

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 926 852**

(51) Int. Cl.:

G02B 27/01 (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01)
G02B 27/42 (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01)
G02B 27/10 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2018 PCT/FI2018/050905**
(87) Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2019 WO19122508**
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2018 E 18891531 (8)**
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2022 EP 3710883**

(54) Título: **Elemento de guía de onda de difracción y dispositivo de visualización de guía de onda de difracción**

(30) Prioridad:

22.12.2017 FI 20176161

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2022

(73) Titular/es:

**DISPELIX OY (100.0%)
Metsänneidonkuja 10
02130 Espoo, FI**

(72) Inventor/es:

**BLOMSTEDT, KASIMIR;
OLKKONEN, JUUSO y
SUNNARI, ANTTI**

(74) Agente/Representante:

GONZÁLEZ POVEDA, Sara

ES 2 926 852 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

Elemento de guía de onda de difracción y dispositivo de visualización de guía de onda de difracción

5 Campo de la invención

La invención se refiere a guías de ondas de difracción. Dichas guías de ondas se pueden utilizar en dispositivos de visualización personal, como pantallas montadas en la cabeza (HMD) y pantallas de visualización frontal (HUD).

10 Antecedentes de la invención

Las guías de ondas son elementos clave de formación de imágenes en muchos dispositivos de visualización personales modernos. La imagen que se va a visualizar puede acoplarse dentro y fuera de la guía de ondas, así como modificarse dentro de la guía de ondas, utilizando rejillas de difracción. Por ejemplo, se puede proporcionar una rejilla de acoplamiento interno para acoplar una imagen de un proyector a la guía de ondas, una rejilla expansora de pupila de salida para expandir el campo de luz en una o más dimensiones en el plano de la guía de ondas, y una rejilla de acoplamiento externo rejilla que acopla la imagen de la guía de ondas al ojo del usuario.

Un problema relacionado con los elementos de guía de ondas de difracción es la formación de franjas de la imagen fuera del acoplamiento de los mismos. Esto se debe a que los haces de luz que viajan en la guía de ondas a través de reflexiones internas totales pueden tener un período de rebote, es decir, una longitud de salto mayor que el diámetro de la pupila del ojo del espectador. En este caso, un píxel puede difractarse junto a la pupila y, por lo tanto, no ser visible para el usuario. Este efecto se nota en particular con ángulos de incidencia elevados (respecto al normal de la guía de ondas) y cuando se utiliza un proyector láser para la formación de imágenes, ya que cada píxel de la imagen se compone únicamente de un haz estrecho. Los documentos US 2016/291328 A1, WO 2017/207987 A1 y US 2017/131551 A1 divulgan elementos de guía de ondas para dispositivos de formación de imágenes.

Resumen de la invención

30 Es un objetivo de la invención resolver el problema mencionado anteriormente y proporcionar una solución que evite o disminuya la formación de franjas y ayude a proporcionar una imagen más integral.

La invención se basa en la idea de proporcionar, en conexión con un elemento óptico de difracción de acoplamiento interno de una guía de ondas, un elemento multiplicador de rayos que sea capaz de dividir los rayos entrantes en una pluralidad de rayos paralelos que se propagan en la guía de ondas desplazadas de los demás. El multiplicador se puede diseñar de manera que al menos un rayo, preferentemente una pluralidad de rayos, salga a la pupila del observador, en todos los ángulos de incidencia, con lo que se evita la formación de franjas. El elemento multiplicador de rayos se puede adaptar para dividir el rayo entrante en una o dos dimensiones.

40 En particular, la invención se caracteriza por lo establecido en las reivindicaciones independientes.

De acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona un elemento de guía de ondas de difracción para un dispositivo de visualización personal, comprendiendo el elemento una guía de ondas de visualización que se extiende en un plano de guía de ondas, un elemento óptico de difracción de acoplamiento interno dispuesto sobre o dentro de la guía de ondas de visualización para acoplar rayos de luz difractivamente en la guía de ondas de visualización, y un elemento óptico de difracción de acoplamiento externo dispuesto sobre o dentro de la guía de ondas de visualización para acoplar los rayos de luz acoplados difractivamente fuera de la guía de ondas de visualización. Además, se proporciona un elemento multiplicador de rayos ópticamente aguas arriba del elemento óptico de difracción de acoplamiento externo, siendo capaz el elemento multiplicador de rayos de dividir un rayo de luz que llega a la rejilla de acoplamiento interno en una pluralidad de rayos paralelos espacialmente desplazados en el plano de guía de ondas antes de que entren en el elemento óptico de difracción de acoplamiento externo. El elemento multiplicador de rayos se puede proporcionar aguas arriba o aguas abajo del elemento óptico de difracción de acoplamiento interno.

55 En particular, la densidad de la pluralidad de rayos paralelos, es decir, incluyendo el rayo original y los rayos multiplicados, es mayor que la longitud de salto del rayo de luz entrante en la dirección de propagación del rayo de luz entrante en la guía de ondas de visualización. Esto asegura que se produzca una densificación de rayos real del campo de luz.

60 De acuerdo con un segundo aspecto, la invención proporciona una pantalla de guía de ondas de difracción que comprende un elemento de guía de ondas de difracción del tipo anterior, y un proyector de imágenes adaptado para proyectar una pluralidad de rayos láser sobre dicho elemento óptico de difracción de acoplamiento interno, siendo los rayos multiplicados espacialmente en el elemento multiplicador de rayos. El haz único inicial emitido por el proyector de imágenes sale como un haz paralelo de múltiples rayos desde la rejilla de acoplamiento externo.

65 En particular, el desplazamiento espacial de los rayos multiplicados en cada ángulo particular que tiene lugar en el elemento multiplicador de rayos es diferente de la longitud de salto de los rayos en la guía de ondas de visualización,

por lo que tiene lugar una dispersión espacial adicional de los rayos. En una realización típica, el desplazamiento es menor que la longitud del salto en la guía de ondas.

5 La invención ofrece beneficios significativos. El multiplicador de rayos aumenta la densidad de rebote de los rayos que se propagan en la guía de ondas y, por lo tanto, aumenta el número de rayos acoplados externos por unidad de área en la rejilla de acoplamiento externo. Esto aumenta la probabilidad o garantiza completamente que haya al menos un rayo que salga hacia la pupila del ojo del espectador. Así, se evita o al menos se reduce la formación de franjas y se ve una imagen integral y más homogénea (sin franjas).

10 La invención mejora el rendimiento de la pantalla en particular con ángulos de incidencia elevados, que anteriormente han sido propensos a la formación de franjas.

15 Cabe señalar que la invención difiere de las rejillas de expansión de pupila de salida (EPE) convencionales en que la densidad de la pluralidad de rayos paralelos es mayor que la longitud del salto en la dirección de propagación de la luz entrante. Los EPE de acuerdo con la técnica anterior son incapaces de densificar el campo de luz en la dirección de propagación original, sino únicamente en la dirección transversal.

20 La invención se puede implementar con un elemento multiplicador de rayos relativamente simple con cambios menores o sin cambios en el diseño general de la guía de ondas. No se requieren cambios en el proyector.

25 Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones seleccionadas de la invención.

30 En algunas realizaciones, el elemento multiplicador de rayos comprende una guía de ondas multiplicadora plana que tiene un grosor menor que dicha guía de ondas de visualización. La guía de ondas multiplicadora se puede colocar de manera que interactúe directamente con el elemento óptico de difracción de acoplamiento interno para provocar la multiplicación de rayos en al menos una dimensión. Puede proporcionarse una disposición adicional de rejilla o microespejo, por ejemplo, para provocar la multiplicación en la otra dimensión. En algunas realizaciones, la guía de ondas multiplicadora está dispuesta sobre o debajo de la superficie de la guía de ondas de visualización alineada con el elemento óptico de difracción de acoplamiento interno. Por lo tanto, la multiplicación se puede lograr sin aumentar la huella de la guía de ondas.

35 En algunas realizaciones, el elemento multiplicador de rayos comprende uno o más elementos de microespejo o rejillas de difracción adaptadas para realizar o facilitar la división del rayo de luz entrante.

40 En algunas realizaciones, el elemento multiplicador es una zona en la guía de ondas de visualización que tiene dos rejillas de difracción dispuestas en superficies opuestas de la guía de ondas de visualización y en la ruta de propagación de la luz difractada en la guía de ondas por dicho elemento óptico de difracción de acoplamiento interno. Las rejillas de difracción, o más generalmente los elementos ópticos de difracción, provocan el desplazamiento necesario para que los rayos incidan sobre ellas.

45 En algunas realizaciones, el elemento multiplicador de rayos está configurado para dividir el rayo de luz solo por encima del ángulo de incidencia predefinido del rayo entrante. Asimismo, el elemento multiplicador de rayos puede configurarse para proporcionar al menos dos factores de multiplicación diferentes para al menos dos ángulos de incidencia diferentes de los rayos entrantes, respectivamente.

50 En realizaciones típicas, el elemento de guía de ondas es un elemento iluminado por láser, en el que cada rayo individual que tiene un ángulo de incidencia específico corresponde a un único píxel de la imagen vista por el usuario. Así, el proyector de imágenes es un proyector de rayos láser, tal como un proyector de rayos de exploración.

55 A continuación, las realizaciones de la invención y sus ventajas se analizan con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

60 Las figuras 1A y 1B muestran vistas laterales en sección transversal de una guía de ondas convencional con rayos entrantes que no salen y salen a la pupila del observador, respectivamente.

Las figuras 2A-C muestran guías de ondas laterales en sección transversal con tres tipos diferentes de elementos multiplicadores de rayos según realizaciones de la presente invención.

65 La figura 3 muestra una vista superior de una guía de ondas de acuerdo con una forma de realización de la invención.

Descripción detallada de las de las realizaciones

Definiciones

- 5 El elemento óptico de difracción se refiere aquí a rejillas y otras estructuras ópticas que contienen características regulares o no regulares que tienen al menos una dimensión en el orden de las longitudes de onda de la luz visible, es decir, típicamente menos de 1 μm , y por lo tanto causa una difracción significativa de la luz. Los ejemplos incluyen rejillas lineales (rejillas unidimensionales) y rejillas bidimensionales. Las rejillas pueden ser rejillas de una sola región (con la misma microestructura y respuesta óptica en toda el área de la rejilla) o rejillas de múltiples regiones (es decir, que contienen zonas que tienen diferentes microestructuras y respuestas ópticas).
- 10

La “longitud de salto” es la distancia entre dos puntos de rebote sucesivos de la luz que se propaga en una guía de ondas a través de reflexiones internas totales sobre la misma superficie de la guía de ondas.

15 Descripción de realizaciones seleccionadas

Los multiplicadores de haz discutidos en este documento son necesarios, por ejemplo, cuando las guías de ondas de realidad aumentada (AR) se iluminan con luz láser. Para que la imagen producida por una guía de ondas de este tipo aparezca ininterrumpida ante el ojo del observador, es necesario que al menos un rayo láser correspondiente a cada 20 ángulo FOV ilumine la pupila del ojo en todo momento. Por lo general, la pupila del ojo humano tiene un diámetro superior a 2 mm, lo que significa que los haces no deben estar separados entre sí más de esta distancia en la región de acoplamiento externo para garantizar una imagen ininterrumpida en todas las situaciones. Sin embargo, en 25 estructuras de guía de ondas normales, las distancias entre haces después de la expansión de la pupila de salida pueden ser tan grandes como 5 mm y, por lo tanto, los haces deben subdividirse adicionalmente (para la función EPE). Esta subdivisión adicional es el propósito del presente multiplicador de rayos.

Para ilustrar primero el problema que subyace a la invención, la Figura 1A muestra una guía de ondas 10 plana que tiene una rejilla 31 de acoplamiento interno y una rejilla 33 de acoplamiento externo. El rayo 11a incidente es difractado por la rejilla 31 de acoplamiento interno en el guía de ondas 10, donde se propaga a través de reflexiones internas totales. El ángulo de incidencia del rayo 11A entrante es relativamente alto con respecto a la normal de la guía de ondas, por lo que también el ángulo de difracción es alto y la longitud de salto (período de rebote) d_A es larga. Debido al largo período, los rayos 15A, 15B que salen de la guía de ondas en la región de la rejilla 33 de acoplamiento externo no alcanzan la pupila 20 del ojo del espectador. Para que se vea un rayo en un ángulo específico, debe salir dentro 35 de la zona de visión 22 para ese ángulo.

35 La figura 1B muestra una situación modificada, en la que el ángulo de incidencia del rayo 11B entrante es más bajo, lo que hace también que el ángulo de difracción sea más bajo y la longitud de salto d_B más corta. Ahora, un rayo 16 que sale se encuentra con la pupila 20. Incluso si el ojo se mueve, al menos uno de los rayos 15A, 16, 15B que salen siempre se encontrará con la pupila 20.

40 En términos generales, el presente elemento multiplicador de haz puede ser un componente separado de la guía de ondas principal del elemento de visualización o puede estar integrado como parte de la funcionalidad de la guía de ondas. Se puede realizar utilizando una combinación de rejillas y/o controlando el grosor de la guía de ondas. Los ejemplos no limitantes se discuten a continuación.

45 En algunas realizaciones, el elemento multiplicador de haz se proporciona aguas arriba de la rejilla de acoplamiento interno aprovechando una guía de ondas adicional que tiene un grosor menor que el grosor de la guía de ondas de visualización principal.

50 De acuerdo con esto, la Figura 2A muestra una realización, donde se proporciona un elemento 12A multiplicador de rayos en la guía de ondas 10. El elemento 12A aquí comprende una guía de ondas multiplicadora que es más delgada y de menor área que la guía de ondas 10 principal. La rejilla de acoplamiento interno está ubicada aguas abajo del elemento multiplicador entre la guía de ondas del multiplicador y la guía de ondas 10 de visualización. El rayo 11 incidente rebota dentro de la guía de ondas del multiplicador con un período de rebote corto, y en cada rebote en la rejilla 31 de acoplamiento interno, parte de la luz se difracta en la guía de ondas 10 de visualización. Por lo tanto, el rayo se multiplica y al menos uno, aquí dos, rayos 16A, 16B salen a la pupila 20 del ojo.

55 La figura 2B muestra una realización en la que el elemento 12B multiplicador de rayos está formado por dos finas guías de ondas 31A, 31B de multiplicación/multiplicadoras y un DOE 31C intermedio entre ellas. Cuando la luz 11 incidente ingresa al elemento 12B multiplicador, las partes delgadas interactúan de manera que la cantidad de rayos se multiplica cuando escapan a la guía de ondas 10 principal para propagarse hacia la rejilla 33 de acoplamiento externo. En este ejemplo, cuatro rayos 16A-D golpean la pupila 20 del ojo.

60 En algunas realizaciones, se proporcionan dos o más capas delgadas que tienen diferentes espesores. En 65 realizaciones adicionales, se proporciona una rejilla de orden cero (rejilla que tiene solo órdenes de difracción cero) entre al menos un par de capas.

En algunas realizaciones, la luz se propaga en las capas delgadas apiladas en diferentes direcciones, lo que también proporciona una configuración de multiplicador de haz eficiente.

- 5 La figura 2C muestra una realización en la que el elemento 12C multiplicador de rayos comprende dos rejillas 14A, 14B multiplicadoras dispuestas en superficies opuestas de la guía de ondas 10 de visualización. Las rejillas están adaptadas para difractar los rayos en un ángulo más bajo, de nuevo con el resultado de que uno o más haces 16A, 16B salen hacia la pupila 20 del ojo. Cuando el rayo acoplado interno inicial golpea la primera rejilla 14A multiplicadora en un primer lado (aquí el lado inferior) de la guía de ondas 10, una primera parte continúa "normalmente" a través de la reflexión interna total y la segunda parte del mismo se dirige por difracción reflexiva hacia la segunda rejilla 14A multiplicadora en el segundo lado (aquí el lado superior) de la guía de ondas 10. Desde ese punto, el segundo rayo se difracta reflexivamente nuevamente y continúa en el mismo ángulo de propagación que el primer rayo, pero desplazado del mismo. Por lo tanto, ambos rayos "encajan" en el tubo de vista 22 de la pupila del ojo.
- 10
- 15 En una realización, las rejillas 14A, 14B multiplicadoras son similares entre sí, es decir, tienen los mismos períodos y orientaciones de rejilla (o más generalmente vectores de rejilla).

En el ejemplo de la figura 2C, el factor de multiplicación es dos, pero al extender el ancho del elemento 12C multiplicador de rayos, es decir, las rejillas 14A, 14B multiplicadoras del mismo, se puede lograr un factor de multiplicación de más de dos.

En el ejemplo de la figura 2C, la multiplicación de rayos en una sola dimensión se muestra por simplicidad. Sin embargo, mediante el uso de rejillas multirregionales y/o rejillas bidimensionales periódicas, se puede lograr la multiplicación en dos dimensiones.

- 20
- 25 En una realización, las rejillas 14A, 14B multiplicadoras se sustituyen por algún elemento óptico que realiza esencialmente la misma función óptica. Por ejemplo, con una disposición de espejos parcialmente transmisivos, se puede lograr el mismo efecto de división del haz que mantiene el ángulo.
- 30 En algunas realizaciones, el elemento multiplicador se proporciona como una capa delgada de guía de ondas encima de la capa principal más gruesa de guía de ondas en la región de la rejilla de acoplamiento externo. A medida que la luz se filtra desde la guía de ondas principal hacia la guía de ondas delgada, la longitud de su salto se acorta. La longitud de salto más corta acorta la distancia de los rayos salientes que se acoplan por fuera de la rejilla de acoplamiento externo/DOE que se encuentra en la parte superior de la capa delgada.
- 35

También se puede proporcionar una cascada de tipos similares o diferentes de elementos multiplicadores de rayos para aumentar el factor de multiplicación.

En realizaciones típicas, el elemento multiplicador es capaz de proporcionar un factor de multiplicación de al menos 4, en particular al menos 9, como 4 - 100, para haces de ángulo de incidencia alta, es decir, haces en los ángulos límite FOV del elemento de visualización. En particular, el elemento de multiplicación puede configurarse para proporcionar al menos 9 haces por área de pupila que tengan un diámetro de 2 mm para todos los ángulos dentro del FOV del dispositivo de visualización.

- 45 La figura 3 ilustra la invención como una vista superior de la guía de ondas 10. Aquí, el elemento 12 multiplicador de rayos está alineado con la rejilla 31 de acoplamiento interno para replicar el haz 11 original en haces 11' adicionales desplazados en dos dimensiones, y propagándose en la misma dirección. Los haces 11, 11' viajan a una rejilla 32 de expansión de la pupila de salida (EPE) para aumentar la pupila de salida en una o dos dimensiones. Desde la rejilla 32 EPE, los rayos continúan hacia la rejilla 33 de acoplamiento externo, desde la cual los haces 16, 16' desacoplados, correspondientes a los haces 11, 11' originales y replicados y se extienden por toda la rejilla 33 de acoplamiento externo, salen paralelos entre sí. Por lo tanto, se mantiene la integridad, es decir, las posiciones relativas de los píxeles, de la imagen y se mejora la homogeneidad de la imagen. Los círculos 19 discontinuos ilustran el tamaño original de la pupila, es decir, aquí el área de la rejilla 31 de acoplamiento interno, que se replica varias veces en la rejilla 33 de acoplamiento externo.
- 50
- 55

En este ejemplo, el factor de multiplicación ilustrado es 2x2, es decir, 4, pero también se pueden implementar otros factores de multiplicación simétricos o no simétricos, como se entiende a partir de los ejemplos descritos anteriormente.

- 60 Para mayor claridad, los ejemplos ilustrados muestran el efecto de multiplicación de rayos para un solo ángulo de incidencia. Sin embargo, se ve el mismo efecto en una gama más amplia de ángulos que se encuentran con la rejilla de acoplamiento interior y el elemento multiplicador de rayos. Mediante la colocación adecuada del elemento multiplicador de rayos con respecto al proyector de imágenes y su dimensionamiento, se puede controlar el rango de ángulos e incluso se pueden proporcionar diferentes factores de multiplicación para diferentes ángulos.

En algunas realizaciones, el factor de multiplicación para al menos algunos ángulos de incidencia altos está configurado para ser más alto que el factor de multiplicación para al menos algunos ángulos de incidencia bajos (para los cuales la longitud del salto es inherentemente más corta y el problema menos relevante).

- 5 Las realizaciones de la invención se pueden utilizar en diversos dispositivos de visualización personal, dispositivos de realidad aumentada (AR), realidad virtual (VR) y realidad mixta (MR), como pantallas cercanas al ojo (NED) y otros dispositivos de visualización montados en la cabeza (HMD), así como pantallas de visualización frontal (HUD), en sus diferentes formas.
- 10 Aunque no se trata aquí en detalle, la guía de ondas o capas individuales de la misma pueden comprender, además del acoplamiento de entrada, el expensor de pupila de salida y las rejillas de acoplamiento de salida, también otros elementos ópticos de difracción, como rejillas de redirección del haz.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de guía de ondas difracción para un dispositivo de visualización personal, el elemento que comprende

5 - una guía de ondas (10) de visualización que se extiende en un plano de guía de ondas,

- un elemento (31) óptico de difracción de acoplamiento dispuesto sobre o dentro de la guía de ondas (10) de visualización para acoplar difractivamente los rayos de luz en la guía de ondas (10) de visualización, propagándose los rayos de luz acoplados en la guía de ondas (10) de visualización con una longitud de salto de propagación,

10 - un elemento (33) óptico de difracción de acoplamiento externo dispuesto sobre o dentro de la guía de ondas (10) de visualización para acoplar los rayos de luz acoplados difractivamente fuera de la guía de ondas (10) de visualización,

15 - un elemento (12A, 12B, 12C) multiplicador de rayos aguas arriba del elemento (33) óptico de difracción de acoplamiento externo,

20 siendo capaz el elemento (12A, 12B, 12C) multiplicador de rayos de dividir un rayo de luz entrante al elemento (31) óptico de difracción de acoplamiento interno en una pluralidad de rayos paralelos espacialmente desplazados en el plano de la guía de ondas en al menos una dimensión del mismo, siendo la densidad de la pluralidad de rayos paralelos en la dirección de propagación de la luz incidente mayor que dicha longitud de salto,

caracterizado por exactamente uno de:

25 - el elemento (12A) multiplicador de rayos comprende una guía de ondas multiplicadora que tiene un grosor menor que el grosor de dicha guía de ondas (10) de visualización y está dispuesta aguas arriba y alineada con el elemento (31) óptico de difracción de acoplamiento interno, y

30 - siendo el elemento (12C) multiplicador de rayos una zona en dicha guía de ondas de visualización que tiene dos rejillas (14A, 14B) de difracción dispuestas en superficies opuestas de la guía de ondas de visualización y en la trayectoria de propagación de la luz difractada en la guía de ondas por dicho elemento (31) óptico de difracción de acoplamiento interno, y estando dispuesto aguas abajo del elemento (31) óptico de difracción de acoplamiento interno para dividir los rayos de luz acoplados en la guía de ondas (10) de visualización por el elemento (31) óptico de difracción de acoplamiento interno.

35 2. El elemento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el elemento (12A, 12B, 12C) multiplicador de rayos está adaptado para multiplicar un rayo entrante en al menos dos, tal como al menos cuatro, haces desplazados dentro de dicha longitud de salto.

40 3. El elemento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento (12A, 12B, 12C) multiplicador de rayos está adaptado para dividir cada rayo entrante al elemento (31) óptico de difracción de acoplamiento interno en una pluralidad de rayos paralelos en dos dimensiones.

45 4. El elemento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento (12A, 12B, 12C) multiplicador de rayos está configurado para dividir el rayo de luz solo por encima de un ángulo predefinido de incidencia del rayo entrante.

50 5. El elemento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el elemento (12A, 12B, 12C) multiplicador de rayos está configurado para proporcionar al menos dos factores de multiplicación diferentes para al menos dos ángulos de incidencia diferentes de los rayos entrantes, respectivamente.

6. Una pantalla de guía de ondas de difracción que comprende

- un elemento de guía de ondas de difracción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

55 - un proyector de imágenes adaptado para proyectar una pluralidad de rayos láser sobre dicho elemento (31) óptico de difracción de acoplamiento interno, siendo los rayos espacialmente multiplicados en dicho elemento (12A, 12B, 12C) multiplicador de rayos.

60 7. El dispositivo de visualización de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el proyector de imágenes es un proyector láser.

8. Un dispositivo de visualización de guía de ondas de difracción de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el proyector láser comprende un espejo microelectromecánico para proporcionar dicha pluralidad de rayos en diferentes ángulos sobre dicho elemento óptico de difracción de acoplamiento interno.

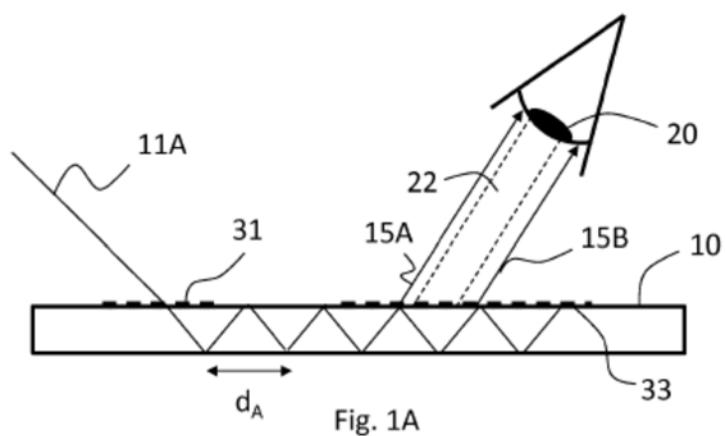


Fig. 1A

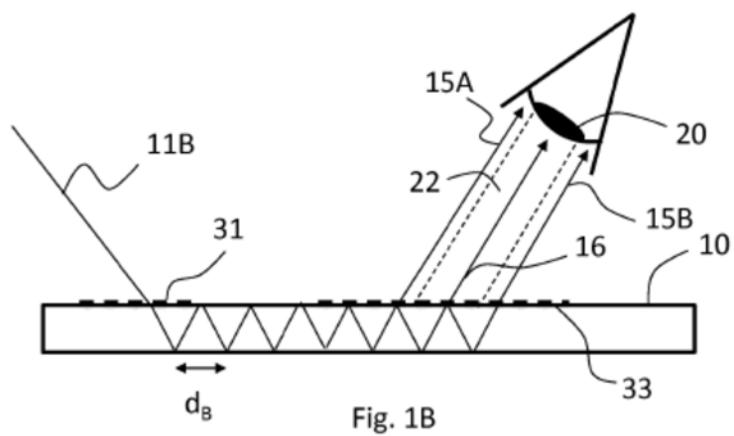


Fig. 1B

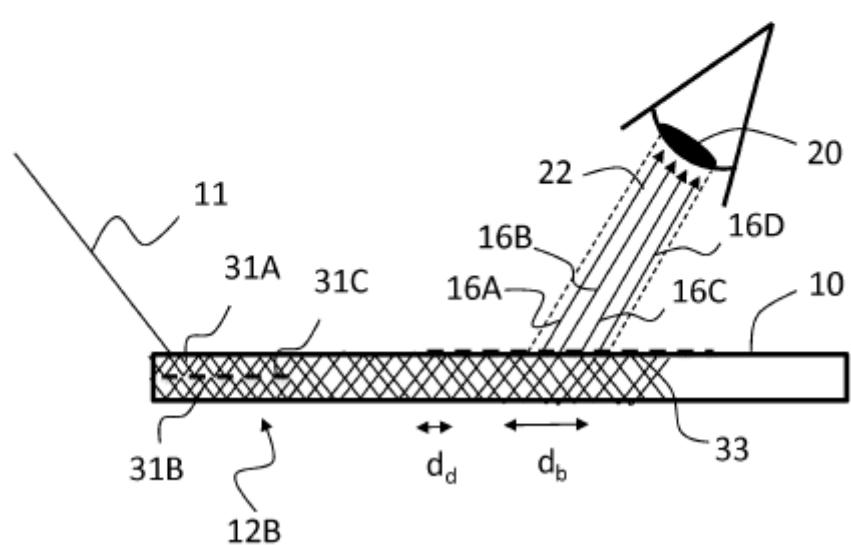
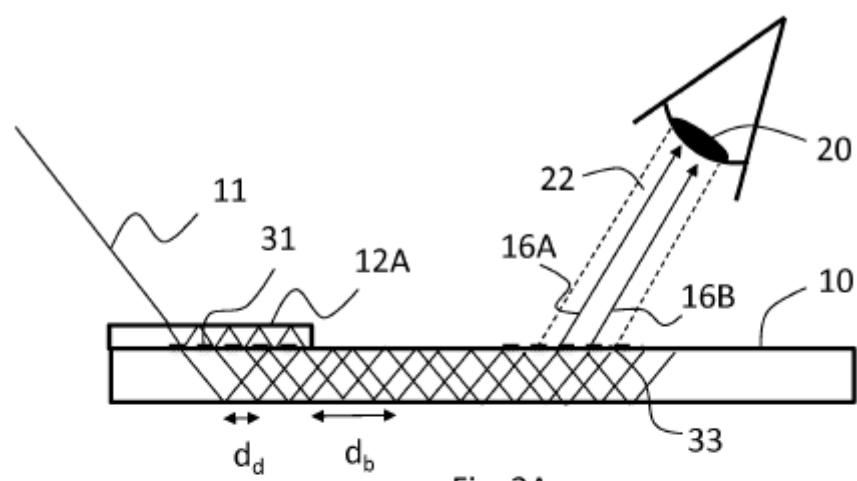


Fig. 2B

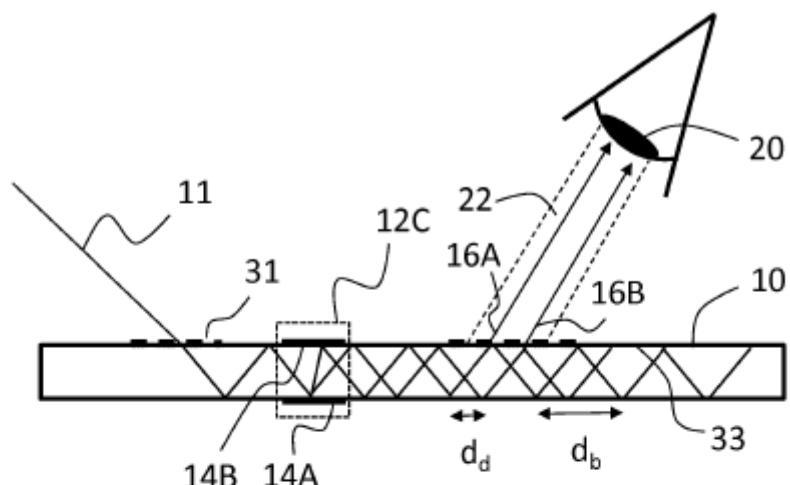


Fig. 2C

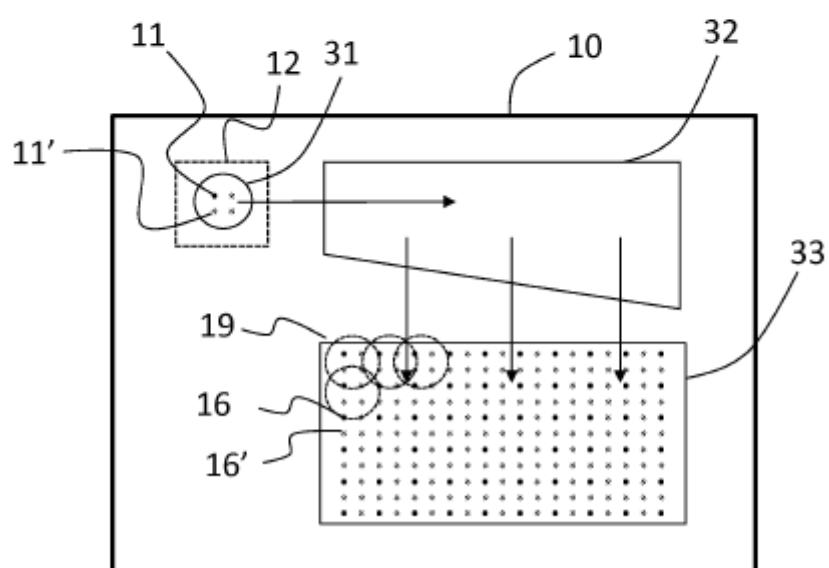


Fig. 3