

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 644 595**

(51) Int. Cl.:

G02B 27/01 (2006.01)
G02B 6/34 (2006.01)
G02B 27/00 (2006.01)
G02B 27/42 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.04.2010 PCT/GB2010/000734**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **21.10.2010 WO10119240**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2010 E 10715998 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2017 EP 2419780**

(54) Título: **Guía de ondas óptica y dispositivo de visualización**

(30) Prioridad:

**14.04.2009 GB 0906266
14.04.2009 EP 09275024**

(73) Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB**

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

29.11.2017

(72) Inventor/es:

**VALERA, MOHMED, SALIM y
SIMMONDS, MICHAEL, DAVID**

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 644 595 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

Guía de ondas óptica y dispositivo de visualización

Esta invención se refiere a una guía de ondas óptica y a un dispositivo de visualización. En particular, es relevante para dispositivos de visualización en los cuales luz portadora de imágenes es inyectada en una guía de ondas, es expandida en dos dimensiones ortogonales para formar una imagen visible y es hecha salir de la guía de ondas.

5 Un dispositivo de la técnica anterior de este tipo está mostrado en el documento US6580529. En este dispositivo, una guía de ondas plana contiene tres rejillas de difracción separadas con diferente orientación, una para inyectar la luz en la guía de ondas, una segunda para expandirla en una primera dimensión, y una tercera para expandirla en una segunda dimensión y para hacer salir la imagen formada con ello de la guía de ondas. Aunque esta disposición es más sencilla que en propuestas anteriores en las cuales la tercera rejilla está en una guía de ondas separada de las primeras dos, sigue planteando retos de fabricación en cuanto a que las tres rejillas con diferente orientación (bien sea producidas holográficamente o bien como rejillas de relieve superficial) deben seguir siendo alineadas muy precisamente una con relación a otra si deben obtenerse buenos resultados.

10 15 La presente invención busca aliviar estas dificultades ofreciendo una solución que pueda ser implementada usando menos rejillas de difracción.

Es conocido a partir del documento US 2005/002611 proporcionar una rejilla de difracción para acoplar luz introduciéndola en una guía de ondas de tal modo que sean minimizadas difracciones inversas que podrían dirigir luz de vuelta hacia el sistema óptico de entrada. Esto se consigue cambiando el estado de polarización de luz tras una primera interacción con la rejilla de difracción antes de que tenga lugar una segunda interacción con la misma rejilla.

20 25 30 35 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una guía de ondas óptica en la cual, en operación, la luz se propaga por reflexión interna total, comprendiendo una estructura de rejilla que tiene tres regiones de difracción: una primera región de difracción para difractar luz portadora de imágenes hacia dentro de la guía de ondas; una segunda región de difracción para difractar adicionalmente la luz portadora de imágenes de modo que es expandida en una primera dimensión; y una tercera región de difracción para difractar adicionalmente la luz portadora de imágenes de modo que es expandida en una segunda dimensión y para hacerla salir de la guía de ondas como una imagen visible, en que al menos dos de las regiones de difracción comprenden rejillas alineadas, caracterizada porque están previstas una o dos superficies reflectoras que reflejan luz recibida desde una de las al menos dos de las regiones de difracción a la otra de las al menos dos de las regiones de difracción, en que la o las dos superficies reflectoras son perpendiculares a dos superficies paralelas de la guía de ondas entre las se propaga luz dentro de la guía de ondas paralelamente a las dos superficies paralelas por reflexión interna total, y en que una primera de la o las dos superficies reflectoras está situada para recibir la luz portadora de imágenes que ha sido expandida en la primera dimensión por difracción por la segunda región de difracción y para reflejar la luz portadora de imágenes de vuelta a la estructura de rejilla para una difracción adicional por la tercera región de difracción para expandir la luz portadora de imágenes en la segunda dimensión, y/o en que una segunda de la o las dos superficies reflectoras está situada para recibir la luz portadora de imágenes que ha sido difractada hacia dentro de la guía de ondas por la primera región de difracción y para reflejar la luz portadora de imágenes de vuelta a la estructura de rejilla para difracción por la segunda región de difracción para expandir la luz portadora de imágenes en la primera dimensión.

40 Las al menos dos regiones de difracción alineadas pueden tener rejillas con orientación y/o frecuencia espacial uniformes, aunque la estructura de la rejilla puede variar. Por ejemplo, la primera región de difracción y la segunda región de difracción pueden tener orientación y/o frecuencia espacial uniformes, pero los márgenes de la primera región pueden ser más altos que los de la segunda región.

Cada una de la o las dos superficies reflectoras puede ser una superficie de borde de la guía de ondas. Alternativa o 45 adicionalmente, una o ambas de entre la o las dos superficies reflectoras pueden estar empotadas dentro de la guía de ondas.

Una de dichas superficies reflectoras puede tener un recubrimiento óptico para controlar con ello la reflectancia de la superficie y/o para controlar con ello la polarización de la luz reflejada desde allí.

Las regiones de difracción segunda y tercera pueden comprender rejillas con idéntica orientación. Alternativa o adicionalmente, las regiones de difracción primera y segunda pueden comprender rejillas con idéntica orientación.

50 En estas dos realizaciones, el uso de una superficie reflectora permite usar rejillas con idéntica orientación para inyección de luz y para expansión en la primera dimensión, y alternativa o adicionalmente para expansión en las dimensiones primera y segunda. De este modo, es posible usar no más de dos (y preferiblemente sólo una) orientaciones de rejilla para todas las operaciones de difracción dentro de la guía de ondas.

Consecuentemente, al menos dos de las rejillas dentro de la guía de ondas pueden estar conformadas como una 55 rejilla única, cuyas diferentes partes son usadas para diferentes operaciones de difracción. Alternativamente, pueden estar conformadas como dos o tres rejillas discretas, todas con la misma orientación. Debido a que sus

orientaciones son iguales, pueden ser conformadas eficazmente en una operación de fabricación, y de este modo la probabilidad de alineamiento angular erróneo es fuertemente reducida. Incluimos tales rejillas discretas pero idénticas en el término "rejilla única" en esta memoria descriptiva.

Cuando se usan rejillas con idéntica orientación para sólo dos de las tres funciones de difracción, la otra función 5 puede ser realizada por una rejilla adicional. En una de las realizaciones precedentes esa función es la inyección de luz portadora de imágenes en la guía de ondas. En la otra es la expansión de la luz en la segunda dimensión y su salida desde la guía de ondas como una imagen visible.

La guía de ondas de la invención puede ser empleada en una variedad de dispositivos de visualización que incluyen pero no están limitados a pantallas de visualización montadas en casco, pantallas de visualización montadas en 10 cabeza (por ejemplo gafas o anteojos) o pantallas de visualización frontales por ejemplo para aviones u otros vehículos.

La invención será descrita ahora meramente a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales

la figura 1 (tomada del documento US6580529 anteriormente mencionado) muestra un dispositivo de la técnica anterior, y

15 las figuras 2, 3 y 4 muestran tres realizaciones de la presente invención.

Con referencia a la figura 1, una guía de ondas plana 10 de la técnica anterior incorpora tres rejillas H_1 , H_2 , H_3 separadas y con diferente orientación. Luz portadora de imágenes 12 incide en la dirección Z sobre la rejilla H_1 , cuyas ranuras u otra estructura de difracción están orientadas en la dirección y. La rejilla gira la luz 90°, que luego se propaga entre las caras paralelas 14, 16 de la guía de ondas en la dirección x. La luz encuentra entonces la rejilla 20, cuya estructura de difracción está orientada formando 45° respecto a las direcciones x e y. Esta rejilla expande la 20 luz portadora de imágenes en la dimensión x, la gira 90° hacia la dirección y, y la presenta a la rejilla H_3 , cuya estructura de difracción está orientada en la dirección x. La rejilla expande la luz en la dirección y, y la hace salir en la dirección z como una imagen bidimensional 18 visible para un observador. Las realizaciones preferidas de la presente invención que serán descritas ahora consiguen la misma funcionalidad de un modo alternativo.

25 En la figura 2, una guía de ondas plana 10 de vidrio BK7 nuevamente tiene superficies paralelas 14, 16, entre las cuales tiene lugar un guiado (propagación) de luz. Sin embargo, comprende una única rejilla 20 de orientación uniforme (las ranuras están inclinadas formando 30 grados respecto al eje x) y frecuencia espacial uniforme (paso de ranura $d=435$ nm) a su través, y que con la ayuda de dos superficies de reflexión especular proporciona una imagen visible.

30 La luz portadora de imágenes colimada 12 incide normalmente sobre una primera parte, o región, de entrada 22 de la rejilla 20 y es difractada dentro de ella girando 90° de modo que se propaga por reflexión interna total a través de la guía de ondas hasta la superficie de borde 24 de la guía de ondas. Esta superficie es plana y perpendicular a las superficies principales 14, 16 y está inclinada hacia el eje y de la placa formando un ángulo α . La superficie 24 está pulida y metalizada formando un reflector especular. El ángulo α es escogido (aquí es de 30°) de modo que la luz en propagación que incide sobre ella es reflejada con su rayo principal propagándose luego a lo largo del eje x de la guía de ondas. La luz incide entonces formando un ángulo θ sobre una parte o región segunda o de giro 26 de la rejilla 20. Esta área de la rejilla, aunque tiene la misma orientación y frecuencia espacial que el área 22, está 35 recubierta ópticamente de modo que tiene una eficiencia de difracción baja (entre 5% y 30%). Los rayos de luz son por lo tanto difractados parcialmente, llevando a una expansión de pupila de la luz portadora de imágenes en una primera dimensión, como se muestra en 25 en la figura 2. Los rayos difractados son dirigidos por la rejilla de modo que se propagan a través de la guía de ondas hacia una segunda superficie de borde 28. Esta superficie de borde,

40 también perpendicular a los planos principales 14, 16, está pulida y metalizada de forma similar a la superficie de borde 24 para formar un segundo reflector especular. La luz incidente sobre él es reflejada hacia una parte o región tercera o de salida 30 de la rejilla 20. Los rayos de luz inciden sobre la segunda parte 26 de la rejilla de modo que el rayo principal forma un ángulo θ de 60° respecto a la normal a la orientación de la rejilla (la dirección de las ranuras) como se muestra en el detalle A de la figura 2. La reflexión subsiguiente de los rayos difractados en la superficie 28 resulta en que el rayo principal reflejado (que tiene ahora una primera dimensión de expansión reflejada 27) se propaga a través de la guía de ondas e incide normalmente sobre la parte de salida 30 de la rejilla, como se muestra en el detalle B, es decir, el rayo principal reflejado forma un ángulo de 0° con la normal a la dirección de ranuras de 45 la región de rejilla 30. Esta parte de la rejilla está también recubierta de modo que tiene una eficiencia de difracción

50 baja de 10% - 20%, y los rayos son por lo tanto parcialmente difractados hacia fuera de la guía de ondas, resultando en replicación (expansión) de pupila en una segunda dimensión 31 ortogonal a la primera dimensión reflejada 27. La luz emergente resultante es visible como una imagen para un observador.

De este modo, en esta realización, una única rejilla consigue

- 55 - inyección de imágenes en las guías de ondas
 - replicación de pupila dentro de la guía de ondas en una dimensión

- replicación de pupila dentro de la guía de ondas en una segunda dimensión
- difracción de la imagen de pupila expandida hacia el ojo del usuario.

Las realizaciones de las figuras 3 y 4 son generalmente similares a las de la figura 2, de modo que sólo serán descritas las diferencias. Partes correspondientes tienen los mismos números de referencia.

- 5 En la realización de la figura 3, la parte de entrada 22 de la rejilla 20 es reemplazada por una rejilla 32 separada, cuyas ranuras están dispuestas paralelamente al eje y. Esto difracta la luz portadora de imágenes entrante 12 directamente hacia la parte de giro 26 de la rejilla 20; la superficie reflectora 24 no es necesaria. La luz portadora de imágenes se propaga por lo demás a través de la guía de ondas 10 del mismo modo que el descrito con referencia a la figura 2, y presenta así una imagen visible a un observador.
- 10 De este modo, en la realización una rejilla es usada para inyección de imágenes en la guía de ondas, y la otra es usada para
 - replicación de pupila dentro de la guía de ondas en una dimensión
 - replicación de pupila dentro de la guía de ondas en una segunda dimensión
 - difracción de la imagen de pupila expandida hacia el ojo del usuario.
- 15 En la figura 4, la rejilla 20 está dotada de nuevo de partes de entrada 22 y de giro 26, y se mantiene la superficie reflectora 24. Sin embargo, ésta está situada en un ángulo diferente al de la superficie 24 de la figura 2, estando dispuesta en vez de ello paralelamente al eje y de la placa 10. La orientación de la rejilla 20 también es diferente, estando inclinadas sus ranuras formando un ángulo de 60° respecto al eje x de modo que la luz portadora de imágenes que incide sobre la parte de entrada 22 es difractada y propagada hacia la superficie reflectora 24 y reflejada desde ahí de modo que el rayo principal se propaga e incide sobre las ranuras de la región de giro con un ángulo de 30° (es decir, con $\theta=60^\circ$ respecto a la normal a las ranuras, detalle A).
- 20

La luz es parcialmente difractada y expandida en una primera dimensión (aquí la dimensión x) y se propaga a través de la guía de ondas hacia una segunda rejilla 34 de baja eficiencia de difracción (10%-20%) con su orientación (ranuras) dispuesta en la dirección x. Los rayos difractados inciden normalmente sobre esta rejilla (detalle B) y son parcialmente difractados hacia fuera de la guía de ondas, en que la difracción parcial expande la pupila en una segunda dimensión, aquí la dimensión y.

De este modo es presentada nuevamente una imagen visible al observador.

En esta realización, una rejilla es usada para

- inyección de imágenes en la guía de ondas
- 30 - replicación de pupila dentro de la guía de ondas en una dimensión
- difracción de la luz portadora de imágenes hacia la segunda rejilla.

La segunda rejilla es usada para

- replicación de pupila dentro de la guía de ondas en la segunda dimensión
- difracción de la imagen de pupila expandida hacia el ojo del usuario.
- 35 En todas las realizaciones de la invención, las rejillas 20, 32, 45 pueden ser formadas por cualquier medio convencional conveniente, por ejemplo retirando físicamente material o por holografía. Las superficies reflectoras 24, 28 pueden estar recubiertas ópticamente para controlar esta reflectancia y/o el estado de polarización de la luz reflejada. Pueden ser también superficies reflectoras empotradas en vez de bordes expuestos, por ejemplo si es necesario para protegerlas.
- 40 Las superficies reflectoras 24, 28 pueden estar recubiertas ópticamente para controlar su reflectancia y/o el estado de polarización de la luz reflejada.

El espaciado de ranuras d de la rejilla 20 es escogido de acuerdo con principios conocidos para optimizar la respuesta de visualización, y dependerá del campo de vista requerido, del índice de refracción de la guía de ondas y de la longitud de onda de la luz.

REIVINDICACIONES

1. Una guía de ondas óptica (10) en la cual, en operación, la luz se propaga por reflexión interna total, comprendiendo una estructura de rejilla (20) que tiene tres regiones de difracción:

- 5 una primera región de difracción (22, 32) para difractar luz portadora de imágenes hacia dentro de la guía de ondas;
 - una segunda región de difracción (26) para difractar adicionalmente la luz portadora de imágenes de modo que es expandida en una primera dimensión; y
 - 10 una tercera región de difracción (30, 34) para difractar adicionalmente la luz portadora de imágenes de modo que es expandida en una segunda dimensión y para hacerla salir de la guía de ondas como una imagen visible,
- en que al menos dos de dichas regiones de difracción comprenden rejillas alineadas,

caracterizada porque

están previstas una o dos superficies reflectoras (24, 28) que reflejan luz recibida desde una de dichas al menos dos de dichas regiones de difracción a la otra de dichas al menos dos de dichas regiones de difracción, en que la o las dos superficies reflectoras son perpendiculares a dos superficies paralelas de la guía de ondas entre las se propaga luz dentro de la guía de ondas paralelamente a dichas dos superficies paralelas por reflexión interna total, y en que una primera de la o las dos superficies reflectoras (28) está situada para recibir la luz portadora de imágenes que ha sido expandida en la primera dimensión por difracción por la segunda región de difracción y para reflejar la luz portadora de imágenes de vuelta a la estructura de rejilla para una difracción adicional por la tercera región de difracción para expandir la luz portadora de imágenes en la segunda dimensión, y/o

en que una segunda de la o las dos superficies reflectoras (24) está situada para recibir la luz portadora de imágenes que ha sido difractada hacia dentro de la guía de ondas por la primera región de difracción y para reflejar la luz portadora de imágenes de vuelta a la estructura de rejilla para difracción por la segunda región de difracción para expandir la luz portadora de imágenes en la primera dimensión.

- 25 2. La guía de ondas según la reivindicación 1, en que cada una de la o las dos superficies reflectoras es una superficie reflectora especular.
- 3. La guía de ondas según cualquier reivindicación precedente, en que cada una de la o las dos superficies reflectoras es una superficie de borde de la guía de ondas.
- 30 4. La guía de ondas según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en que una o ambas de la o las dos superficies reflectoras están empotradas dentro de la guía de ondas.
- 5. La guía de ondas según cualquier reivindicación precedente, en que la superficie reflectora tiene un recubrimiento óptico para controlar con él la reflectancia de la superficie y/o para controlar con él la polarización de la luz reflejada desde ella.
- 35 6. La guía de ondas según cualquier reivindicación precedente, en que dichas regiones de difracción segunda y tercera comprenden rejillas con idéntica orientación.
- 7. La guía de ondas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en que las regiones de difracción primera y segunda comprenden rejillas con idéntica orientación.
- 8. La guía de ondas según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en que las rejillas con idéntica orientación son partes de una única rejilla.
- 40 9. Un dispositivo de visualización montado en casco, montado en cabeza, frontal o de otro tipo que comprende la guía de ondas óptica de cualquier reivindicación precedente.

Fig.1.

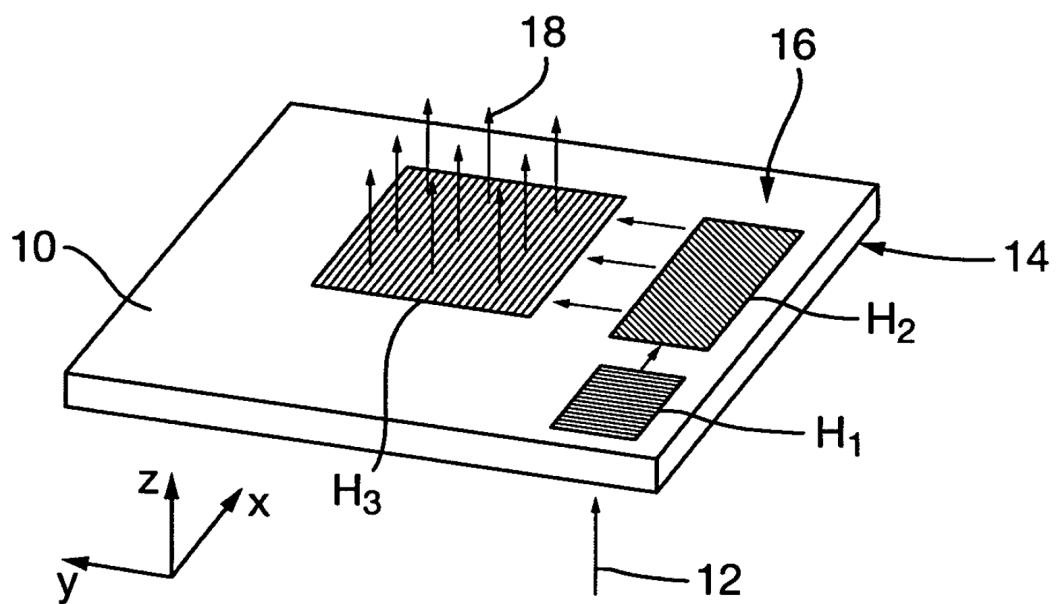


Fig.2.

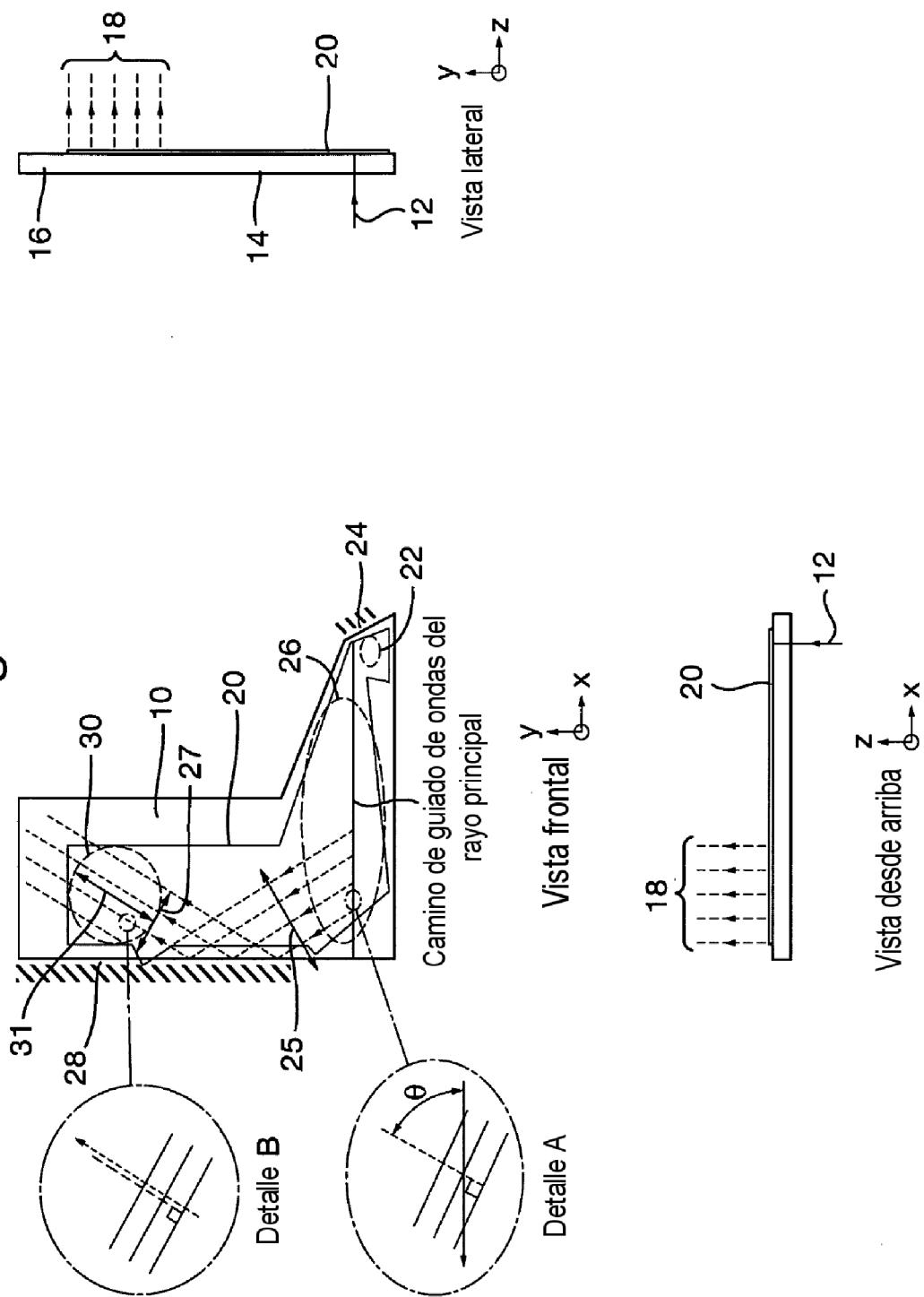


Fig.3.

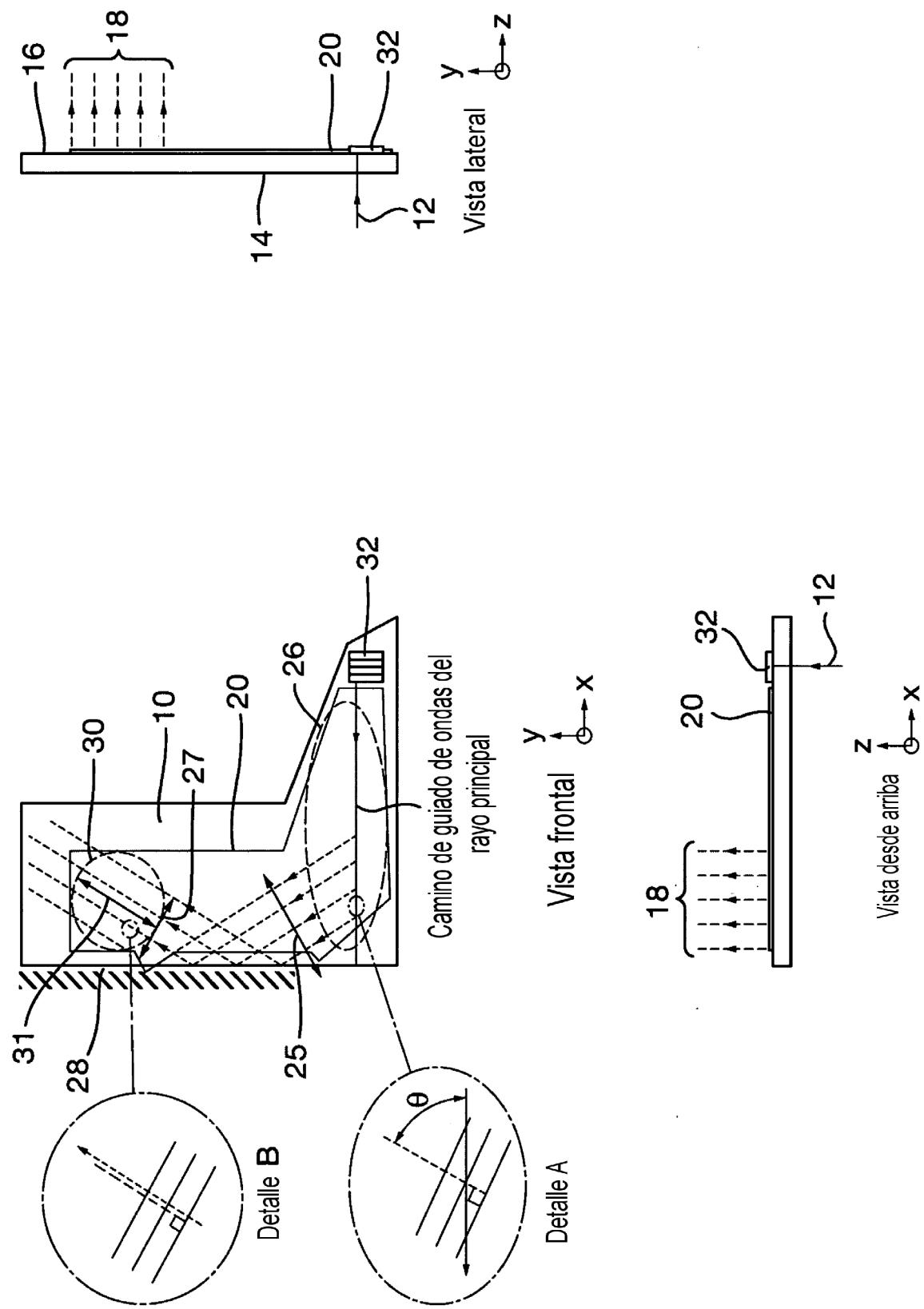


Fig.4.

