



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 305 934**

(51) Int. Cl.:
G02B 6/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **05007478 .0**

(86) Fecha de presentación : **28.12.1999**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1564568**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **17.08.2005**

(54) Título: **Conducto de luz para proporcionar retroiluminación de una pantalla de panel plano.**

(30) Prioridad: **30.12.1998 FI 19982825**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

(73) Titular/es: **Nokia Corporation**
Keilalahdentie 4
02150 Espoo, FI

(72) Inventor/es: **Parikka, Marko;**
Kuittinen, Markku y
Turunen, Jari

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 305 934 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

Conducto de luz para proporcionar retroiluminación de una pantalla de panel plano.

5 La presente invención se refiere a la retroiluminación uniforme de pantallas de panel plano por medio de una conducción de luz fina.

Los dispositivos electrónicos actuales tienen con frecuencia una pantalla de cristal líquido para transmitir información al usuario. Para conseguir que la pantalla sea legible incluso en horario crepuscular o en la oscuridad, la
10 pantalla se ilumina generalmente por medio de diodos emisores de luz (LED), aunque este hecho, especialmente en dispositivos portátiles alimentados por una batería y/o un acumulador, tiene, además, un efecto reductor del tiempo de funcionamiento real del dispositivo. Adicionalmente, considerando la legibilidad el requisito de un brillo uniforme de la pantalla es esencial, aunque el mismo hace que aumente el consumo de potencia para compensar la pérdida de luz provocada por placas difusoras y similares. En lugar de usar elementos de desviación opacos, una de las alternativas
15 consiste en usar una estructura de conducciones de luz difractivas para conducir la luz en la dirección favorable, desde la fuente de luz hasta la pantalla, con lo cual se dispone además de más libertad para la disposición de componentes.

Con respecto a las técnicas conocidas relacionadas con la técnica de la invención, se hace referencia a soluciones descritas en relación con la técnica anterior (figuras 1 a 2). Una de las disposiciones conocidas consiste en utilizar
20 conducciones de luz “gruesas”, “de tipo placa”, en uno de cuyos extremos existe una fuente de luz, y en un lateral plano de la placa con el área más grande y/o dentro de la conducción de luz existe un objeto iluminado para conseguir una iluminación uniforme del mismo. Es conocido asimismo que cuando la conducción de luz se hace más fina, la distribución de la iluminación de la pantalla puede resultar menos ventajosa. No obstante, en las estaciones móviles actuales y otros equipos provistos de una pantalla existe muy poco espacio adicional, y en los mismos no pueden
25 utilizarse estructuras de conducciones de luz gruesas sin un efecto negativo sobre la capacidad de utilización del dispositivo. Los elementos gruesos significan también un aumento de los costes de material para el fabricante, y, por lo tanto, una mayor presión sobre la fijación del precio.

Existen también técnicas conocidas con una conducción de luz fina, de tipo placa, desde uno de cuyos extremos
30 una fuente de luz emite luz al espacio entre las superficies superior e inferior de la conducción de luz. Al fondo de la conducción de luz se le puede dotar de un acabado rugoso aleatorio, por ejemplo, la superficie inferior de una conducción de luz de tipo placa, cuando la pantalla o un objeto correspondiente a iluminar se posiciona por encima de la superficie superior de la conducción de luz, en la dirección del observador. La finalidad de la rugosidad es distribuir la luz para dispersarla de la manera más uniforme posible en la dirección de la pantalla. Se puede disponer también
35 de un difusor, un reflector o una capa adicional correspondiente por debajo de la superficie dotada del acabado rugoso para dirigir la luz que ha pasado a través de la rugosidad de nuevo hasta la conducción de luz, a través de la misma y desde ella en la dirección de la pantalla para aumentar su iluminación.

Aunque es el principio de reflexión total el que obedece a la luz que se propaga en su camino a través de la
40 conducción de luz, la rugosidad aleatoria de la superficie de la conducción de luz puede provocar problemas en la homogeneidad de la luz, especialmente en el extremo opuesto a la fuente de luz. En otras palabras, hasta el otro extremo de la pantalla llega mucha menos luz que la que abandona el primer extremo de la conducción de luz en la fuente de luz. El aumento del número de fuentes de luz así como el aumento de su potencia, en combinación con el uso de placas difusoras entre la conducción de luz y la pantalla y/o la fuente de luz y la conducción de luz, mejoran la
45 uniformidad de la iluminación, aunque aumentan también los requisitos de espacio y de consumo de potencia.

La Figura 1A ilustra la disposición de iluminación de la pantalla 1 utilizando una conducción de luz plana, fina 3, a cuya superficie inferior 4 se la ha dotado de un acabado rugoso aleatorio. La Figura 1B representa el rendimiento local de la fuente de luz, mediante el cual la luz producida por la fuente de luz puede convertirse en retroiluminación (en lo
50 sucesivo rendimiento de acoplamiento de salida η). El rendimiento del acoplamiento de salida local se representa en función de la posición, la coordenada medida desde el extremo de la conducción de luz correspondiente a la fuente. Puesto que el propio rendimiento del acoplamiento de salida es constante de forma permanente, el brillo de la pantalla visto por un observador exterior se produce en concordancia con la Figura 1C, que representa, de este modo, el brillo local de una sección de la pantalla en función de la distancia medida desde el extremo en la fuente de luz. La Figura
55 1D, muestra, en principio, cómo los rayos individuales 5 y 6 que salen de una fuente de luz L1 se propagan en una conducción de luz 3 y se convierten en luz de fondo en los puntos 5A a 5E, 6A y 6B.

Otra técnica para igualar el brillo no homogéneo, el cual varía en función de la posición tal como se muestra en la Figura 1C, consiste en variar el rendimiento del acoplamiento de salida local η en función de la distancia, colocando
60 marcas en las que la luz se dispersa o refleja en la parte superior o inferior de la conducción de luz. Las marcas son, por ejemplo, pequeñas lentes que están situadas a distancias intermedias grandes en el primer extremo de la fuente de luz y a distancias intermedias más cortas en el otro extremo, de tal forma que se produce una diferencia de brillo B menor entre el primero y segundo extremo de la pantalla. La Figura 2 ilustra una disposición conocida tal como la descrita anteriormente para iluminar una pantalla de panel plano 7 con una conducción de luz 9, cubriéndose con lentes, en dicha disposición, la superficie inferior de la conducción de luz 9. La cantidad de luz 8 es mayor en el
65 primer extremo de la conducción de luz 9 próximo a la fuente de luz L2 que en el segundo extremo opuesto. Puesto que el objetivo consiste en iluminar la pantalla de manera más uniforme, y el rendimiento del acoplamiento de salida η local de la luz depende del número local de lentes de dispersión/reflexión, resulta ventajoso conseguir que la densidad

ES 2 305 934 T3

de los elementos ópticos cerca de la fuente de luz sea menor que lejos de la misma. Para mejorar todavía más la iluminación, puede utilizarse un reflector 10 para devolver de nuevo en la dirección de la pantalla 7 la luz dirigida de forma desfavorable.

5 Los documentos EP 802446, WO97/41471, US 5.703.667 y US 5.748.828 dan a conocer cada uno de ellos una conducción de luz adecuada para proporcionar la retroiluminación de una pantalla de panel plano, que comprende un extremo de entrada de luz y una estructura difractiva que incluye formaciones alargadas que presentan propiedades difractivas para acoplar la luz en su salida de la conducción de luz.

10 El documento EP881426 da a conocer una conducción de luz que tiene formaciones alargadas dispuestas en una configuración curvada. El documento DE3536497 da a conocer formaciones alargadas curvadas en una conducción de luz, de manera que las formaciones acoplan mediante difracción la luz que sale de la conducción de luz; la luz se concentra por medio de las formaciones.

15 La estimación de las propiedades de transmisión de la conducción de luz por procedimientos bien experimentales o de cálculo, utilizando técnicas conocidas, es prácticamente imposible debido al gran número de prototipos necesarios y al número y tamaño reducido de las lentes, por lo que es cuestionable la obtención de un resultado óptimo, aceptable, con la técnica conocida.

20 Uno de los objetivos de la invención es proporcionar una conducción de luz nueva, que proporcione una iluminación uniforme del fondo de la pantalla y que resulte sencilla de fabricar.

La conducción de luz y el procedimiento según la invención se definen mediante las reivindicaciones independientes 1 y 16, respectivamente. En las reivindicaciones subordinadas se definen formas de realización preferidas más particulares.

25 Para producir la retroiluminación de una pantalla de panel plano, en las formas de realización se puede utilizar una conducción de luz con patrones incorporados, habiéndose tratado, en dicha conducción de luz, por lo menos una superficie para lograr unas propiedades difractivas, con lo cual el rendimiento del acoplamiento de salida local de la conducción de luz puede cambiarse en función de la distancia y/o la longitud de onda medidas desde la fuente de luz. El rendimiento del acoplamiento de salida de la conducción de luz depende de por lo menos un parámetro, el cual describe las propiedades difractivas de la superficie. En el rendimiento del acoplamiento de salida local influyen magnitudes que caracterizan la superficie difractiva, tales como la periodicidad de las formaciones superficiales de los patrones del perfil de difracción, el periodo d , el factor de llenado c y/o la altura/profundidad de los resaltes/muecas del perfil. Las formaciones superficiales que son adecuadas como perfiles de difracción básicos de acuerdo con una de las formas de realización de la invención incluyen ondas rectangulares, binarias, ondas sinusoidales y/o triangulares, y, mediante la formación de combinaciones adecuadas de las mismas, se pueden optimizar las propiedades de la invención para cada aplicación.

40 Adicionalmente, de acuerdo con una de las formas de realización de la invención, las propiedades de una conducción de luz difractiva pueden mejorarse dividiendo su superficie para formar píxeles, en los cuales sus propiedades reticulares son localmente uniformes. Especialmente, en el extremo en la fuente de luz, la orientación de los píxeles puede utilizarse de forma ventajosa para mejorar la distribución de la luz y, por lo tanto, el brillo de la retroiluminación de la pantalla. Los patrones de la superficie de la conducción de luz pueden ser, por ejemplo, de dos tipos de píxeles difractivos, los cuales son ambos de tipo binario. Algunos de los píxeles en las proximidades de la fuente de luz están orientados de forma que los perfiles de difracción, y, por lo tanto, los propios píxeles se encuentran con una geometría de rotación de 90° uno con respecto al otro, cuando el eje de rotación imaginario es paralelo a la perpendicular de la superficie de la conducción de luz. Adicionalmente, pueden utilizarse perfiles básicos modificados o combinaciones de los mismos.

50 La invención se describirá detalladamente haciendo referencia a los siguientes dibujos, en los cuales

la Figura 1 muestra una disposición conocida que se basa en un acabado rugoso aleatorio para proporcionar iluminación,

55 la Figura 2 muestra una disposición conocida, que se basa en la utilización de difusores de tipo lente en lugar del acabado rugoso aleatorio, para dirigir la luz al objeto,

la Figura 3 muestra una disposición de conducción de luz de acuerdo con una forma de realización de la invención,

60 la Figura 4 muestra un detalle de una conducción de luz de acuerdo con una forma de realización de la invención,

la Figura 5 muestra la difracción y reflexión que tienen lugar en una conducción de luz de acuerdo con una forma de realización de la invención,

65 la Figura 6 representa el rendimiento del acoplamiento de salida local η de la estructura difractiva en función de la distancia medida desde la fuente de luz,

la Figura 7 muestra una conducción de luz de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención,

ES 2 305 934 T3

la Figura 8 ilustra los perfiles básicos de las muescas y resaltes de la estructura difractiva de una conducción de luz de acuerdo con algunas formas de realización de la invención,

5 la Figura 9 ilustra una estructura básica difractiva, pixelada, de una conducción de luz que se puede usar en formas de realización de la invención, y

la Figura 10 representa una estructura modificada de perfiles y/o píxeles de una conducción de luz de acuerdo con una forma de realización de la invención.

10 Las Figuras 1 y 2 representan procedimientos conocidos previamente, a partir de la técnica anterior, para la retroiluminación.

15 Las Figuras 1A, 2, 3A, 5A, 7, 9A, 9B, 10A representan los aspectos esenciales de los patrones de la microestructura correspondiente a la geometría de los perfiles de difracción, y, por lo tanto, no se encuentran necesariamente en la escala correcta con respecto a las dimensiones o el espesor macroscópicos de la conducción de luz.

20 La Figura 3A muestra cómo se puede disponer la iluminación de una pantalla de panel plano 301 por medio de una conducción de luz 303 de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención. La conducción de luz 303 tiene una superficie difractiva binarizada, en la que las propiedades geométricas del perfil superficial cambian cuando la distancia desde la fuente de luz aumenta. Localmente, los cambios geométricos son pequeños en comparación con las formaciones adyacentes, y se aproximan con cierta exactitud a una estructura reticulada, en la que la constante de la retícula cambia en función de la posición. La luz 302 presenta la misma intensidad por todo el elemento de conducción de luz difractiva completo 303, aunque los rayos de luz individuales 302 son más intensos en el primer extremo 303A de la conducción de luz 303 próximo a la fuente de luz L3 que en el extremo opuesto 303B. El rendimiento del acoplamiento de salida local η del elemento difractivo 303C se ha cambiado utilizando su dependencia del factor de llenado c . Adicionalmente, resulta ventajoso para la invención utilizar, por ejemplo, un reflector blanco Lambertiano 304 por debajo de la conducción de luz 303, para reflejar o dispersar de nuevo hacia la conducción de luz 303 la parte de la luz que ha pasado a través del fondo de la conducción de luz 303 en la dirección errónea, con vistas a usarla para la iluminación de la pantalla 301.

30 La Figura 3B representa el rendimiento del acoplamiento de salida local η de la construcción difractiva de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención, en función de una posición medida desde la fuente de luz L3.

35 La Figura 3C representa el brillo local B de la pantalla logrado mediante una estructura difractiva, de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención, en función de una posición medida desde la fuente de luz L3, cuando se ha compensado el rendimiento del acoplamiento de salida de la figura 3B para alcanzar un brillo constante cambiando la geometría del perfil de difracción, por ejemplo, el factor de llenado. El brillo es constante y, por lo tanto, independiente de la posición.

40 La longitud de 30 mm del eje horizontal en las figuras 3B y 3C es solamente un ejemplo, y la longitud y/o la anchura de una pantalla real, así como otras dimensiones de la conducción de luz pueden diferir sustancialmente con respecto a estos valores.

45 La figura 3D ilustra, en la conducción de luz 313, el paso de los rayos 315, 16A y 16B de luz, que han salido de la fuente de luz L3, y su conversión en rayos 15A a 15E, que son transmitidos hacia fuera de la conducción de luz. Obsérvese que en las transmisiones y reflexiones que tienen lugar en los puntos 15A a 15E, el brillo macroscópico de la luz es igual al de la Figura 3C fuera de la conducción de luz tal como es visto por un observador en la dirección de la pantalla, aunque con respecto a un rayo de luz individual, en una escala microscópica, la intensidad del rayo de luz disminuye en función de una distancia medida desde la fuente de luz, también como consecuencia de múltiples reflexiones y/o transmisiones. El brillo uniforme se logra dirigiendo una mayor parte de la luz disponible localmente hacia fuera de la fuente de luz por medio de una estructura difractiva de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención (figura 3A).

55 La Figura 4 ilustra la estructura de la geometría superficial de una conducción de luz difractiva en una de las formas de realización preferidas de la invención. Los parámetros característicos de un perfil de difracción binario son la longitud de ciclo d , el factor de llenado c , y la altura del resalte h del perfil. n_1 es el índice de refracción del material de la conducción de luz, y n_2 es el índice de refracción del medio situado entre la conducción de luz y la pantalla.

60 La Figura 5A ilustra la propagación de la luz con el principio de reflexión total en una conducción de luz difractiva de acuerdo con la invención, considerando un rayo de luz, el cual pasa en la dirección α con respecto a la perpendicular de la superficie interior de la conducción de luz. Un detalle 517, que ilustra el paso del rayo de luz por un periodo de la estructura difractiva, se encuentra delimitado por una línea de trazos con respecto a la conducción de luz.

65 La figura 5B es una ampliación del detalle 517 de la figura 5A. La geometría óptica es la misma que en la figura 5A. Cuando un rayo de luz incide en el perfil de difracción d , su difracción queda representada por ángulos de transmisión y reflexión, β_{PT} y β_{PR} , respectivamente, algunos de cuyos órdenes están indicados en la Figura 5B. Por ejemplo, 0_R es la reflexión corriente del rayo principal.

La Figura 6 muestra el rendimiento del acoplamiento de salida η de la superficie difractiva en función del factor de llenado c normalizado con el periodo d , en otras palabras, la dependencia del rendimiento del acoplamiento de salida en función de la relación c/d . La dependencia se representa para tres ángulos de incidencia del rayo principal: 60° (línea continua), 70° (línea de trazos) y 80° (línea de puntos). Los resultados mostrados en la figura se basan en valores medios calculados de los campos eléctricos y magnéticos transversales de la luz de propagación. Se han tenido en cuenta rayos de luz que son transmitidos directamente o reflejados de forma ventajosa. La absorción de la placa reflectora blanca en el fondo de la conducción de luz no se ha tenido en cuenta en el cálculo.

La Figura 7 muestra, a título de ejemplo, formas de realización preferibles de la invención obtenidas mediante el uso de un perfil binario de la conducción de luz (Figura 8). La Figura 7 muestra el aspecto esencial de una sección de conducción de luz 719 realizada mediante un ranurado curvado. Una línea de puntos A-B muestra las ubicaciones de las muescas C y los resaltes del perfil de difracción, y la geometría esencial tal como las vería un observador si estuviera mirando desde el lateral del elemento difractivo 719 (borde inferior o superior de la figura) en el nivel de la superficie de la conducción de luz, en perpendicular a la dirección de propagación de la luz. En una sección de conducción de luz 719 son posibles también otros perfiles de difracción (Figuras 8 y 10) bien como tales o bien mediante combinación.

La Figura 8 ilustra perfiles de difracción alternativos para la conformación superficial de una conducción de luz (y los píxeles contenidos en la misma) de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención, y parámetros relacionados, los cuales influyen en las propiedades ópticas de la superficie. La Figura 8A muestra un perfil binario de muescas/resaltes para una superficie difractiva y/o sus píxeles. En la figura, h es la altura de los resaltes, c es el factor de llenado y d es la longitud de periodo de las muescas/resaltes del perfil. La Figura 8B muestra un perfil sinusoidal, en el que h es la altura del resalte, d es la longitud del periodo y c es el factor de llenado según se define basándose en el ancho de semi-onda del resalte sinusoidal. Como ejemplo de una estructura de perfil de difracción de múltiples niveles, la figura 8C muestra una estructura de tres niveles con sus parámetros característicos: h_1 y h_2 son las alturas de los niveles de las muescas de una estructura localmente reticular, d es la longitud del periodo y c es el factor de llenado. La Figura 8D muestra un detalle de una estructura de perfil de difracción provista de resaltes triangulares, en los que la altura del resalte es h , la longitud del periodo d y el factor de llenado c , según se define basándose en el ancho de semi-onda del resalte tal como en la Figura 8B. El factor de llenado puede variarse también cambiando el ángulo del vértice del resalte triangular. Además de estos perfiles, pueden utilizarse también otros. Pueden utilizarse, por ejemplo, perfiles que se obtienen combinando por lo menos dos perfiles básicos mostrados por la figura 8, bien como tales, o bien mediante combinación y/o modificándolos y/o combinando con las mismas formas periódicas representadas matemáticamente, que pueden describirse por medio de parámetros asociados a los perfiles básicos. Un ejemplo de esta opción es un perfil de difracción, que se obtiene a partir de un perfil de onda sinusoidal (Fig. 8B) combinando con el mismo otros perfiles sinusoidales, cuyas longitudes de periodo y factores de llenado son funciones del valor matemático de la longitud de periodo y del factor de llenado o la fase de la forma de un perfil básico (por ejemplo, figuras 8A a 8D).

La figura 9 muestra una disposición en la que la superficie difractiva de una conducción de luz consta de patrones de tipo píxel. La finalidad del pixelado y/o la orientación de los píxeles es influir en la uniformidad de la luz en el primer extremo de la conducción de luz por medio de la difracción, y, por lo tanto, mejorar las propiedades de la superficie difractiva de la conducción de luz. La superficie difractiva se puede dividir en píxeles, de forma que los píxeles más próximos a la fuente de luz (orientación B) formen una parte ecualizadora 902, en la que la luz de la fuente de luz se distribuye como resultado de la difracción para formar una iluminación macroscópicamente uniforme. Los píxeles de una parte ecualizadora de este tipo 902 basada en la difracción están posicionados preferentemente de acuerdo con la orientación B e incluso con una geometría diferente en relación con la longitud de periodo y el factor de llenado, o en relación con otro grado de libertad, lo cual es esencial con respecto a la aplicación. El propósito de los píxeles 903, 904, que están más alejados en la dirección de propagación de la luz, es tanto/bien acoplar la luz que sale de la sección de la conducción con el fin de producir iluminación (píxel 903, orientación A) como/o bien distribuir la luz que llega desde la fuente de luz para conseguir que la misma sea aún más uniforme (píxel 904, orientación B). Resulta ventajoso utilizar más píxeles de distribución de luz 902, 904 en las proximidades de la fuente de luz 901 que en zonas alejadas de la misma. En esta estructura difractiva usada en la presente memoria como ejemplo, las finalidades de los píxeles se determinan basándose en su orientación (Figura 9A).

La Figura 9B muestra la propagación de luz en un píxel, el cual ecualiza la iluminación. Como resultado de la difracción, el rayo de luz entrante se distribuye en muchas direcciones, las cuales se describen por medio de órdenes que representan máximos de intensidad. En la figura se indican las direcciones de los máximos de difracción correspondientes a los órdenes ± 2 , ± 1 y 0, que se corresponden también con las direcciones de propagación de los rayos de luz.

Los píxeles pueden ser localmente homogéneos, y/o el factor de llenado y el periodo pueden cambiar dentro de ellos en función de una magnitud medida con respecto a la fuente de luz, tal como la distancia. Aunque el pixelado se ha representado en este caso en una aplicación rectangular, el mismo puede aplicarse también en otras configuraciones geométricas, tales como los patrones de muescas mostrados en la Figura 7, cuando se optimiza una retroiluminación uniforme de una pantalla mediante la colocación de la fuente de luz.

La Figura 10 muestra modificaciones de los perfiles básicos de una conducción de luz difractiva de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención. La Figura 10A representa un perfil, el cual es binario, pero puede

obtenerse también a partir de las formas básicas de la figura 8, tal como se aplica, por ejemplo, al pixelado de una superficie difractiva de acuerdo con la Figura 9. Algunos de los píxeles de la figura 10A están desviados con respecto al nivel de la superficie de la conducción de luz (horizontal) en el ángulo Φ , otros en el ángulo ϕ , y otros son paralelos a la superficie de la conducción de luz. Evidentemente, después de la presentación de las Figuras 10A y 10B, resultará obvio para un experto en la materia que en un pixelado, que se incorpora en la estructura de una pieza macroscópica, los ángulos de desviación y la relación del número de píxeles desviados con respecto al número de píxeles sin desviar en una conducción de luz tiene también un efecto sobre sus propiedades difractivas. La Figura 10B muestra un perfil de difracción de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención tal como se obtiene a partir de las formas básicas de la Figura 8, cuando las formaciones superficiales están desviadas en un ángulo Θ con respecto al nivel determinado por un píxel mostrado en la Figura 10A. Asimismo, resultará evidente para un experto en la materia que, para un perfil de difracción, son posibles también estructuras que están desviadas en relación con el pico de la formación superficial. La Figura 10 representa los aspectos esenciales de la geometría de los perfiles de difracción y, por lo tanto, el tamaño y/o los ángulos de desviación de los píxeles no están necesariamente en la escala correcta con respecto a los periodos y/o alturas de las formaciones superficiales.

La teoría relacionada con la técnica anterior sobre el comportamiento de la luz en difracción, sobre el efecto de los parámetros de micro-geometría, las propiedades de la fuente de luz y su distancia se ha tratado, por ejemplo, en el libro *Micro-optics: Elements, systems and applications*, editado por Hans Peter Herzig, Taylor and Francis, 1997, y especialmente en el capítulo 2: *Diffraction Theory of Microrelief Gratings* de Jari Turunen.

Existen también otras publicaciones relacionadas con la técnica anterior, tales como *Illumination light pipe using micro-optics as diffuser*, *Proceedings Europto series, Holographic and Diffractive Techniques*, SPIE 2951, 146-155, 1996.

En la luz monocromática se observa un fenómeno de difracción cuando la luz incide en una pieza o un grupo de piezas (rejilla), cuya dimensión característica se encuentra en el intervalo de la longitud de onda de la luz. El rayo de luz entrante se divide, y su dirección de propagación cambia. Las nuevas direcciones de los rayos de luz, tanto para los rayos reflejados como para los transmitidos, pueden expresarse por medio de la longitud de onda, de manera que en la difracción participan sus órdenes enteros y la dimensión característica de la pieza. Las fórmulas (1) y (2) pueden aplicarse en el cálculo de ángulos de dirección correspondientes a los órdenes de las direcciones de propagación de la luz difractada. Para órdenes transmitidos, se dispone de:

$$\text{sen}\beta_{pT} = \frac{p\lambda}{n_2 d} + \frac{n_1}{n_2} \text{sen}\alpha \quad (1)$$

y para los reflejados:

$$\text{sen}\beta_{pR} = \frac{p\lambda}{n_2 d} + \text{sen}\alpha \quad (2)$$

en los que α es el ángulo de dirección del rayo de luz entrante con respecto a la perpendicular de la superficie, β_{pT} es el ángulo de dirección de orden p de la luz conducida, y β_{pR} es el ángulo de dirección de orden p de la luz reflejada, p es el orden del rayo de luz, λ es la longitud de onda de la luz entrante primaria, n_1 es el índice de refracción óptico de la conducción de luz difractiva, n_2 es el índice de refracción del medio que rodea a la conducción de luz, y b es el periodo de la estructura difractiva.

En este momento se describe como ejemplo una forma de realización de la invención. Se realiza un prototipo de la conducción de luz, con el fin de iluminar una pantalla de panel plano. Se utilizan tres fuentes de luz, siendo la longitud de onda de la luz transmitida de 570 nm. La estructura difractiva óptima de la conducción de luz se implementa con los parámetros de la siguiente tabla.

Magnitud	Valor
Longitud periodo	2,5396 μm
Profundidad muesca	0,5311 μm
Relación llenado c/d	0,2 a 0,5

La longitud de periodo del perfil de difracción está diseñada preferentemente entre $1,5\ \mu\text{m}$ y $-3,5\ \mu\text{m}$. Una profundidad adecuada de las muescas en una estructura difractiva de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención se encuentra entre $0,3$ y $0,7\ \mu\text{m}$, es decir, en el intervalo de la longitud de onda, cuando se usa luz visible. Basándose en este planteamiento, será evidente para un experto en la materia que mediante la utilización de materiales adecuados, una técnica de acuerdo con las formas de realización preferidas de la invención también se puede adaptar a la escala de otros movimientos de onda electromagnética cuya longitud de onda difiera con respecto a la de la luz visible, tales como aplicaciones y problemas relacionados con procedimientos de rayos X y/o análisis médicos y/o técnicos.

Por medio de las formas de realización preferidas de la invención, el rendimiento del acoplamiento de salida de la superficie difractiva de la conducción de luz se puede aumentar en función de la distancia medida desde la fuente de luz para compensar la reducción de la cantidad de luz utilizada para la iluminación, cuando se producen movimientos alejándose de la fuente de luz. Cuando se aumenta el rendimiento del acoplamiento de salida con el mismo ritmo con el que disminuye la cantidad de luz disponible, se alcanza un brillo uniforme de la pantalla.

El rendimiento del acoplamiento de salida local de la superficie de una conducción de luz de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención se puede regular mediante el cambio del periodo del perfil de difracción y/o la profundidad de las muescas. El orden del modo de dispersión y el ángulo de dispersión de los rayos de luz del acoplamiento de salida pueden regularse también cambiando el periodo del perfil de difracción. La dependencia de la iluminación con respecto al ángulo de incidencia del rayo de luz es más intensa en el extremo de la fuente de la conducción de luz que en el extremo opuesto. La distribución de la iluminación observada sobre la superficie de la conducción de luz puede ecualizarse cambiando el periodo del perfil de la estructura difractiva.

Adicionalmente, los perfiles de difracción y/o incluso píxeles completos pueden modificarse de forma adecuada haciéndolos girar en relación con tres posibles grados de libertad, y/o inclinando el perfil de difracción o sus elementos, formaciones superficiales alargadas y/o sus formaciones locales. Dentro de un píxel individual, las diferentes partes del perfil de difracción pueden girarse con respecto a líneas rectas paralelas a la superficie hasta un ángulo adecuado para la aplicación (Fig. 10B). Incluso se pueden desviar píxeles completos en ángulos que difieran con respecto al nivel de la superficie de la pantalla (Fig. 10A). La estructura difractiva y/o el agrupamiento de la conducción de luz y/o los píxeles, muescas y/o resaltes contenidos de este modo pueden diseñarse también de acuerdo con la geometría fractal.

Una superficie de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención en una conducción de luz difractiva se puede fabricar directamente sobre la superficie utilizando, por ejemplo, procedimientos nanolitográficos con un haz electrónico, o por moldeo de la conducción de luz. Uno de los materiales preferibles para la fabricación de la conducción de luz es el polimetil-metacrilato PMMA. Una de las ventajas de la invención es que una conducción de luz de acuerdo con la misma puede fabricarse por medios de producción en serie y procedimientos basados, por ejemplo, en extrusión. Una ventaja adicional de la invención es que su elaboración para la aplicación puede llevarse a cabo rápidamente construyendo una estructura difractiva sobre un sustrato seleccionado, con lo que la estructura difractiva es también indiscernible para el usuario.

Para la distribución uniforme de la luz también es posible utilizar perfiles más complicados que los correspondientes a las formas de realización descritas de la invención (figuras 8 a 10), aunque cuando la estructura se complica adicionalmente, también es probable que aumenten los costes de fabricación. Se describen técnicas complicadas por lo menos en las publicaciones de Noponen *et al* (1992): "Synthetic diffractive optics in the resonance domain", *J. Opt. Soc. Am.* A9 1206-1213 y Vasara *et al* (1992): *Applied Optics* 31, 3320-3336.

La estructura difractiva sobre la superficie de la conducción de luz puede realizarse bien en un lateral de la sección de la conducción de luz o bien en ambos laterales de la misma. No es necesario que las superficies difractivas fabricadas sobre ambos lados sean idénticas. La invención es especialmente adecuada para utilizarse, por ejemplo, en relación con un diodo emisor de luz (LED). La invención resulta también muy adecuada para su utilización, por ejemplo, con una técnica basada en pantallas de cristal líquido (LCD).

Resulta ventajoso cuando toda la energía procedente de la fuente de luz puede convertirse en la iluminación de fondo de la pantalla. Este requisito se cumple de la forma más ventajosa, en relación con la aplicación de las formas de realización preferidas de la invención, cuando como fuente de luz se usa un LED, aunque pueden utilizarse también otras fuentes de luz tales como láseres y/o fuentes de luz blanca. Es conocido por los expertos en la materia que la luz puede filtrarse y/o polarizarse. Es sabido también por los expertos en la materia que pueden utilizarse técnicas combinadas de luz blanca filtrada y/o polarizada, incluyendo combinaciones de las mismas, en las que se utilizan estructuras que almacenan energía luminosa, en otras palabras, soluciones basadas en la fosforescencia y/o la fluorescencia. Con el fin de reducir al mínimo la cantidad de luz del acoplamiento de salida de los lados y extremos de la sección de la conducción de luz, los bordes de la sección de la conducción de luz también se pueden recubrir con películas translúcidas y/o difusas o se pueden tratar con una rectificación adecuada para tal fin.

Con la finalidad de conseguir que el tiempo de propagación del rayo de luz en la sección de la conducción de luz sea lo mayor posible (es decir, llevar al máximo la cantidad de luz que sale por el acoplamiento para un uso eficaz), la sección de la conducción de luz se puede configurar como un trapecio asimétrico o similar, con lo cual la energía de los rayos de luz que se propagan en la dirección de la superficie difractiva y que así, por otra parte, son conducidos fuera de los extremos, puede utilizarse para la iluminación.

ES 2 305 934 T3

En la distribución uniforme de luz en el primer extremo de la conducción de luz puede influir el pixelado de la estructura difractiva (figura 9). En el extremo de la conducción de luz correspondiente a la fuente puede realizarse una parte especial 902, con el fin de ecualizar la distribución de la luz procedente de la fuente de luz (figura 9A).

En el siguiente ejemplo se demostrará la distribución de luz basada en la difracción en un píxel adecuado 902 (figura 9). Cuando se describe la difracción de la luz en relación con esta configuración, las direcciones de los máximos de intensidad significan las direcciones de propagación de los rayos de luz difractados en los que puede verse luz como resultado de la difracción. Cuando la longitud de periodo de una retícula en la estructura difractiva es $2,5\ \mu\text{m}$, la profundidad de las muescas $0,5\ \mu\text{m}$, el factor de llenado 0,5 y la longitud de onda de la luz entrante es 470 nm con un ángulo de incidencia $\alpha=60^\circ$, se observan máximos de intensidad en direcciones que difieren con respecto a la dirección del orden 0 del rayo principal transmitido, las cuales son $8,2^\circ$, $16,1^\circ$, $23,5^\circ$ para los órdenes correspondientes ± 1 , ± 2 y ± 3 , respectivamente. Las desviaciones con respecto al rayo principal de los mismos órdenes con la longitud de onda de 570 nm son, respectivamente, $\pm 10^\circ$, $\pm 19,3^\circ$ y $\pm 27,8^\circ$. Cuando el ángulo de incidencia del rayo principal aumenta, los ángulos de difracción correspondientes a los máximos de intensidad disminuyen en cierta medida. Por ejemplo, cuando la longitud de onda es 470 nm, pero el ángulo de incidencia es 80° , se observa un rayo de luz de 1^{er} orden en la dirección $7,3^\circ$. Adicionalmente, la distribución de la energía luminosa entre rayos de luz que representan diferentes órdenes de difracción depende fuertemente del ángulo de incidencia del rayo principal.

REIVINDICACIONES

1. Conducto de luz que comprende un extremo de entrada de luz y una estructura difractiva periódica (719) que incluye unas formaciones alargadas que presentan unas propiedades difractivas para acoplar luz de salida de la conducción de luz para proporcionar una retroiluminación de una pantalla de panel plano (311), siendo las formaciones alargadas (C) curvadas, dependiendo, la curvatura, de la posición de una fuente de luz (L5) en el extremo de entrada de la luz.

2. Conducto de luz según la reivindicación 1, en el que las formaciones alargadas (C) están curvadas de tal manera que el punto central de la curvatura queda definido por la posición de la fuente de luz (L5).

3. Conducto de luz según la reivindicación 2, en el que el punto central de la curvatura queda definido por el punto central geométrico de las dimensiones de la fuente de luz (L5).

4. Conducto de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las formaciones alargadas comprenden unas muescas (C).

5. Conducto de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos una propiedad de las formaciones alargadas curvadas (C) depende de la distancia con respecto a la fuente de luz (L5).

6. Conducto de luz según la reivindicación 5, en el que dicha por lo menos una propiedad es por lo menos cualquiera de entre la forma, el perfil, el tamaño, el factor de llenado (c), la anchura, y la altura (h) de las formaciones alargadas curvadas (C).

7. Conducto de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las formaciones alargadas curvadas (C) comprenden por lo menos cualquiera de entre un perfil binario, un perfil de onda sinusoidal, un perfil de onda rectangular y un perfil triangular.

8. Conducto de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las formaciones alargadas curvadas (C) comprenden por lo menos dos perfiles básicos.

9. Conducto de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las formaciones alargadas curvadas (C) contienen píxeles.

10. Conducto de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende unas formaciones alargadas curvadas inclinadas.

11. Conducto de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura difractiva (719) es cuadrangular.

12. Conducto de luz según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el conducto de luz está configurado como un trapecio asimétrico.

13. Conducto de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pantalla de panel plano comprende una pantalla de cristal líquido.

14. Disposición de pantalla que comprende un conducto de luz (719) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por lo menos una fuente de luz (L5), y una pantalla de panel plano (311).

15. Disposición de pantalla según la reivindicación 14, en la que dicha por lo menos una fuente de luz (L5) comprende un diodo emisor de luz.

16. Procedimiento para proporcionar retroiluminación de una pantalla de panel plano (311), comprendiendo el procedimiento las etapas en las que se introduce luz por un extremo de entrada a una estructura difractiva periódica (719) provista de unas propiedades difractivas y se acopla luz de salida de la estructura difractiva (719), en el que la etapa en la que se acopla luz de salida comprende el acoplamiento de luz de salida a partir de formaciones alargadas curvadas (C), dependiendo de la posición de una fuente de luz (L5) en el extremo de entrada de la luz la curvatura de las formaciones alargadas.

17. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que el punto central de la curvatura queda definido por la posición de la fuente de luz (L5).

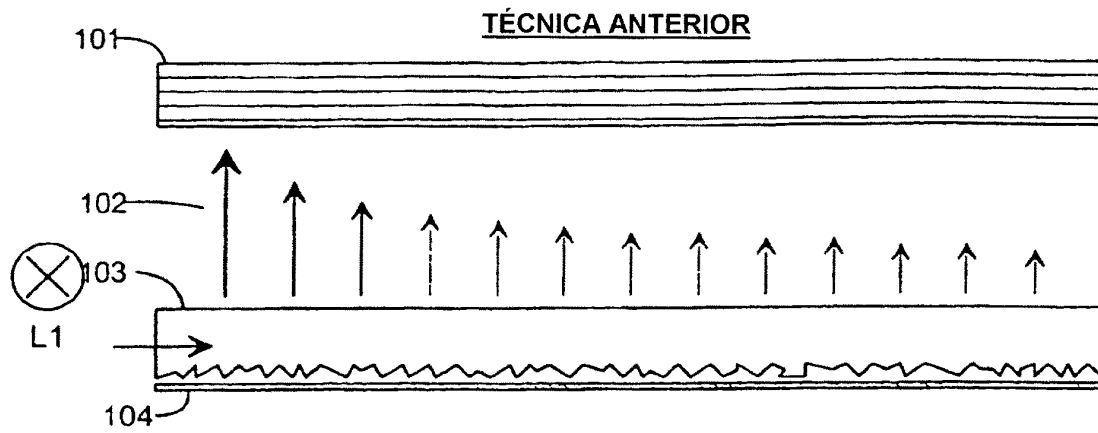


FIGURA 1A

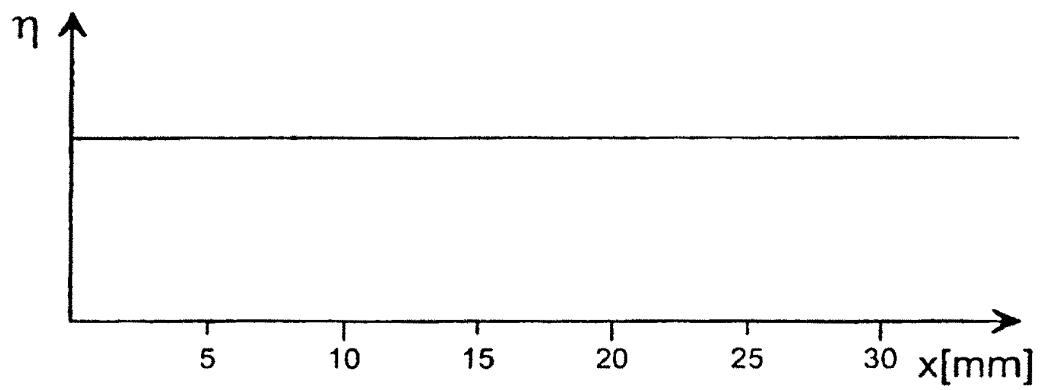


FIGURA 1B

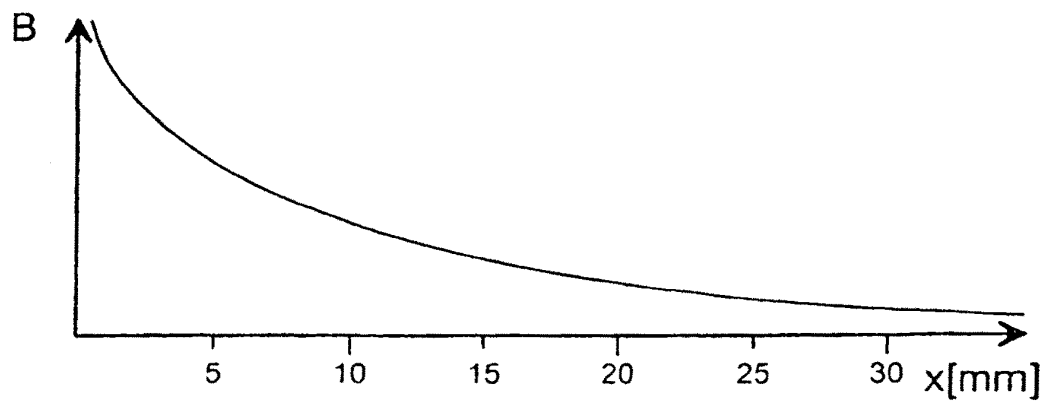


FIGURA 1C

TÉCNICA ANTERIOR

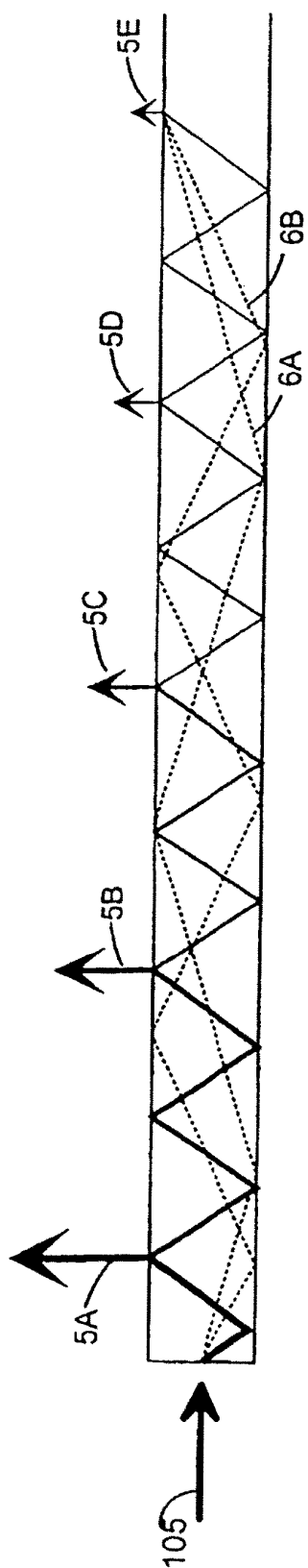


FIGURA 1D

TÉCNICA ANTERIOR

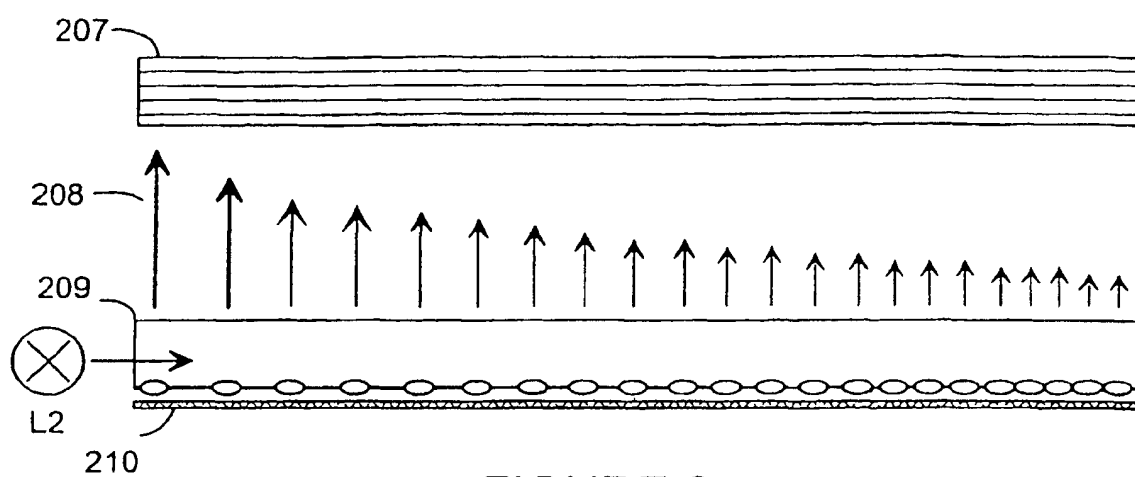


FIGURE 2

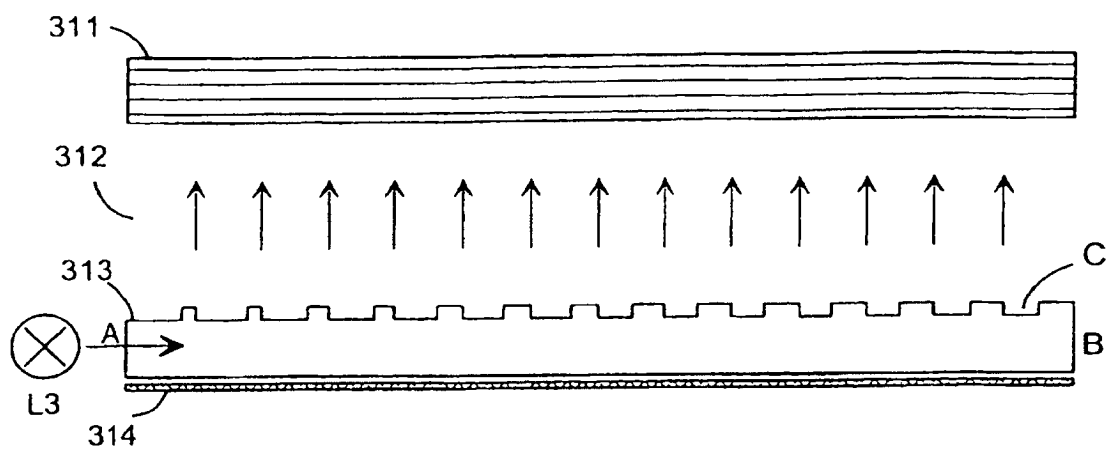


FIGURA 3A

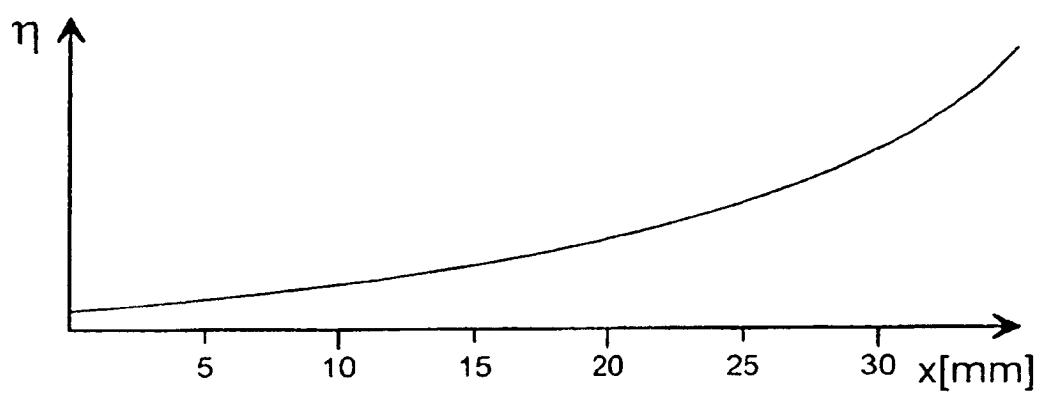


FIGURA 3B

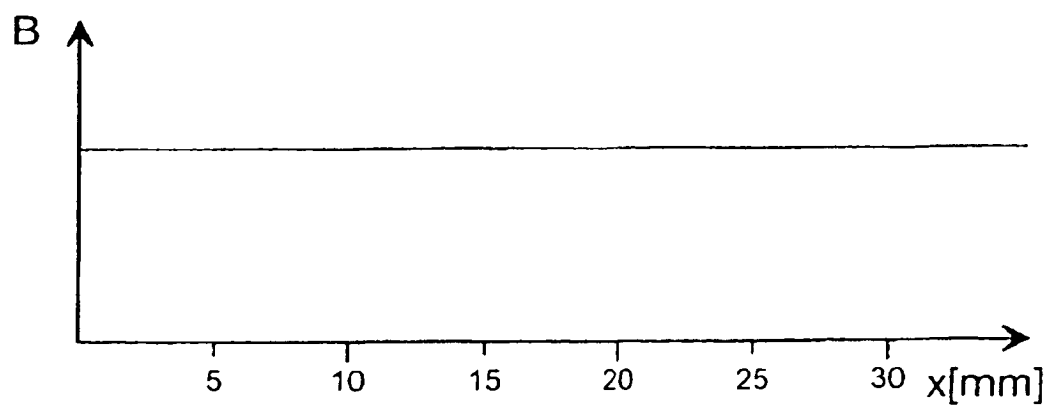


FIGURA 3C

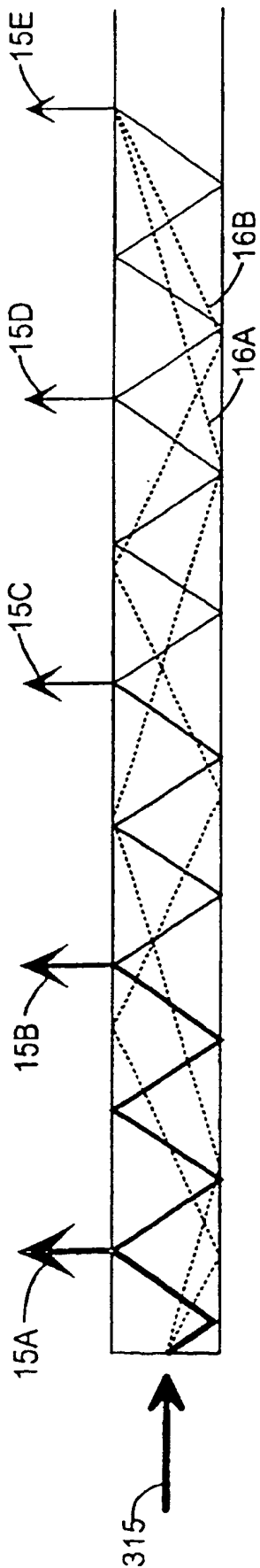


FIGURA 3D

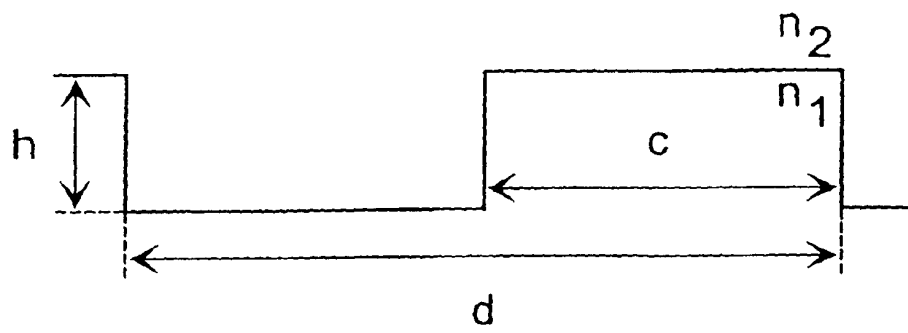


FIGURA 4

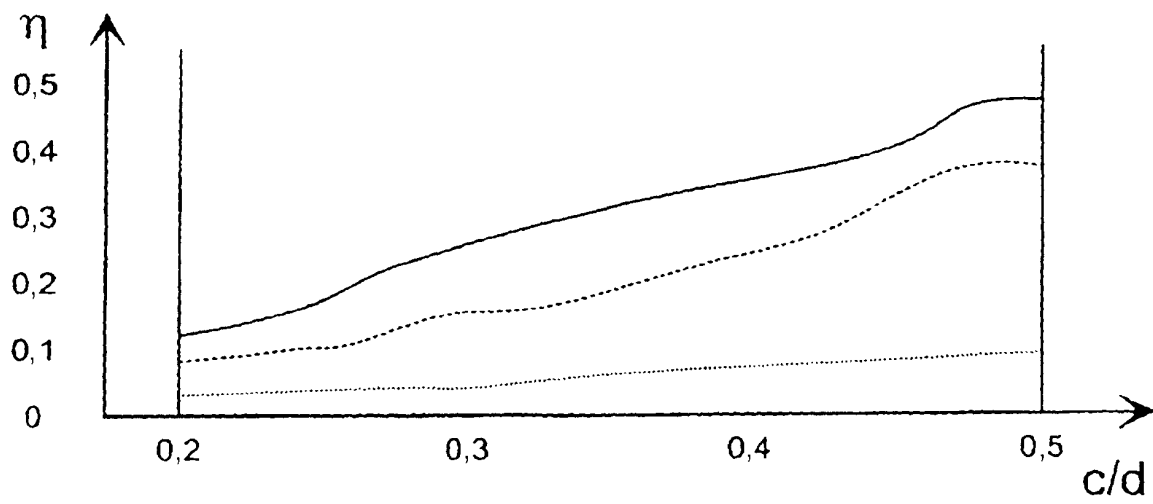


FIGURA 6

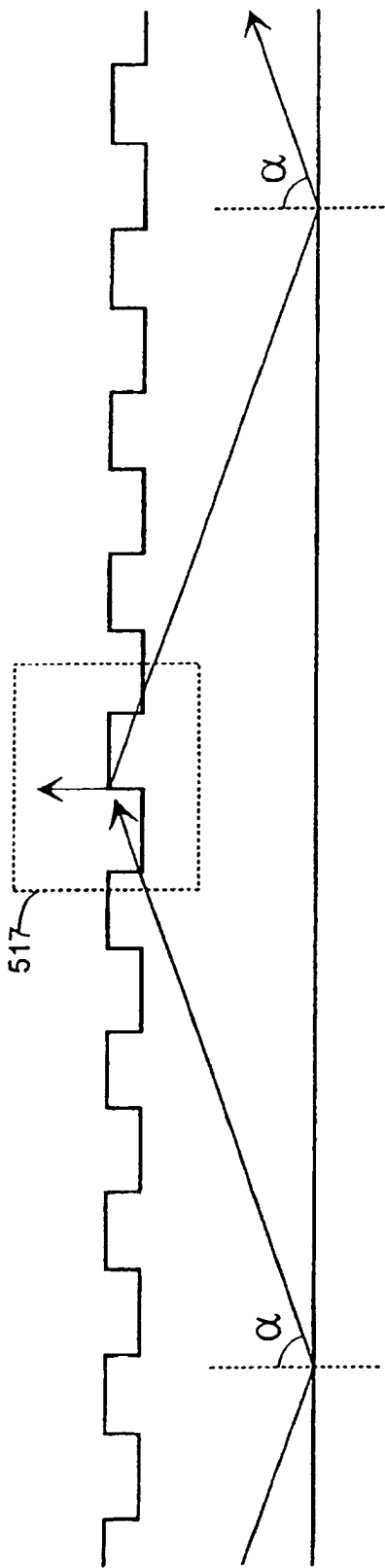


FIGURE 5A

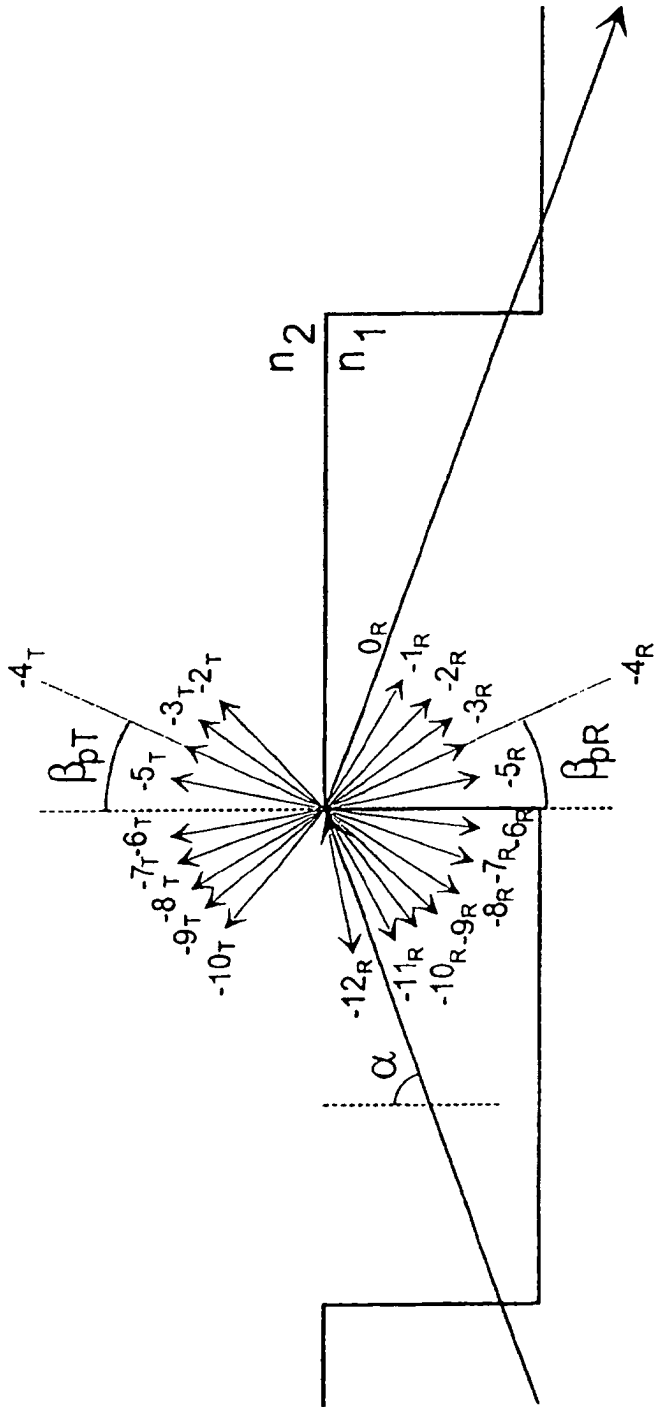


FIGURE 5B

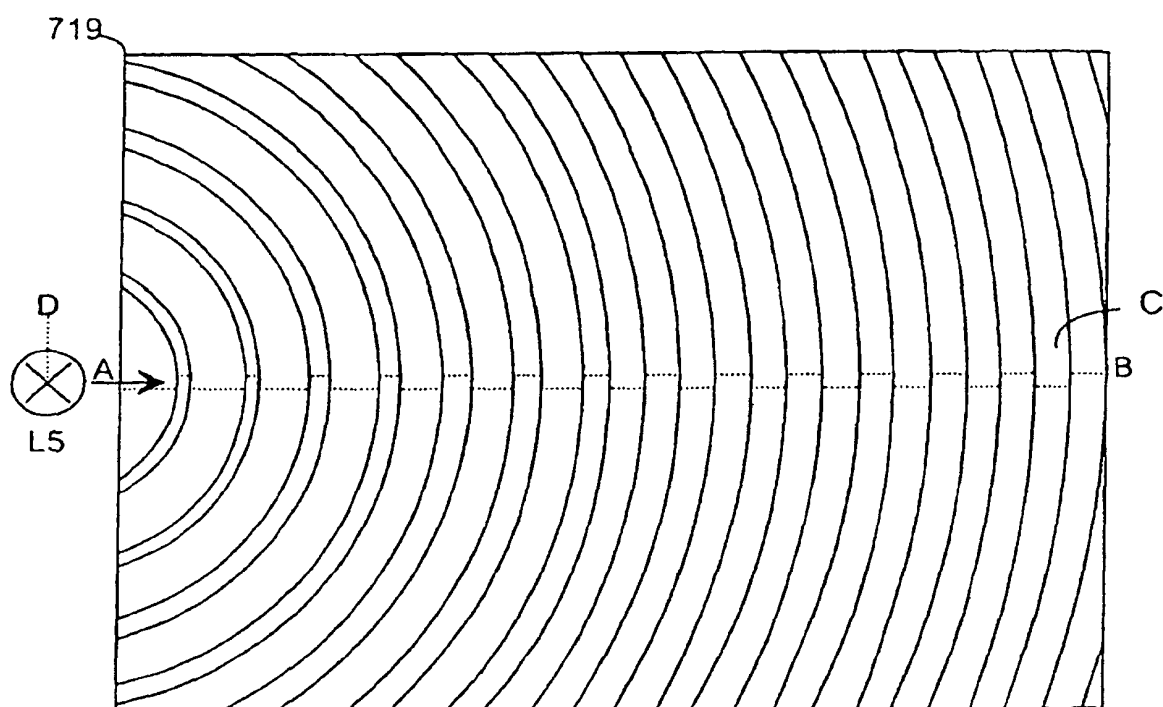


FIGURA 7

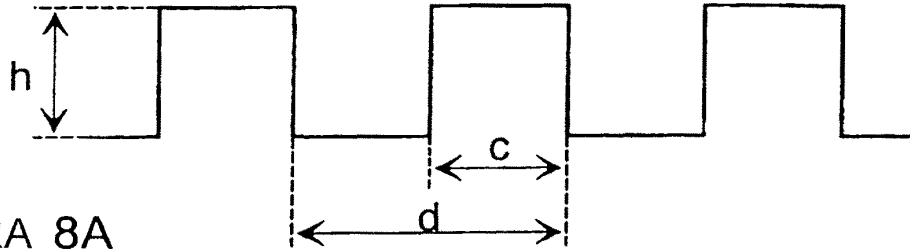


FIGURA 8A

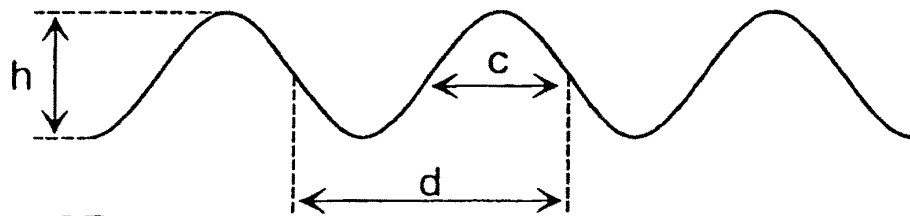


FIGURA 8B

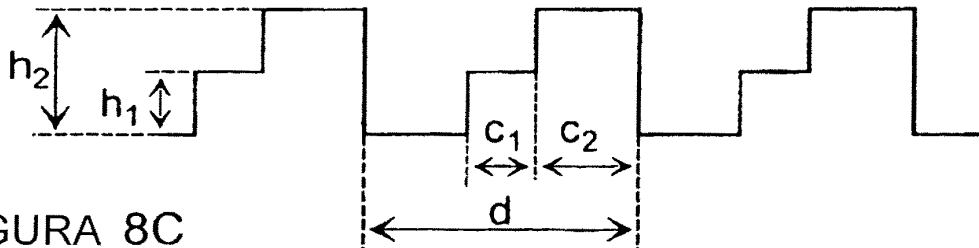


FIGURA 8C

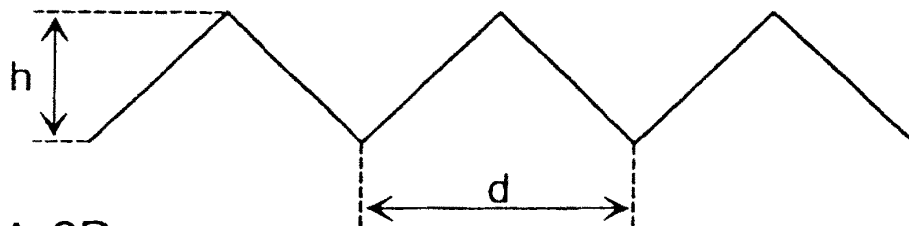


FIGURA 8D

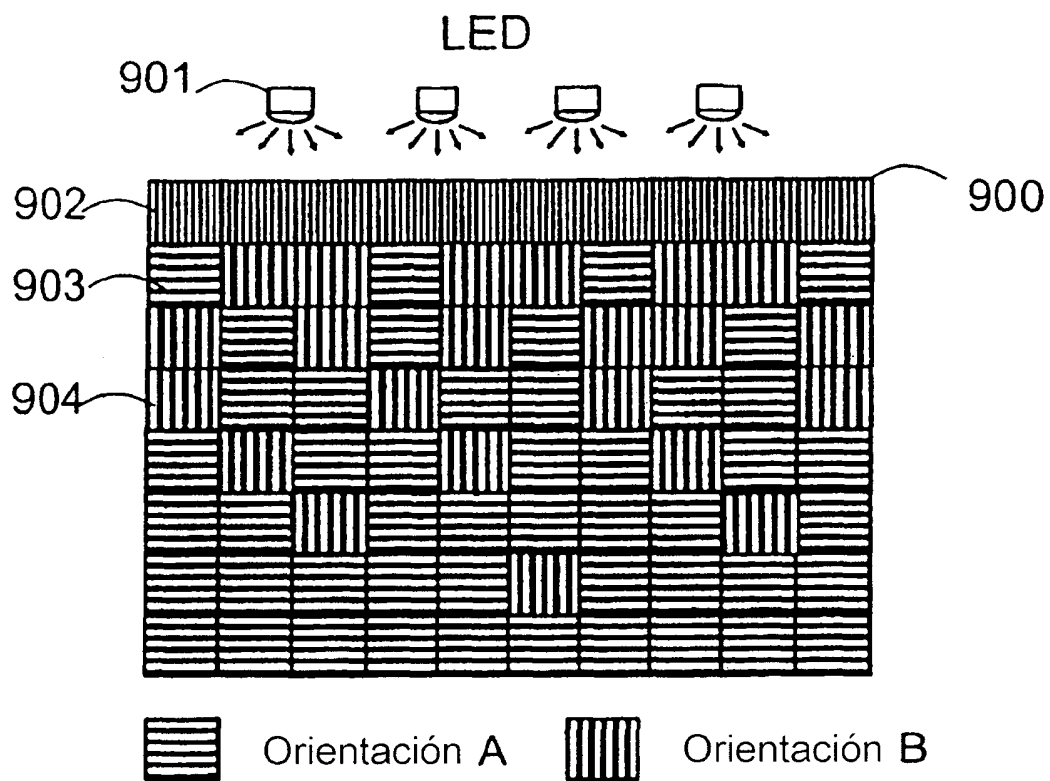


FIGURA 9 A

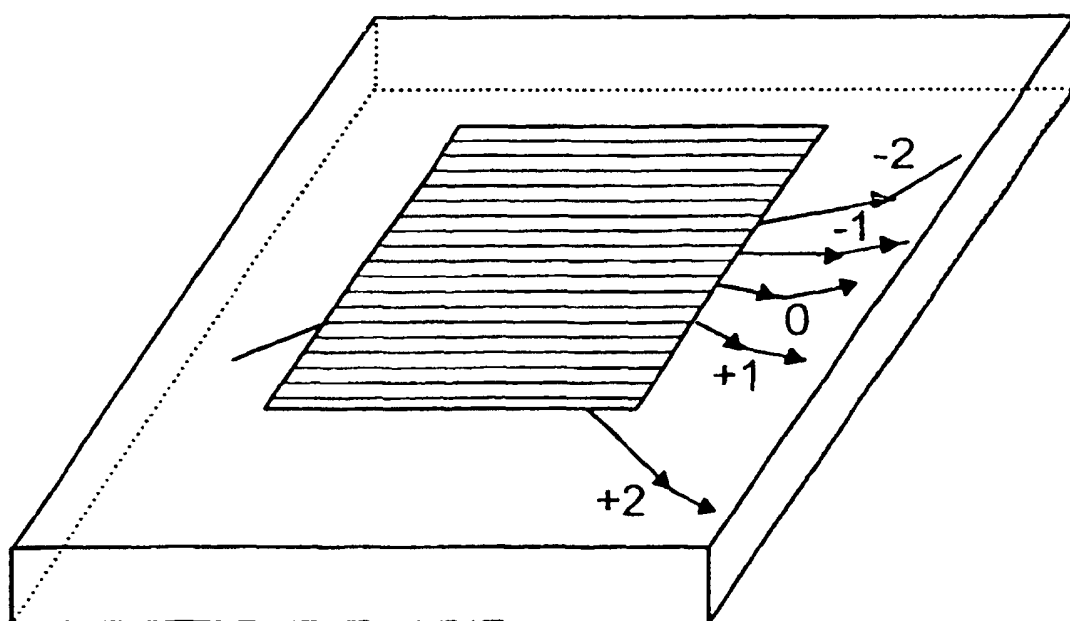


FIGURA 9 B

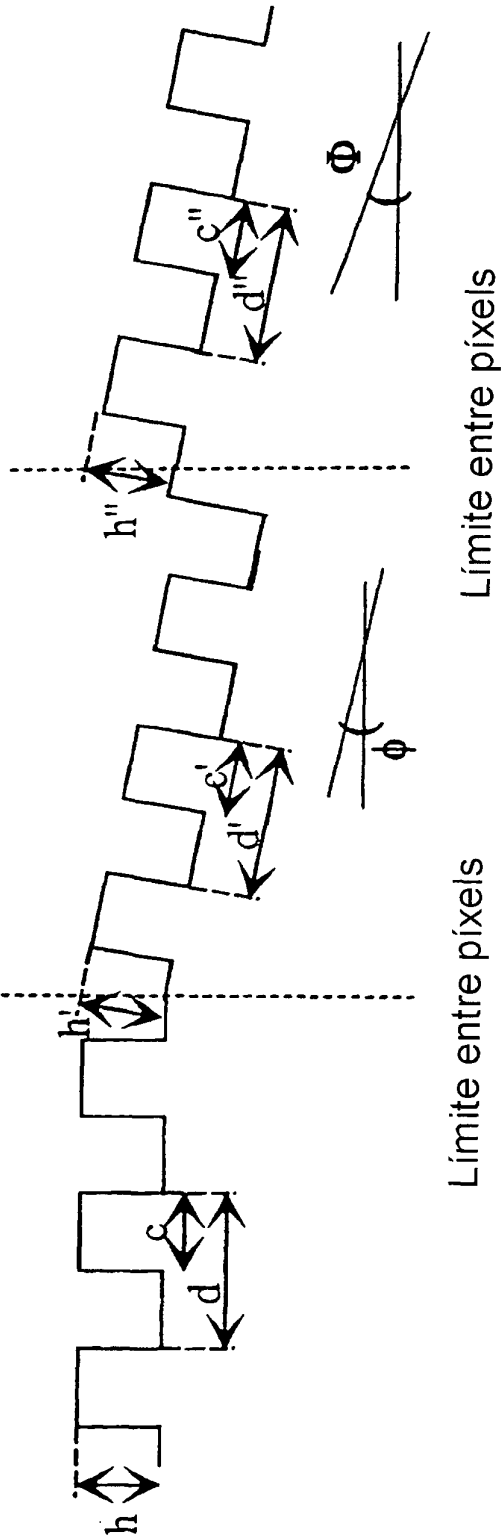


FIGURA 10 A

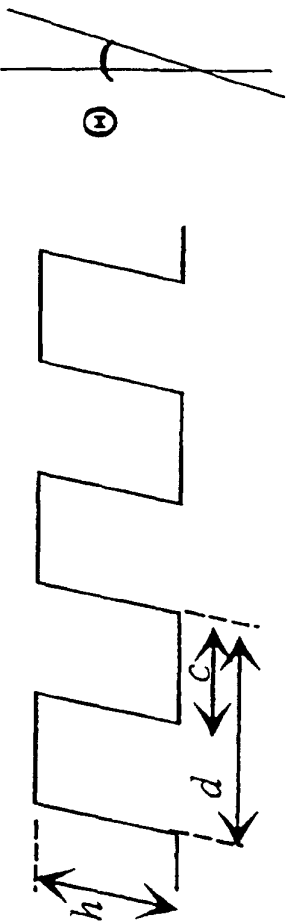


FIGURA 10 B