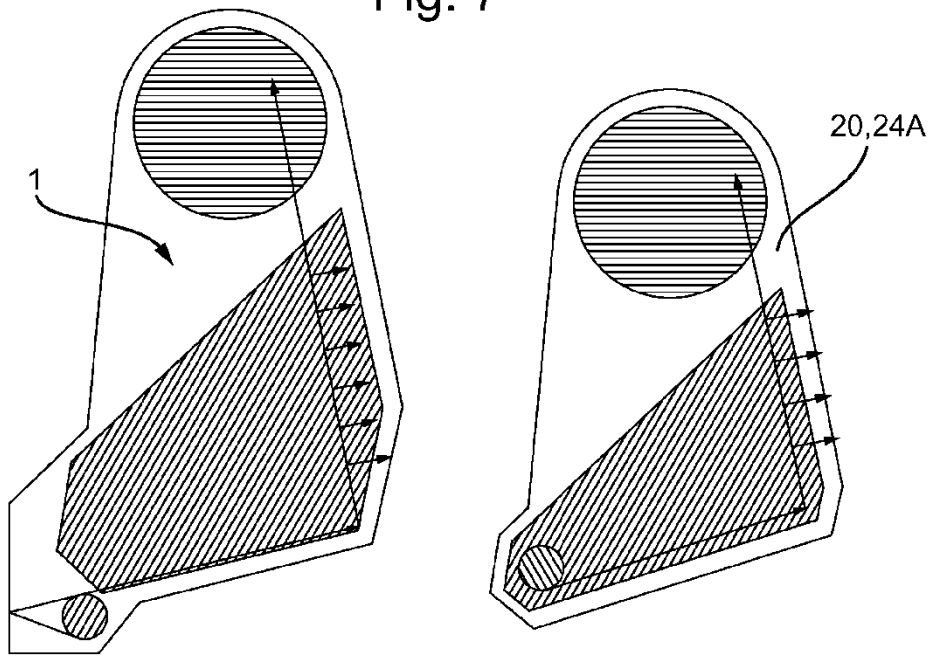


Fig. 8

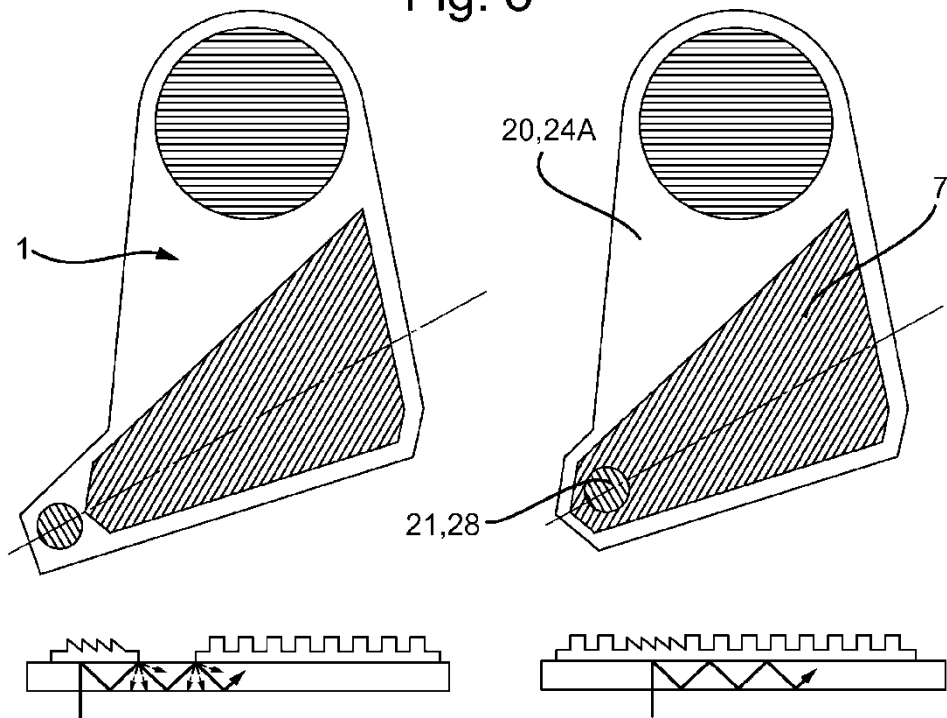
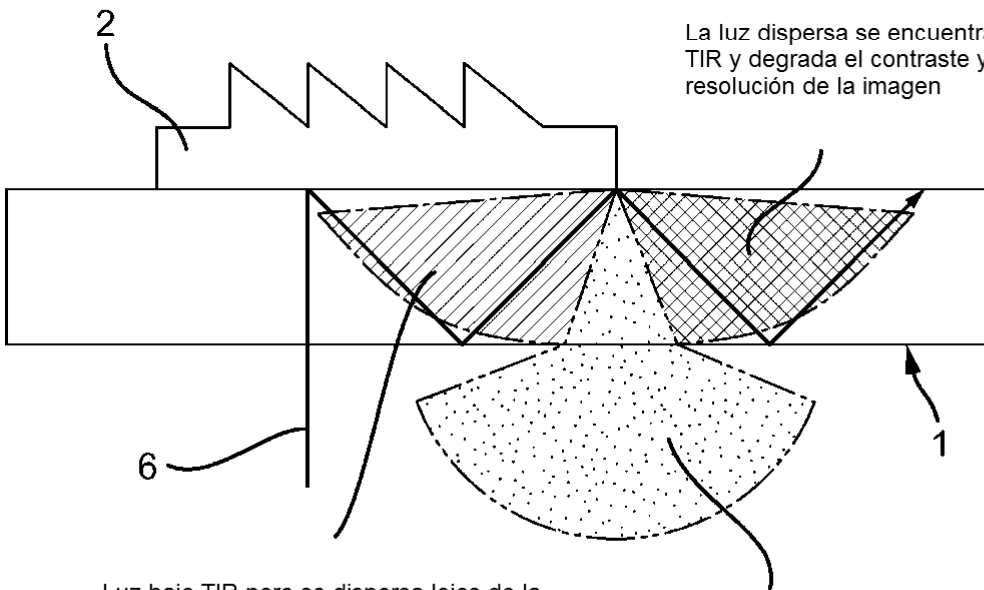
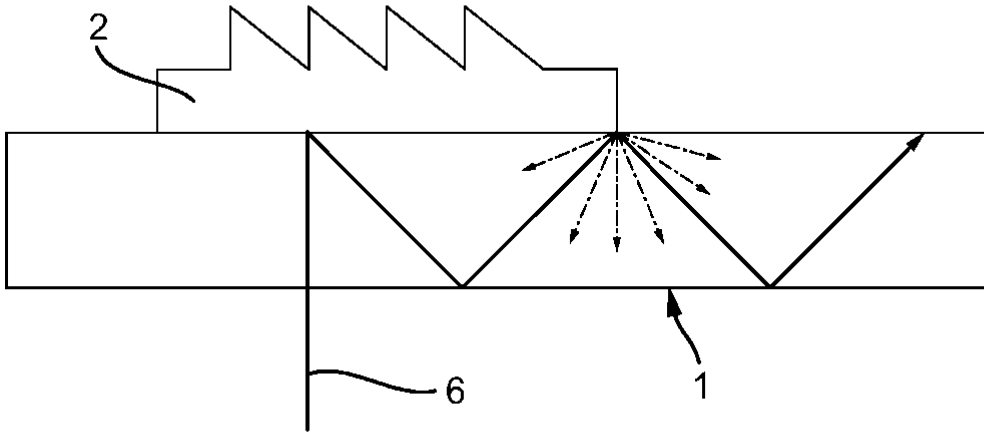


Fig. 9



La luz dispersa se encuentra bajo TIR y degrada el contraste y la resolución de la imagen

Luz bajo TIR pero se dispersa lejos de la rejilla de salida y, de esta manera, no degrada la imagen

La luz dispersa no se encuentra bajo TIR y deja la guía de onda sin degradar la imagen

Fig. 10A

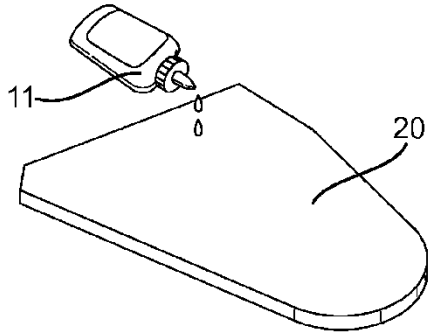


Fig. 10B

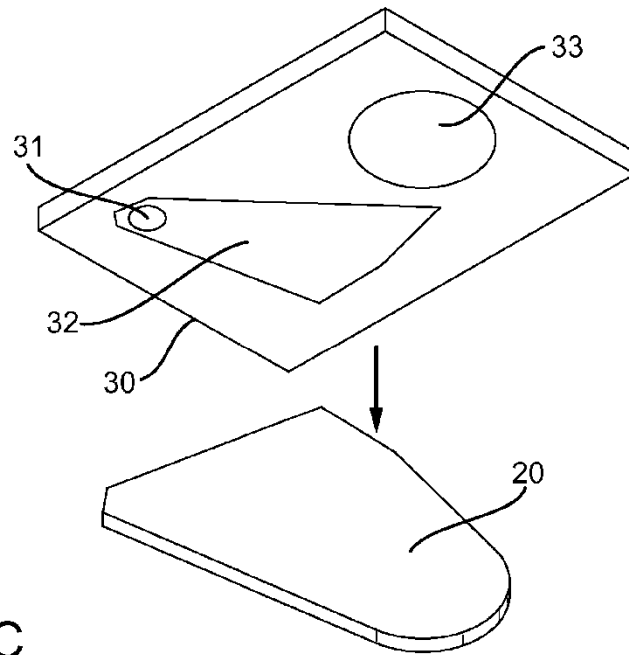


Fig. 10C

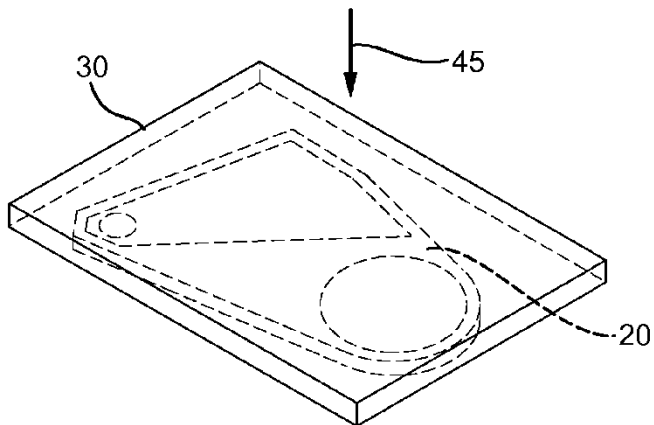


Fig. 10D

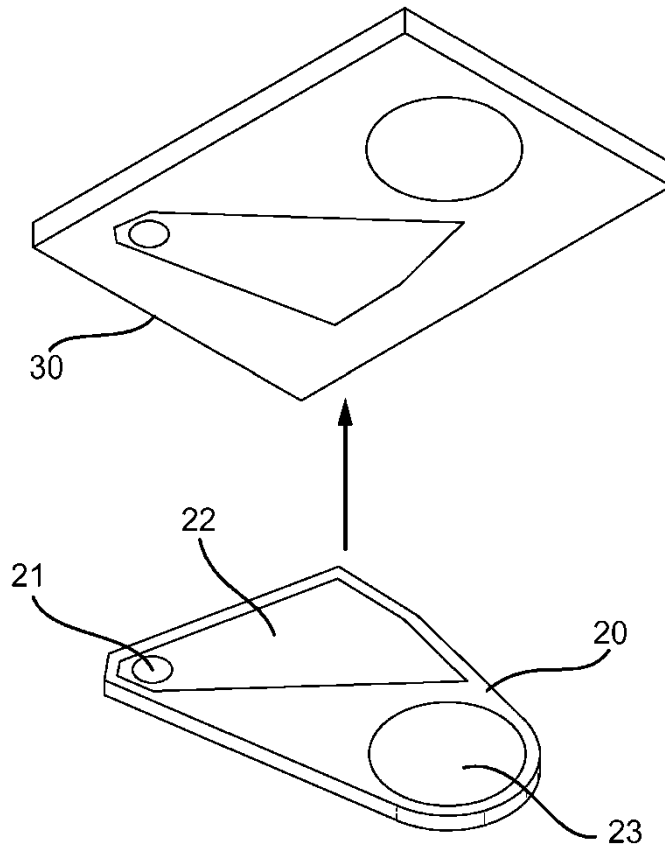


Fig. 11A

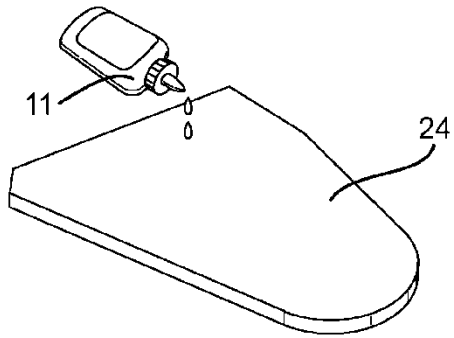


Fig. 11B

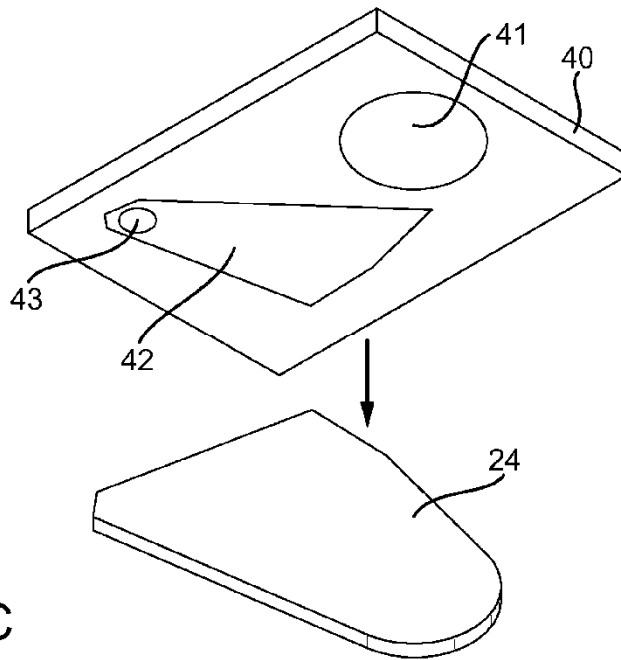


Fig. 11C

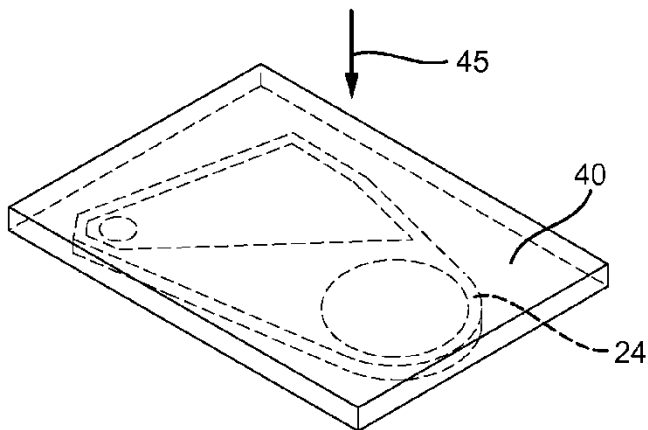


Fig. 11D

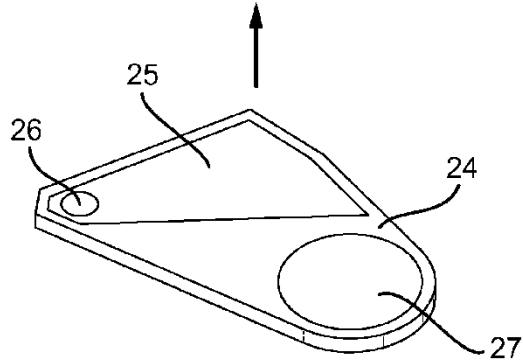
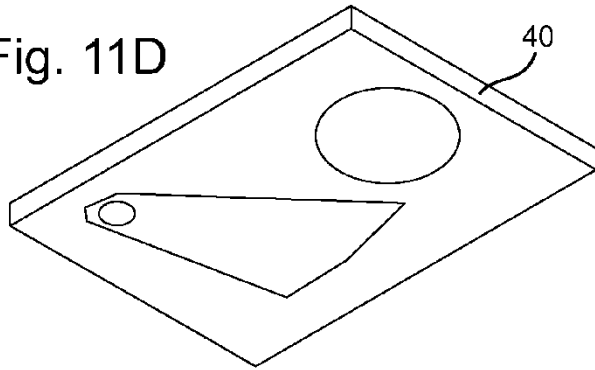


Fig. 11E

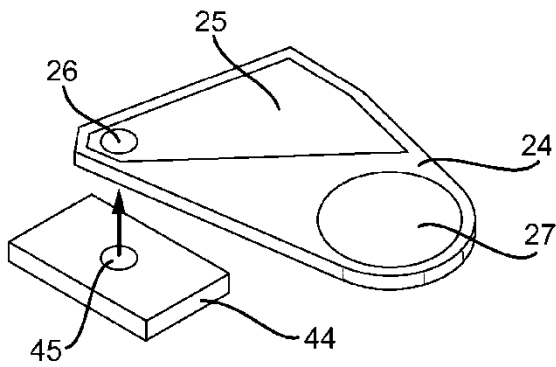


Fig. 11F

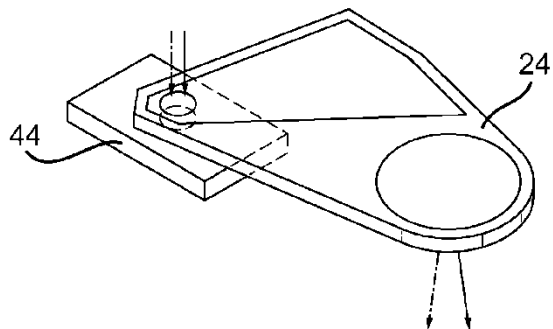


Fig. 11G

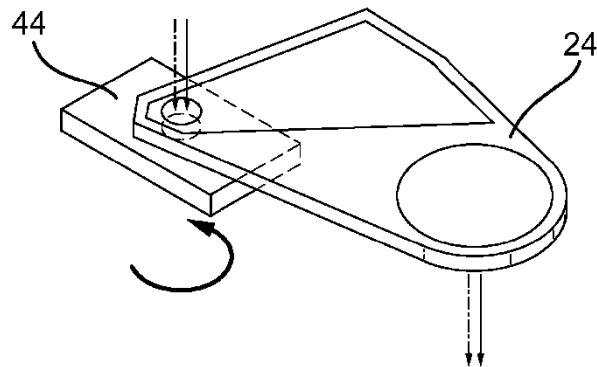


Fig. 11H

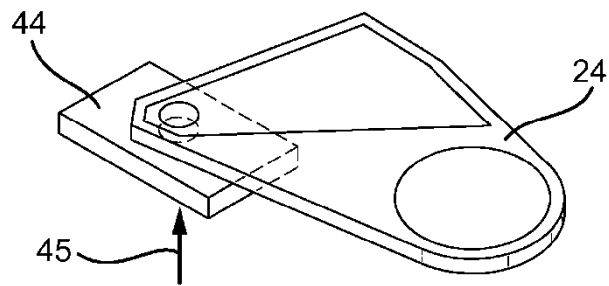


Fig. 11I

