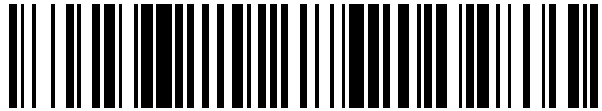


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 230 102**

51 Int. Cl.:

G02B 6/00 (2006.01)

F21V 8/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2000 E 00927297 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **16.07.2014 EP 1194915**

54 Título: **Panel luminoso**

30 Prioridad:

28.05.1999 FI 991216

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

17.10.2014

73 Titular/es:

**MODILIS HOLDINGS LLC (100.0%)
Suite 100, 103 Foulk Road
Wilmington, DE 19803, US**

72 Inventor/es:

**HATJASALO, LEO y
RINKO, KARI**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 230 102 T5

DESCRIPCIÓN

Panel luminoso

5 Campo y antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un panel luminoso que comprende una fuente luminosa y un elemento de panel, fabricándose dicho elemento de panel a partir de un material sustancialmente transparente para transmitir luz. El elemento de panel se configura como una guía de ondas dentro de la cual se propagan haces luminosos por reflexión total y se desacoplan de allí mediante un sistema de desacoplamiento de luz difrangible.

Las estructuras difrangentes se refieren, en el campo óptico, a todas las estructuras finas de una superficie que determinan el paso de luz por el efecto de difracción. De este modo, los detalles de las estructuras finas tienen que estar en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de la luz, incluso en un orden menor. La mayor parte de las estructuras microprismáticas del estado de la técnica no son ni siquiera difrangentes ya que la condición del paso de un haz luminoso por ellas se basa en el efecto de refracción. Por otro lado, el holograma no es una rejilla, ya que no produce una imagen o luz tridimensional. La rejilla local, a su vez, se refiere a una unidad reticular local, por ejemplo un píxel. Además, toda la estructura reticular puede formarse con una gran variedad de unidades reticulares de todo tipo.

Ya se conoce el equipar, por ejemplo, paneles iluminadores o indicadores de salida con lámparas incandescentes o tubos fluorescentes. Uno de estos ejemplos lo podemos encontrar, por ejemplo, en el modelo de utilidad finlandés 1533. La solución citada comprende un panel luminoso provisto de una cubierta iluminadora en donde la luz de un tubo iluminador fluorescente que está situado dentro de la cubierta iluminadora se dirige hacia fuera por el perímetro de un elemento de panel que está montado en conexión con una fuente luminosa. En esta solución particular, la cubierta iluminadora está provista de una abertura alargada en toda su longitud para cambiar el tubo iluminador fluorescente desde arriba. Sin embargo, un problema de este tipo de paneles indicadores tradicionales es la poca vida útil que tienen las lámparas incandescentes y tubos fluorescentes ya que las luces de salida tienen que encenderse continuamente.

Por otro lado, en especial para la iluminación de pantallas de teléfonos móviles, se conoce el utilizar estructuras difrangentes para el desacoplamiento de luz difrangible desde las guías de onda. También se han creado estructuras microprismáticas refractivas o equivalentes para este fin. Sin embargo, un punto débil de estas estructuras son las rayas brillantes que producen los bordes de los prismas, que son difíciles de eliminar para proporcionar una iluminación uniforme. La capacidad de desacoplamiento de las estructuras de los prismas tampoco es la misma que la de las estructuras reticulares. Con referencia a las soluciones difrangentes actuales, un ejemplo muy conocido es el de la patente US 5.703.667, que describe la iluminación de una pantalla para usar como guía de ondas. La guía de ondas comprende un panel transparente que tiene su superficie inferior provista de una estructura reticular difrangible para redirigir luz que se ha dirigido al perímetro del panel. La estructura reticular está diseñada de manera que el área de la superficie de estructura reticular presente en el área de una unidad, tiene una variación que se puede ajustar al área de la superficie sin rejilla presente. Por tanto, la rejilla no está trazada por toda la guía de ondas. En esta solución, es posible igualar la intensidad de desacoplamiento de luz difrangible haciendo menos estructura reticular cerca de la fuente luminosa que lejos de la misma. Posteriormente, en especial con paneles de gran tamaño, es probable que el resultado sea que el área reticular sea tan escasa que empiece a mostrar el desacoplamiento, con lo cual se pierde la uniformidad. La citada invención también se limita a estructuras planas que siempre redirigen luz desde la superficie posterior. Los puntos débiles de las estructuras conocidas anteriores son más o menos la iluminación no uniforme, la estructura plana, un modelo de rejilla diseñado de manera no óptima y una capacidad de acoplamiento de luz difrangible muy reducida.

Por la EP 1 016 817 A1, que forma parte del estado de la técnica según el artículo 54(3) EPC, se conoce un panel luminoso que comprende rejillas divergentes.

50 Breve descripción de la invención

El panel luminoso de esta invención tiene por objeto proporcionar una mejora decisiva con respecto a los problemas anteriores y, por tanto, mejorar básicamente el estado de la técnica. Para conseguir este objetivo, el panel luminoso de la invención se caracteriza principalmente porque un sistema de desacoplamiento de luz difrangible, por ejemplo una estructura reticular o equivalente, recubre toda la superficie iluminada del elemento de panel, de manera que se usan entrantes y/o ranuras divergentes de varios tamaños y/o formas para constituir una pluralidad de píxeles reticulares locales divergentes de varios tamaños y/o formas, tales como píxeles y/o unidades multiformes y/o binarios, con un coeficiente de ocupación, forma, perfil y/o tamaño optimizados de manera que el coeficiente de difracción represente una función de lugar.

Los beneficios más importantes que se consiguen con el panel luminoso de la invención son su simplicidad, eficacia y seguridad funcional, ya que en esta combinación es posible, en primer lugar usar LEDs (diodos emisores de luz) de muy baja potencia como fuente luminosa. Por otro lado, debido a que la construcción de la guía de ondas que se utiliza en la invención tiene como base la reflexión total, la fuente luminosa se puede optimizar en todos los aspectos ya que es posible reducir al máximo las pérdidas de reflexión no intencionadas y otras pérdidas de luz. En virtud de un principio

que se utiliza en la invención, también es posible hacer estructuras extremadamente delgadas que pueden embeberse en un sustrato, o también fabricar estructuras flexibles o preformadas proporcionando siempre condiciones en las que el ángulo mínimo o límite de reflexión total no sobrepase el elemento de panel. La invención también hace posible que se pueda diseñar el elemento de panel, por ejemplo como una estructura en forma de caja, por ejemplo un "farol" de sección cuadrada o tubular. Además, también es posible hacer funcionar un panel luminoso de la invención de modo que se pueda dar un color diferente en una o más secciones del mismo, por ejemplo usando uno o más LEDs de diferente color o multicolores o, por ejemplo, modulando el nivel de intensidad y/o la tensión de funcionamiento de una fuente luminosa, etc.

10 Breve descripción de los dibujos

A continuación se describe la invención en más detalle con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

15 Las figuras 1a y 1b, muestran, el principio de funcionamiento de un panel luminoso preferido de la invención.

La figura 1c, ilustra cómo activar en principio la superficie iluminada de un panel luminoso de la invención.

Las figuras 2a, 2b y 3, ilustran unos principios determinados relacionados con la reflexión total.

20 Las figuras 4, 5, 6a y 6b, ilustran unos principios generales determinados para un sistema de acoplamiento de luz difrangible que está asociado con un panel luminoso de la invención.

La figura 7 y última, muestra un panel luminoso de la invención en una realización de una guía de ondas columnar.

25 Descripción detallada de la invención

La invención se refiere a un panel luminoso que comprende una fuente luminosa 1 y un elemento de panel 2, fabricándose dicho elemento de panel a partir de un material sustancialmente transparente para transmitir luz. El elemento de panel está configurado en forma de guía de ondas, en la que se propagan haces luminosos por reflexión total y se desacoplan mediante un sistema de desacoplamiento de luz difrangible. Un sistema de desacoplamiento de luz difrangible 2u, por ejemplo una estructura reticular o similar, recubre el elemento de panel 2 por toda su superficie iluminada 2a de manera que se usan entrantes y/o ranuras divergentes de varios tamaños y/o formas para formar retículas locales divergentes de varios tamaños y con diferentes formas (por ejemplo tipo A/B), tales como píxeles y/o unidades multiformes y/o binarios, con un coeficiente de ocupación, una forma, un perfil y/o un tamaño optimizados de manera que el coeficiente de difracción sea una función de lugar. Este principio se puede apreciar en las figuras 1a a 1c.

Naturalmente, es posible adaptar el tamaño, la forma, el coeficiente de ocupación y/o el perfil/estructura de una retícula local o una unidad reticular en varias secciones de una estructura reticular para que pueda variar en sentido longitudinal, lateral y/o vertical.

40 Además, con referencia a lo que se muestra en las figuras 1a y 1b, la fuente luminosa 1 está provista de uno (figura 1a) o más (figura 1b) LEDs dispuestos longitudinalmente en sucesión para activar la superficie iluminada 2a única (figura 1b) o multisección (figura 1a) del elemento de panel 2 proyectándole luz. En las realizaciones que se representan en las figuras 1b y 7, la superficie iluminada 2a está circunscrita en un elemento perimétrico pasivo 2b. La luz, cuando se acopla en el elemento de panel 2 se dispone, como se muestra en la figura 6b, con la ayuda de un sistema de acoplamiento de luz difrangible 2s, por ejemplo un distribuidor de luz binaria, una estructura reticular local, un difusor y/o similar, que está presente en su superficie límite R, y/o, como se muestra en la figura 6a, con la ayuda de configuraciones geométricas de la superficie límite R.

50 En la realización que se muestra en la figura 1c, un sistema de desacoplamiento de luz difrangible 2u, por ejemplo una estructura reticular o similar, para un elemento de panel 2 que funciona como una guía de ondas está dispuesto en una superficie inferior 2p del elemento de panel 2. Naturalmente, también es posible colocar dicho sistema en la superficie superior del elemento de panel, lo que en cualquier caso requiere en la práctica cualquier tipo de capa o revestimiento de protección para proteger su mecanismo.

55 En otra realización preferida, el elemento de panel 2 se fabrica a partir de un material óptico delgado y transparente que tiene un grosor de por ejemplo entre 0, 1 y 4 mm, por ejemplo un polímero, un elastómero, una hoja cerámica, una película o similar, estando el sistema de acoplamiento 2s dispuesto preferiblemente en su perímetro Rr, como se muestra en las figuras 6a y 6b.

60 En otra realización preferida, el elemento de panel 2 se fabrica a partir de un material flexible y/o preformado, estando la superficie iluminada 2a del panel luminoso 2 adaptada para activarse manteniendo en todas las partes su radio de curvatura local lo suficientemente pequeño, de manera que no sobrepase el ángulo mínimo de reflexión total ya que el haz luminoso se propaga por el interior del elemento de panel 2.

65

En otra realización preferida, el sistema de desacoplamiento de luz difrangible 2u para activar un panel luminoso iluminado está configurado de manera que al elemento de panel 2 se le puede dar un color diferente en una o más secciones del mismo. Primeramente, esto se puede llevar a cabo de manera que la superficie iluminada 2a del panel luminoso 2 se active para un color diferente proporcionando una o más unidades de iluminación 1; 1a de control independiente provistas de medios luminosos que producen luz de diferentes colores, tales como un LED que emite rojo/verde/azul/blanco 1a' o similar. Por otro lado, también es posible conseguir esto modulando el nivel de intensidad y/o la tensión de alimentación y/o similar de una fuente luminosa o sus elementos integrantes.

Con referencia de nuevo a la realización que se muestra, por ejemplo, en la figura 1b, el elemento de panel 2 está provisto de una superficie sensible 3, por ejemplo un reflector, un difusor y/o equivalente, en particular para eliminar haces luminosos que transmite una estructura reticular o similar del sistema de desacoplamiento de luz difrangible 2u y/o para evitar la formación de puntos luminosos muy pronunciados.

En otra realización preferida como la que se muestra, por ejemplo, en la figura 7, el panel luminoso está configurado como una estructura de tipo caja cerrada, por ejemplo un poste de alumbrado, provisto de un sistema de acoplamiento de luz difrangible 2s usando un distribuidor de haces luminosos o equivalente que está dispuesto en la cara frontal o posterior Rt del elemento de panel 2 para enfocar la luz que emite la fuente luminosa 1 y propagarla al interior del elemento de panel 2 por reflexión total.

En términos generales, en lo que respecta a la teoría de la reflexión total, y haciendo referencia a la figura 2a que representa una guía de ondas 2 con un índice de refracción n que sobrepasa el índice de refracción del aire $n = 1$ debe apreciarse, que el haz de luz que surge de un punto luminoso se somete a reflexión total siempre que su ángulo de incidencia γ sobre una superficie límite cumpla la condición $\text{seno de } \gamma > 1/n$. Si el ángulo de incidencia es menor, por ejemplo $\alpha < \arcsin(1/n)$, la cantidad de energía expresada por los modelos de Fresnel penetrará por una superficie límite. Si el medio es otro que no sea el aire, el índice de refracción 1 en las expresiones anteriores se sustituye por el índice de refracción del medio particular que se utilice.

La figura 1c en particular, muestra una solución, en la que al menos una estructura periódica local o rejilla de difracción, que funciona como un sistema de desacoplamiento 2u, está situada en la superficie inferior de un elemento de panel 2 que funciona como guía de ondas. La rejilla de difracción divide una onda plana incidente, con un ángulo de incidencia γ , en un conjunto de órdenes de difracción que aparecen tanto dentro como fuera de la guía de ondas. Las direcciones de propagación se determinan mediante una ecuación de la rejilla y los coeficientes de difracción (la parte de luz incidente que termina en una orden adecuada) se determinan en base al periodo y forma de un perfil reticular. La condición que se muestra en la figura 1c es una condición en la que en la parte exterior de la guía de ondas aparece una pluralidad de haces luminosos transmitidos, mostrándose la superficie de la rejilla 2u iluminada desde una pluralidad de direcciones discretas. Sin embargo, en la práctica se muestra iluminada una extensión angular amplia, ya que la guía de ondas incluye una pluralidad de ondas planas que se propagan e inciden continuamente con la superficie en diferentes ángulos γ . Se puede usar también una teoría exacta de difracción magnética para diseñar perfiles de superficie que producen un gran número de órdenes que tienen una distribución deseada de coeficientes de refracción.

De este modo, mediante una selección adecuada de parámetros de perfil de superficie, es posible conseguir la condición exacta que se muestra en la figura 1c, en la que se llegan a dominar las órdenes que se reflejan y la superficie de la rejilla 2u se muestra iluminada cuando se mira a través de la guía de ondas 2. Este es un modo de evitar en especial el daño mecánico en la superficie de la rejilla, aunque, naturalmente, también se puede proteger con un tipo determinado de capa de protección cuando se coloca sobre la superficie superior del elemento de panel 2. Además, según la realización que se muestra en la figura 1c, es deseable proporcionar el denominado difusor 3 en la superficie posterior del elemento de panel 2 funcionando como guía de ondas para ampliar e igualar la distribución angular de radiación difractada y también para redirigir los haces luminosos emitidos en una dirección errónea de vuelta y a través del panel.

Otra característica importante de la invención consiste en el hecho de que la luz se mantiene por reflexión total el máximo tiempo posible dentro del elemento de panel 2 cuando funciona como guía de ondas. Esto es posible cuando la luz que va a acoplarse en una guía de ondas se propaga por el interior de la misma cerca del ángulo mínimo de reflexión total, con lo cual su reflexión total procede también, según el principio que se muestra en la figura 2b, de las paredes extremas y se propaga a través de la estructura varias veces antes de difractarse con la ayuda de las rejillas de desacoplamiento de luz difrangible 2u. En los lugares en donde no hay rejillas de desacoplamiento de luz difrangible, en principio tampoco hay pérdidas, por lo cual absolutamente toda la luz que se ha introducido, emerge de áreas iluminadas deseadas excepto cuando se produce la absorción en el material. También con referencia a la figura 3, es por tanto posible, si se necesita, curvar y/o formar una guía de ondas siempre que el radio local de curvatura sea en todas partes lo suficientemente pequeño como para que el ángulo mínimo o límite de reflexión total no se quede corto. Como se muestra en la figura, es obvio que una guía de ondas plana puede incluir ángulos de 90° sin infringir el principio de reflexión total.

La figura 4 ilustra además el modo en el que un elemento difractinge que se ha curvado sobre una superficie cilíndrica funciona en el plano de un haz luminoso que se propaga según un ángulo θ arbitrario. Ya que es preferible que todos los haces luminosos se propaguen por reflexión total, es especialmente preferible utilizar cerca de un eje óptico un distribuidor de luz binaria cuyo periodo varíe como una función de lugar. Este es también un modo de proporcionar un número manejable de haces luminosos ligeramente divergentes. Más allá del eje óptico, no es posible forzar los dos haces luminosos producidos por el distribuidor de luz (órdenes de la rejilla + 1 y -1) para llevar a cabo la reflexión total, y por tanto es preferible usar una estructura reticular local lineal para una desviación deseada como se muestra en la figura 5. Aquí, todos los haces luminosos son casi colimados para propagarse en una dirección común, de modo que la condición por reflexión total se cumple para todos ellos. Esto requiere la modulación de un periodo reticular local en una superficie de acoplamiento de luz difractinge como una función de lugar, y perfiles de superficie continua para conseguir un alto coeficiente de difracción. Una estructura binaria o equivalente puede crear los medios de distribución de haces luminosos en el centro de un elemento.

Además, con referencia a la realización que se muestra en la figura 7, el panel luminoso está diseñado como una estructura de tipo caja cerrada o, en este caso, como un "farol" tubular. Por tanto, se prefiere que el acoplamiento en una guía de ondas 2 se lleve a cabo usando por ejemplo rejillas de distribución de luz 2s y colocando un LED 1a' dentro o fuera del tubo. Así, se pueden iluminar iluminadores a montar en varias columnas de un modo simple y eficaz.

Es obvio que la invención no se limita a las realizaciones que se han descrito e ilustrado, sino que se puede modificar con bastante libertad siempre que lo sea dentro del concepto básico de la invención. En primer lugar, el coeficiente de ocupación de un sistema de desacoplamiento de luz refractiva, por ejemplo una rejilla local, se puede usar para contribuir, por ejemplo, a un desacoplamiento de luz uniforme, ya que el coeficiente de difracción se determina tomando como base un perfil y una forma reticulares, y los ángulos de desacoplamiento de luz como direcciones de propagación y ángulos de luz se determinan mediante una ecuación de la rejilla. El coeficiente óptimo de ocupación en cada situación se puede calcular exactamente con la ayuda de un ordenador. El sistema de acoplamiento o desacoplamiento de luz difractinge, por ejemplo estructuras o rejillas difractinges, se puede constituir usando no sólo entrantes o muescas divergentes de estructuras de píxeles, sino también píxeles binarios, con lo cual hay un reborde que se puede percibir claramente (esquina superior), una parte inferior así como un entrante o muesca con una longitud que se puede modificar. Estas estructuras pueden ser perfiles/contornos continuos a los que se les puede cambiar libremente la forma y el tamaño. Además, la fuente luminosa puede formarse no solamente con medios luminosos discretos sino también mediante una solución integrada completamente en un elemento de panel que funciona como guía de ondas. Es obvio que el material para un elemento de panel a usar como guía de ondas puede comprender una gama muy variada de materiales transparentes entre los que se incluye el cristal. El sistema de guía de ondas de la invención permite la fabricación de, por ejemplo, monitores con siete o más segmentos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Panel luminoso que comprende una fuente luminosa (1) y un elemento de panel (2), fabricándose dicho elemento de panel (2) a partir de un material sustancialmente transparente para transmitir luz, configurándose dicho elemento de panel en forma de guía de ondas en la cual se propagan los haces luminosos por reflexión total y se desacoplan de la misma mediante un sistema de desacoplamiento de luz difrangible (2u), caracterizado porque dicho sistema de desacoplamiento de luz difrangible (2u), por ejemplo una estructura reticular o equivalente, recubre el elemento de panel (2) por toda su superficie iluminada (2a) de manera que se usan entrantes y/o ranuras divergentes de varios tamaños y/o formas para formar una pluralidad de píxeles reticulares locales y divergentes de varios tamaños y con diferentes formas, que tienen un coeficiente de ocupación, una forma, un perfil y/o un tamaño optimizados de manera que la eficacia de difracción sea una función de lugar.
- 10 2. Panel luminoso según la reivindicación 1, en el que la fuente luminosa (1) comprende uno o más LEDs (1a') dispuestos longitudinalmente en sucesión para activar el elemento de panel (2) con luz que se introduce en el mismo, y en que el acoplamiento de luz en el elemento de panel se efectúa con la ayuda de un sistema de acoplamiento de luz difrangible (2s), por ejemplo un distribuidor de luz binario, una estructura reticular local, un difusor y/o similar, presente en su superficie límite (R), y/o con la ayuda de la configuración geométrica de la superficie límite (R).
- 15 3. Panel luminoso según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el elemento de panel (2) se fabrica a partir de un material óptico delgado y transparente que tiene un grosor comprendido entre 0,1 mm y 4 mm, por ejemplo un polímero, un elastómero, una hoja cerámica, una película o similar, estando el sistema de acoplamiento (2s) dispuesto en su perímetro (Rr).
- 20 4. Panel luminoso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se fabrica a partir de un material flexible y/o preformado, estando la superficie iluminada (2a) del panel luminoso (2) adaptada para activarse manteniendo el elemento de panel (2) en todas partes en un radio local de curvatura lo suficientemente pequeño, de manera que el ángulo mínimo de reflexión total no se sobrepase al propagarse el haz luminoso por el interior del elemento de panel (2).
- 25 5. Panel luminoso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el sistema de desacoplamiento de luz difrangible (2u) para activar un panel luminoso iluminado está configurado de manera que al panel luminoso (2) se le pueda dar un color diferente en una o más secciones del mismo, y porque la superficie iluminada (2a) del panel luminoso (2) que se puede activar para un color diferente, se diseña proporcionando una o más unidades de iluminación (1; 1a), controladas independiente, con medios luminosos que producen luz de diferentes colores, por ejemplo un LED que emite rojo/verde/azul/blanco (1a') o similar, y/o modulando el nivel de intensidad y/o la tensión de alimentación de la fuente luminosa (1).
- 30 35 6. Panel luminoso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el elemento de panel (2) está provisto de una superficie sensible (3), por ejemplo un reflector, un difusor y/o equivalente, en particular para eliminar haces luminosos que transmite el sistema de desacoplamiento (2u) y/o para evitar la formación de puntos luminosos muy pronunciados.
- 40 7. Panel luminoso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el panel luminoso está configurado como una estructura de tipo caja cerrada, en donde el sistema de acoplamiento de luz difrangible (2s) consiste en un distribuidor de haces luminosos que está dispuesto en la cara frontal o posterior (Rt) del elemento de panel (2) y puede enfocar la luz que emite la fuente luminosa (1) para propagarla por el interior del elemento de panel (2) por reflexión total.
- 45

Fig. 1a

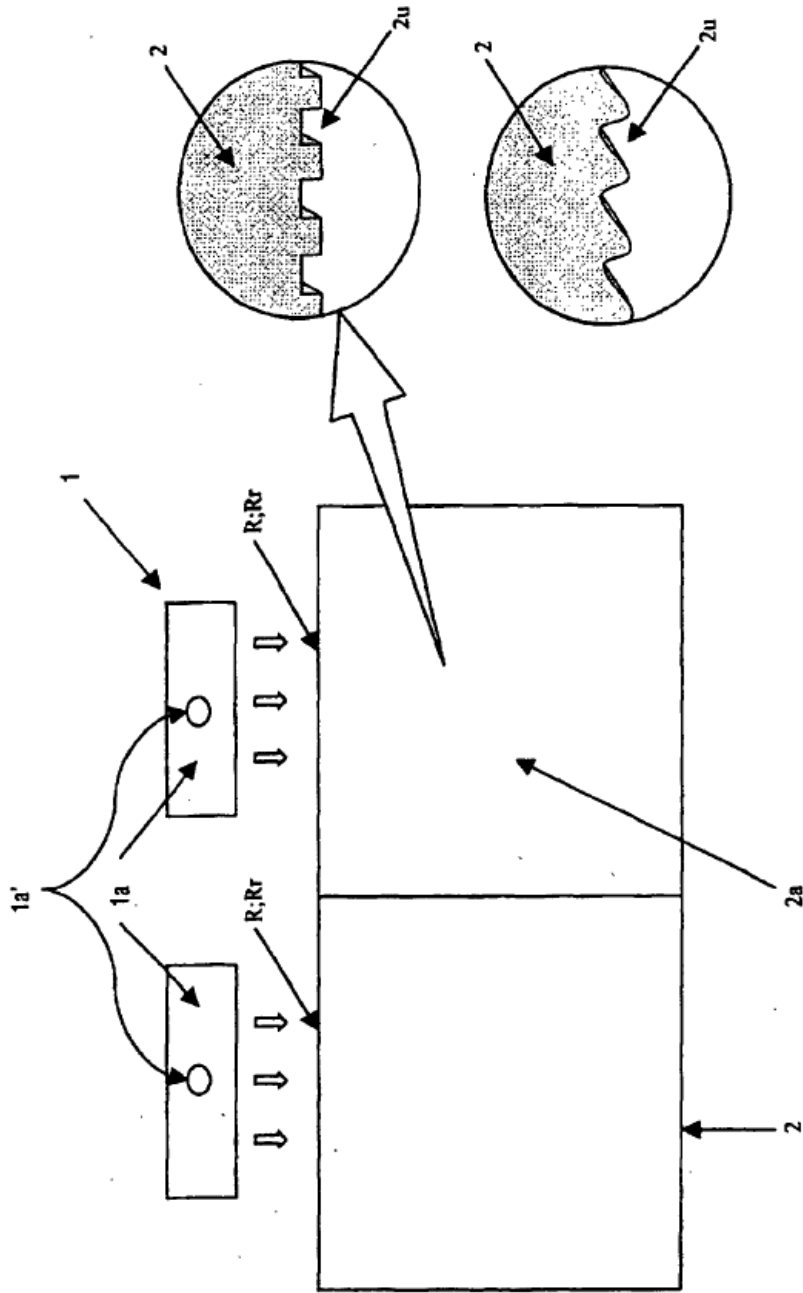


Fig. 1b

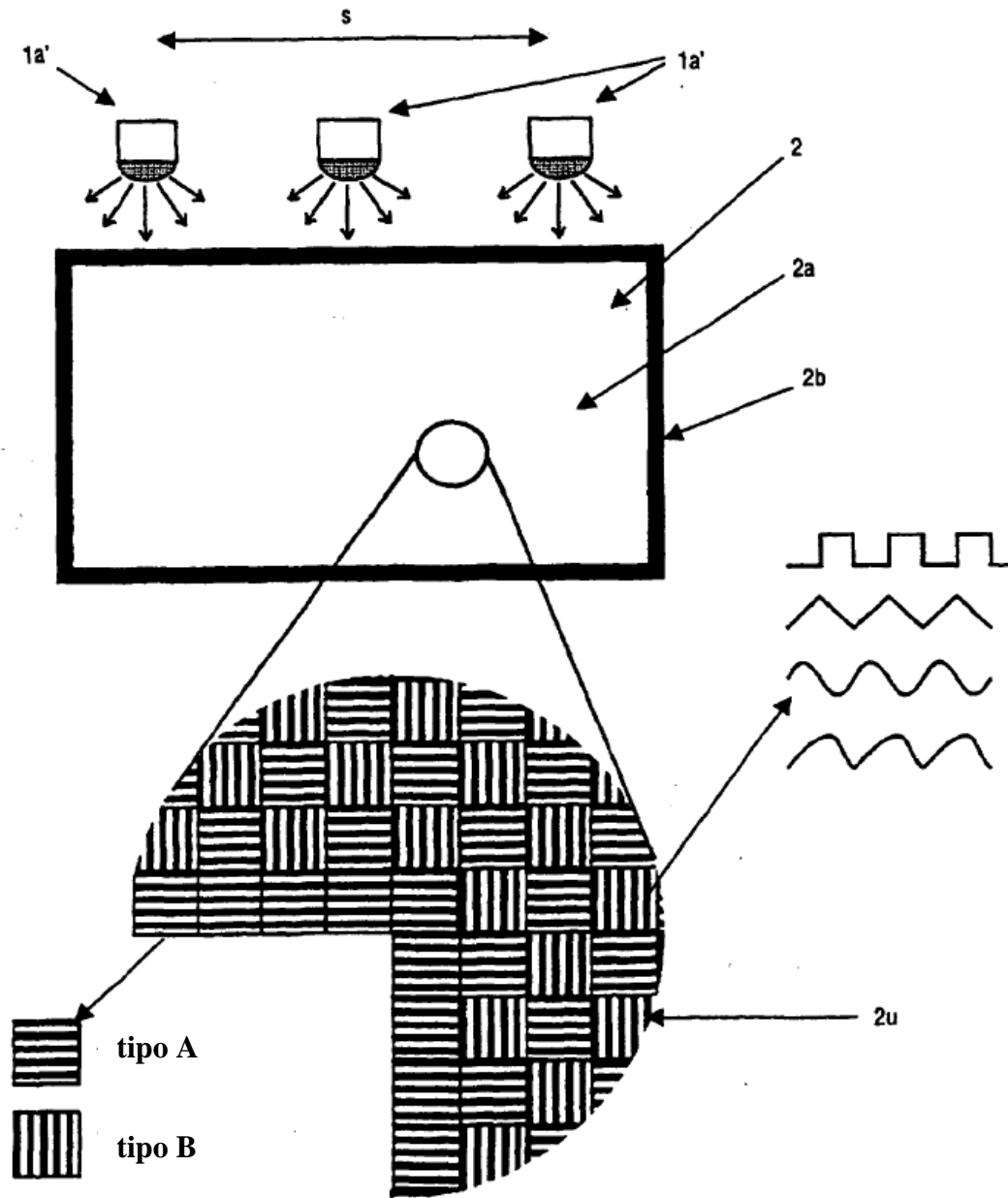


Fig. 1c

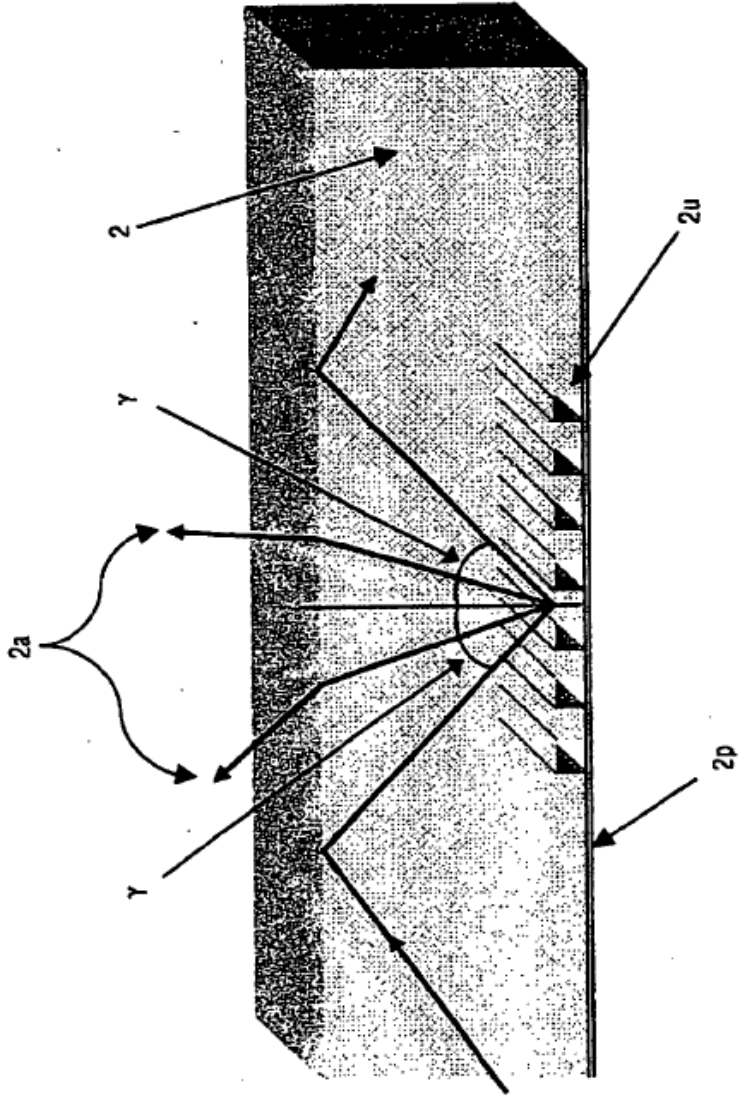


Fig. 2a

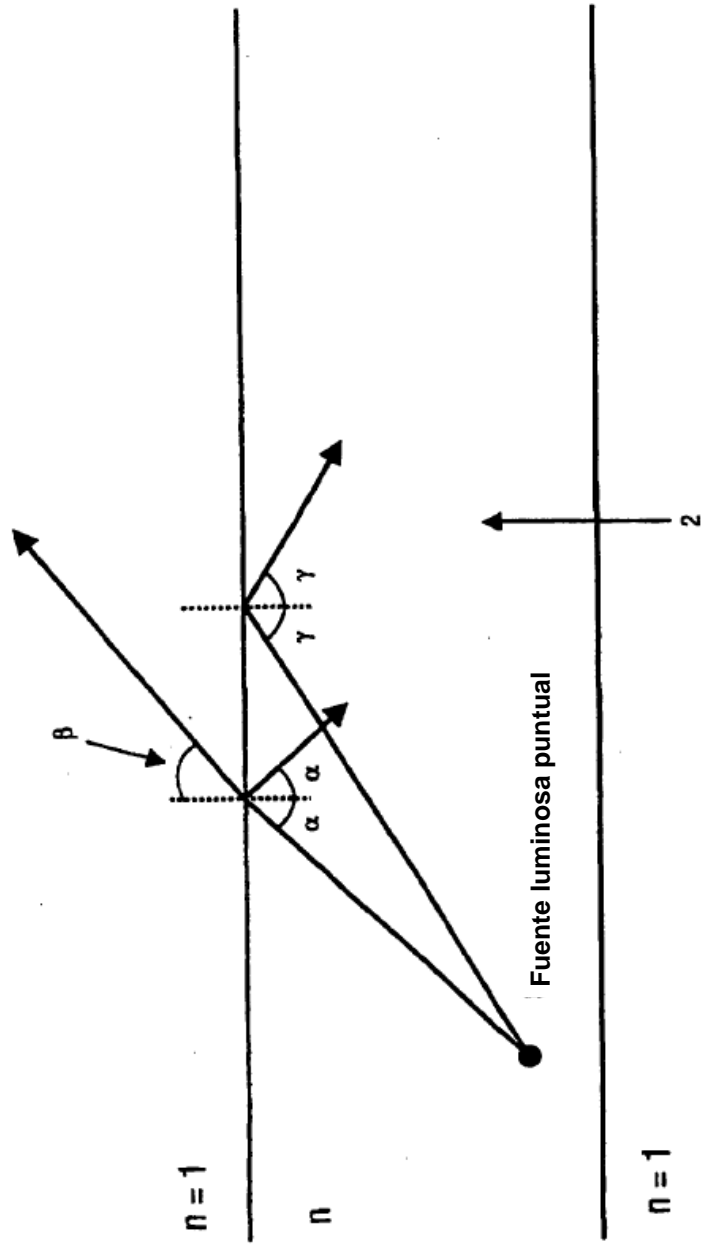


Fig. 2b

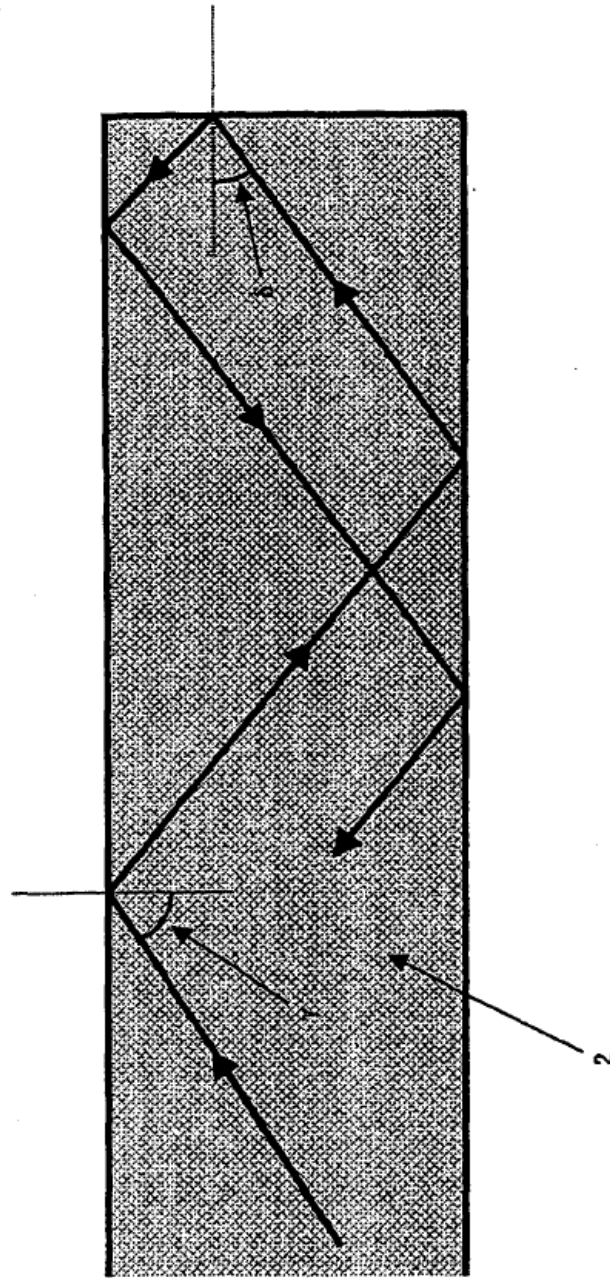


Fig. 3

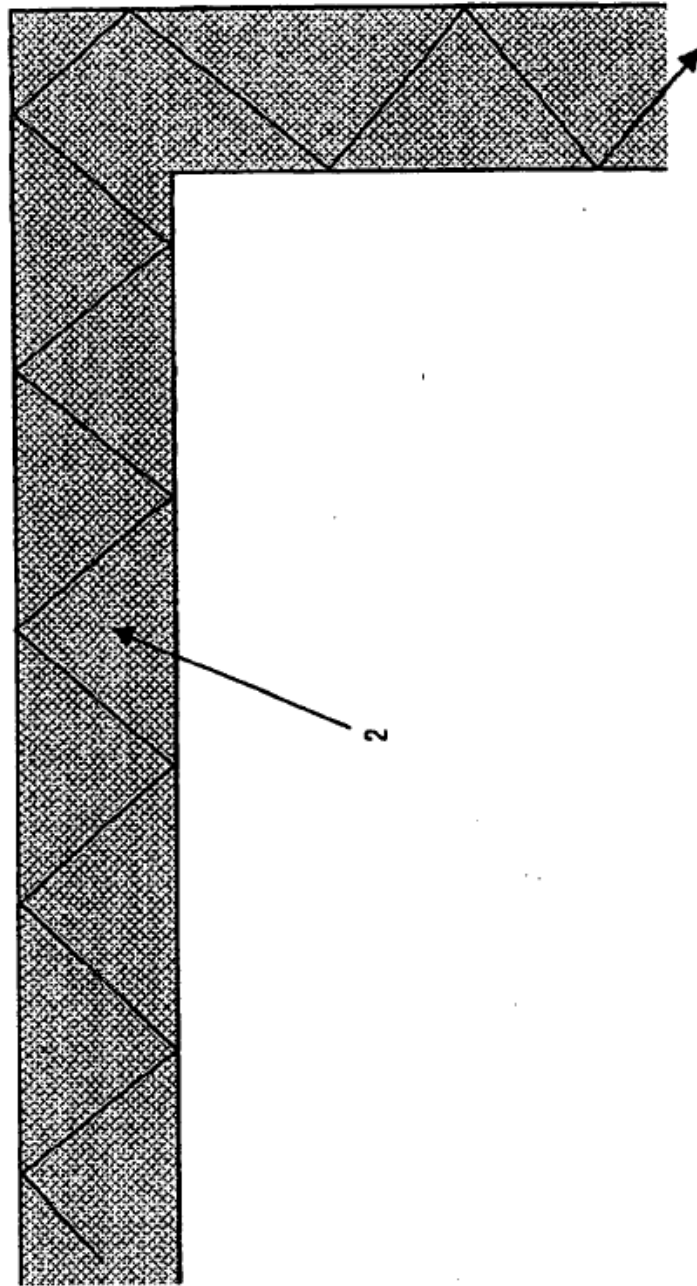
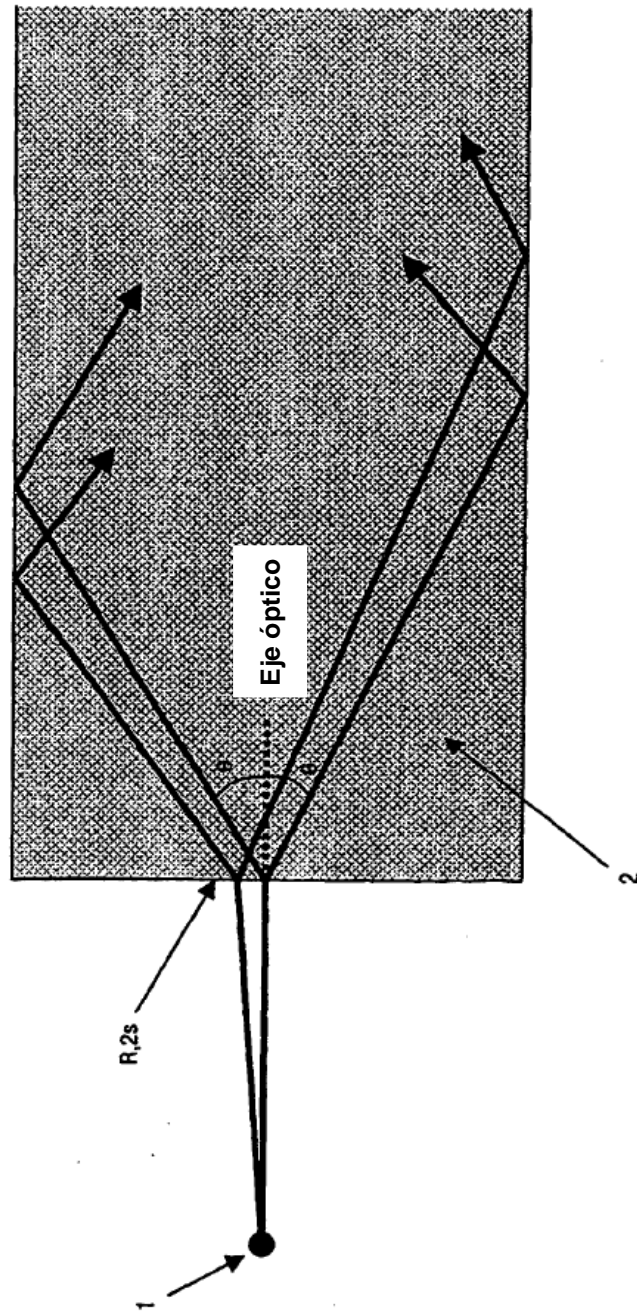


Fig. 4



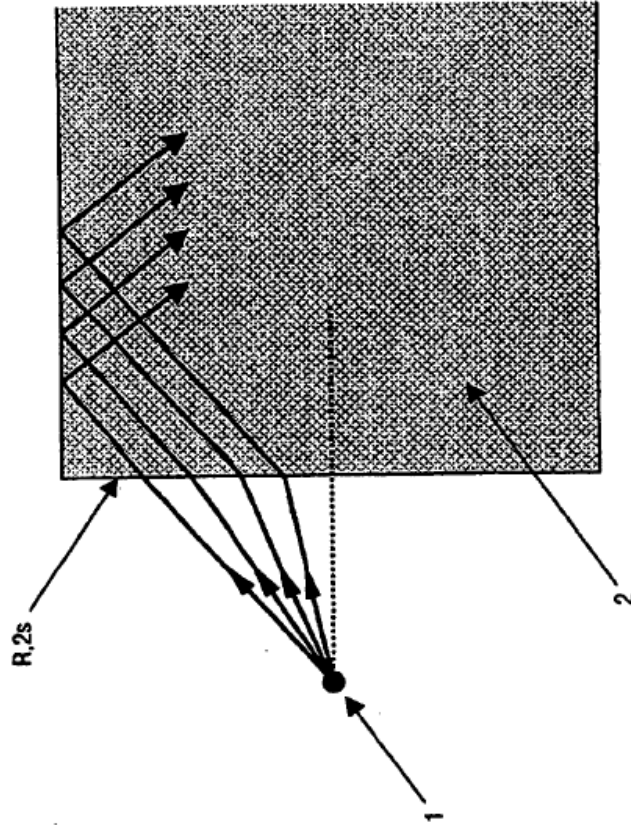


Fig. 5

Fig. 6b

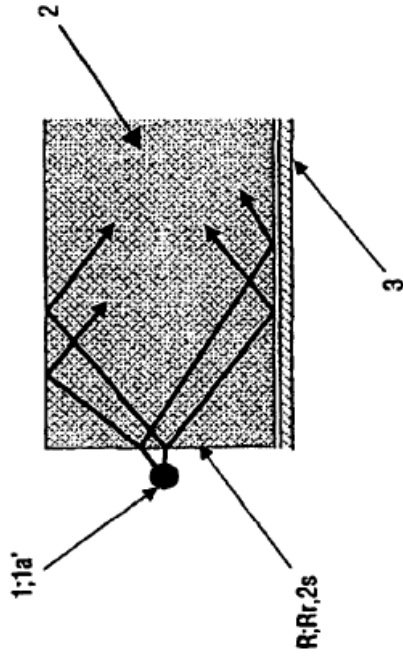


Fig. 6a

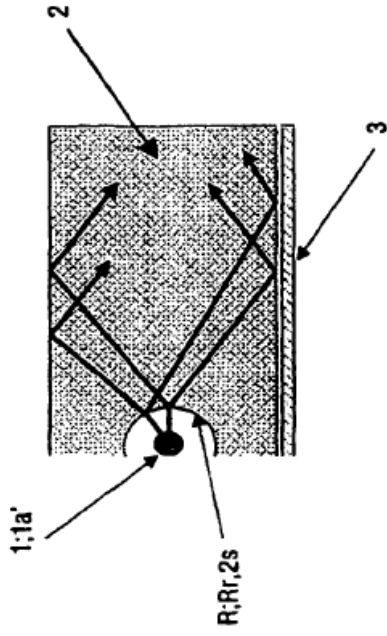


Fig. 7

