

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 884**

51 Int. Cl.:

**F21V 13/04** (2006.01)

**F21S 8/12** (2006.01)

**F21Y 115/10** (2006.01)

**F21W 101/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2010** **E 10169418 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016** **EP 2278217**

54 Título: **Módulo de iluminación para faro de vehículo automóvil, y faro equipado con al menos un módulo de este tipo**

30 Prioridad:

**21.07.2009 FR 0955061**

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

**02.12.2016**

73 Titular/es:

**VALEO VISION (100.0%)**

**34, rue Saint André**

**93012 Bobigny, FR**

72 Inventor/es:

**ALBOU, PIERRE y**

**SANCHEZ, VANESA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 592 884 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**

Módulo de iluminación para faro de vehículo automóvil, y faro equipado con al menos un módulo de este tipo

5 La invención se refiere a un módulo de iluminación para faro de vehículo automóvil, del tipo de los que constan al menos de dos emisores luminosos espaciados y de un sistema óptico para formar un haz luminoso.

Los emisores luminosos están constituidos, de preferencia, por diodos electroluminiscentes que comprenden uno o varios elementos semiconductores.

10 El documento EP 1 487 025 muestra un módulo con varias fuentes luminosas compuestas por diodos electroluminiscentes, también llamados LEDs, que dan unos haces superpuestos de diferentes anchuras cuyo único borde nítido es un corte superior obtenido mediante la formación de imágenes de una máscara. Los bordes verticales del haz no están definidos de una manera nítida. El apagado de un LED no permite obtener una banda vertical no iluminada en una posición determinada.

15 El documento EP 1 780 462 en nombre de la empresa solicitante se refiere a un faro de iluminación que consta de una multitud de fuentes luminosas, emitiendo cada una un haz luminoso parcial, dando la superposición de los haces luminosos parciales el haz de iluminación. Cada fuente luminosa es modulable individualmente para controlar el flujo emitido en una dirección predeterminada. Se prevé crear unas zonas exentas de rayos luminosos en función de la información recogida sobre las condiciones de circulación del vehículo. Dicho faro da unos resultados satisfactorios, pero la nitidez de los cortes verticales entre una zona no iluminada y una zona iluminada tiene que mejorarse. La altura y la anchura de las bandas luminosas no se obtienen fácilmente y necesitan por lo general unas fuentes luminosas diferentes.

20 El documento EP 1881264 muestra el preámbulo de la reivindicación 1.

La invención tiene como objetivo, sobre todo, proporcionar un módulo que da unas bandas verticales de iluminación cuyos bordes verticales son nítidos y cuya altura y cuya anchura se pueden modificar.

30 El objeto de la invención es un módulo de iluminación para faro de vehículo automóvil, que comprende al menos dos emisores luminosos, y un sistema óptico para formar un haz, caracterizado por que:

- 35 - los emisores luminosos están espaciados y son sustancialmente rectangulares;
- el sistema óptico consta de varias lentes dispuestas de manera que cada emisor luminoso esté asociado a al menos una lente diferente;
- un espejo está dispuesto en la parte trasera de cada lente para devolver los rayos luminosos procedentes del emisor asociado hacia la lente; y
- 40 - las lentes y los espejos se calculan para producir con cada emisor luminoso asociado una banda luminosa de bordes verticales nítidos, con una altura y una anchura determinadas.

De este modo, el dispositivo de acuerdo con la presente invención permite, de acuerdo con las condiciones de circulación, generar un haz luminoso al apagar o encender solo algunas bandas luminosas, teniendo al mismo tiempo una nitidez de los cortes verticales entre una zona no iluminada y una zona iluminada.

45 De manera ventajosa, cada emisor luminoso se puede desplazar transversalmente con respecto al eje óptico de la lente asociada. Esto permite obtener un haz más homogéneo en la carretera iluminada por el dispositivo de acuerdo con la presente invención.

50 De manera ventajosa, dicha banda luminosa puede presentar una iluminación homogénea entre los bordes verticales. Esto permite asociar las bandas para formar un haz global homogéneo, en particular distribuyendo las bandas transversalmente.

55 De manera ventajosa, el máximo de intensidad luminosa de dicha banda luminosa está descentrado con respecto al conjunto de dicha banda luminosa. Esto permite posicionar el alcance de la iluminación en una dirección dada. Por ejemplo, resulta ventajoso que el máximo de intensidad esté descentrado hacia abajo, confiriendo de este modo un alcance más cercano al horizonte en el haz obtenido, cuando el dispositivo está montado en las condiciones de iluminación de una carretera.

60 Por sustancialmente rectangular, se entiende un emisor luminoso cuya superficie emisora presenta tres lados consecutivos que forman entre sí un ángulo sustancialmente recto. El cuarto lado puede no formar un ángulo recto y ser no paralelo con el lado que es opuesto a este. También puede formar un ángulo recto con los lados consecutivos. Este cuarto lado es de manera preferente el borde trasero del emisor, cuando el haz emitido por el módulo de iluminación es un haz complementario de un haz de cruce para formar un haz de carretera. Los emisores sustancialmente cuadrados están incluidos en la definición de los emisores sustancialmente rectangulares. Esto permite realizar de manera más fácil las bandas luminosas de acuerdo con la presente invención.

Por módulo de iluminación se entiende, en la presente solicitud, un conjunto de fuentes luminosas y de un sistema óptico que genera un haz luminoso con una función determinada, por ejemplo una función de cruce, una función de luz complementaria destinada a completar una función de iluminación de cruce para formar una iluminación de tipo carretera. El haz puede estar a su vez compuesto por varios haces elementales.

5 De preferencia, las lentes y los espejos se calculan para dar un tercer borde nítido, esto es el borde inferior horizontal de cada banda, mientras que el borde superior es más borroso. El borde superior borroso permite acercarse a un haz de carretera tradicional, obtenido por ejemplo con unas fuentes luminosas halógenas.

10 De manera ventajosa, el módulo de iluminación de acuerdo con la invención produce un haz en el que los bordes verticales de bandas procedentes de emisores luminosos contiguos se yuxtaponen.

De manera ventajosa, las lentes y los espejos se calculan para producir una anamorfosis de la banda luminosa obtenida con cada emisor luminoso. En particular, un conjunto de lente y espejo, asociado a un emisor luminoso se calcula para dilatar verticalmente la banda luminosa producida. Esta variante de realización permite obtener una banda luminosa con una intensidad luminosa descentrada verticalmente, es decir distanciada del centro de esta banda luminosa. El máximo de intensidad se posiciona de preferencia hacia la parte inferior de la banda luminosa.

15 De preferencia, se prevé un tabique opaco entre dos conjuntos adyacentes de espejo, lente y emisor luminoso. Esto permite evitar la creación de haces parásitos, absorbiendo el tabique los rayos directos o reflejados de un conjunto hacia otro. De acuerdo con una variante de realización, también se prevé, en el interior de cada conjunto de espejo, lente y emisor, una máscara de luz directa que pretende bloquear los rayos emitidos por el emisor y que alcanzan directamente la lente sin impactar en el espejo,.

20 La invención permite obtener para cada banda luminosa procedente de un emisor luminoso sustancialmente rectangular tres bordes nítidos, de manera preferente dos bordes verticales y un borde inferior, y un borde superior más borroso, con un máximo de intensidad luminosa no centrado. Los bordes son nítidos indistintamente para las bandas centrales y laterales.

25 Este resultado no se podría obtener formando imágenes de unos emisores luminosos rectangulares espaciados asociados cada uno a un único sistema de proyección común a todos estos emisores luminosos, ya que:

- o bien la imagen sería nítida de modo que las separaciones verticales serían imágenes nítidas con unas bandas no contiguas, y los cuatro bordes serían nítidos;
- 35 – o bien todo estaría borroso, y todos los bordes estarían borrosos.

En ambos casos, al formar imágenes de los emisores luminosos, las bandas laterales serán más borrosas que las bandas centrales, a causa de las aberraciones de campo que sería muy caro reducir en términos de complejidad y de tamaño del sistema de proyección.

40 De manera preferente, el emisor luminoso es un elemento semiconductor de un diodo electroluminiscente, o DEL (también llamado LED en inglés), emitiendo luz este elemento semiconductor cuando este se activa. Este elemento semiconductor se llama chip.

45 De acuerdo con una variante de realización, el emisor luminoso puede estar formado por una matriz de varios chips alineados según al menos una dirección, estando los chips colindantes separados por unas zonas que no emiten luz.

De acuerdo con un ejemplo de realización, la matriz de chip presenta una forma rectangular con unos chips alineados a lo largo de la dirección grande de la forma rectangular. De acuerdo con un ejemplo de realización, para los conjuntos lente, reflector y emisor luminoso asociados que emiten un haz luminoso elemental cercano al centro del haz luminoso del módulo de iluminación completo, esta dirección grande se alinea con el eje óptico de la lente asociada correspondiente. Por el contrario, para los haces elementales situados transversalmente a ambos lados del haz luminoso, esta dirección grande es ortogonal al eje óptico de la lente asociada correspondiente.

50 De preferencia, el espejo es cilíndrico con unas generatrices ortogonales al eje óptico de la lente asociada y, por lo general, horizontales. En un plano vertical que pasa por este eje óptico, el espejo es estigmático entre el extremo delantero del emisor luminoso asociado y un primer punto F de este eje óptico, mientras que en un plano horizontal, que pasa por este eje óptico, es estigmático entre el extremo delantero del emisor luminoso y un segundo punto F2 de este eje óptico.

55 De manera ventajosa, el espejo se calcula para transformar el borde trasero del emisor luminoso en el borde alejado del eje óptico de la imagen del emisor por el espejo, siendo este borde alejado el borde superior borroso, siendo el eje óptico el de la lente asociada.

65

De acuerdo con un ejemplo preferente de realización, el espejo tiene una porción inferior ondulada, teniendo la ondulación una amplitud inferior a 1 milímetro, de manera preferente inferior a 0,3 milímetros, y un periodo al menos superior a 10 veces esta amplitud, siendo la altura de la porción ondulada de como máximo un 25 % de la altura total de este espejo. Por altura, se entiende la distancia medida en el elemento considerado a lo largo de un eje vertical.

5 De acuerdo con una forma de realización, la lente asociada presenta una cara de salida convexa de revolución y una cara de entrada cilíndrica con generatrices verticales. En la presente solicitud, la expresión lente asociada designa la lente de un conjunto de emisor luminoso/reflector/lente.

10 De preferencia:

- la lente asociada, cortada por un plano vertical que pasa por el eje óptico, es estigmática entre el primer punto F y el infinito;
- esta lente, cortada por un plano horizontal que pasa por el eje óptico, es estigmática entre el segundo punto F2 y el infinito.

15 La invención también se refiere a un faro de carretera con haz selectivo, caracterizado por que comprende un sistema óptico principal de haz con línea de corte, y al menos un módulo como el definido con anterioridad que produce unas bandas verticales yuxtapuestas por encima de la línea de corte para formar un haz de carretera. En el caso de que cada banda luminosa procedente de un emisor rectangular presente tres bordes nítidos, esto es dos bordes verticales y un borde inferior, esta superposición del haz de corte y del haz compuesto por bandas para formar el haz de carretera evita añadir demasiada luz al haz de corte durante el encendido del haz compuesto por bandas.

20 La yuxtaposición obtenida de las bandas verticales al hacer coincidir los bordes verticales nítidos adyacentes permite suprimir las líneas oscuras verticales, especialmente molestas, entre las bandas.

25 De manera ventajosa, el faro comprende un módulo con varios conjuntos lente-espejo-emisor que dan unas bandas de diferentes alturas y anchuras, la altura de las bandas se reduce cuando las bandas se distancian del eje óptico para reproducir el volumen de un haz de carretera clásico, mientras que la anchura de las bandas aumenta cuando estas se distancian del eje óptico. Esto permite minimizar el número de bandas necesario sin afectar al aspecto del haz de carretera en situación de conducción. El análisis de la necesidad para la función de haz de carretera selectivo, o SHB (por *Selective High Beam*) muestra en efecto que la discretización del tamaño de las bandas luminosas en el haz no tiene que ser constante angularmente y que es deseable tener unas bandas más anchas cuando la distancia angular con el eje longitudinal del vehículo aumenta. Esto permite no solo reducir el número de LEDs y de bandas luminosas elementales sino también disminuir la intensidad cuando la distancia angular con el eje longitudinal del vehículo aumenta, de modo que reproduzca el perfil de intensidad de un haz de carretera clásico.

30 De manera ventajosa, esta variación de altura y de anchura de las bandas se puede obtener con unos emisores luminosos idénticos, por medio del cambio de los parámetros ópticos de diseño de los diferentes conjuntos emisor luminoso-reflector-lente asociados. De esto se deriva una reducción del coste y una simplicidad de realización del dispositivo de acuerdo con la presente invención.

35 La invención consiste, aparte de las disposiciones expuestas con anterioridad, en un cierto número de otras disposiciones de las que a continuación se tratará de forma más explícita, a propósito de unos ejemplos de realización descritos en referencia a los dibujos adjuntos, pero que no son en modo alguno limitativos. En estos dibujos:

40 La figura 1 representa la imagen de un diodo electroluminiscente compuesto por cinco chips cuadrados alineados verticalmente, obteniéndose esta imagen con un sistema clásico de proyección de imágenes.

La figura 2 es un diagrama que ilustra, para la imagen de la figura 1, la distribución de la energía luminosa, puesta en ordenadas, a lo largo de la posición vertical en la banda puesta en abscisas.

45 La figura 3 es una sección vertical esquemática de un conjunto de lente-espejo-emisor de un módulo de iluminación de acuerdo con la invención.

50 La figura 3 bis es una sección vertical esquemática de un conjunto de lente-espejo-emisor de un módulo de iluminación de acuerdo con una variante de la invención.

La figura 4 es un esquema que ilustra, en una sección vertical parcial, la determinación del foco F2 de la sección horizontal del conjunto de la figura 1.

La figura 5 es una sección esquemática horizontal del conjunto de la figura 3.

55 La figura 6a es un esquema en sección vertical axial de una parte de la lente.

La figura 6b es un esquema en sección horizontal axial de una parte de la lente.

La figura 7 es un esquema que ilustra la banda luminosa vertical obtenida a partir de un emisor rectangular con un conjunto de acuerdo con la figura 3.

60 La figura 8 es un diagrama de la distribución de la energía luminosa en la banda de la figura 7, con en ordenadas la energía luminosa en un punto y, en abscisas, la altura del punto en la banda, creciendo la altura de la recta hacia la izquierda.

La figura 7 bis es un esquema que ilustra la banda luminosa vertical obtenida a partir de un emisor rectangular con un conjunto de acuerdo con la figura 3 bis.

La figura 8 bis es un diagrama de la distribución de la energía luminosa en la banda de la figura 7 bis, con en ordenadas la energía luminosa en un punto y, en abscisas, la altura del punto en la banda, creciendo la altura desde la derecha hacia la izquierda.

La figura 9 es un esquema simplificado en perspectiva de un módulo con dos conjuntos yuxtapuestos de espejo-lente-emisor.

La figura 10a es un esquema que ilustra siete bandas luminosas yuxtapuestas con una altura y una anchura diferentes obtenidas con un módulo que consta de siete conjuntos espejo-lente-emisor que tienen unos emisores luminosos idénticos.

La figura 10b es un esquema simplificado en perspectiva del módulo con siete conjuntos de espejo-lente-emisor que permiten obtener las bandas ilustradas en la figura 10a.

La figura 11 es una vista de frente simplificada de un faro equipado con un módulo de iluminación de acuerdo con la invención.

La figura 12 es una vista esquemática del haz obtenido en un plano vertical por medio de un faro equipado con un módulo de iluminación de acuerdo con la invención.

La invención permite proporcionar un módulo que permite obtener, con una fuente luminosa formada por al menos dos emisores luminosos rectangulares espaciados, unas bandas luminosas que tienen unos bordes verticales nítidos y yuxtapuestos de modo que las separaciones verticales entre los emisores han desaparecido. Además, es deseable que la iluminación entre los bordes verticales sea homogénea y que la zona de energía máxima se encuentre en la parte inferior de las bandas luminosas, y que el borde inferior horizontal sea nítido.

En un diseño optimizado, las bandas para iluminar tienen unos tamaños (a la vez verticales y horizontales) diferentes unas de otras.

Los sistemas de proyección clásicos necesitan, para crear unas bandas con aspectos diferentes, no solo tener varias focales sino también unas fuentes individuales de tamaños adaptados, diferentes unas de otras. En efecto, adaptar las focales no permite cambiar la relación de aspecto de la banda (relación altura/anchura), mientras que se desea dicho cambio de acuerdo con la invención, sin tener que cambiar de tipo de emisor de luz. En el caso de una fuente matricial única, es decir un emisor luminoso que comprende varios chips, solo es posible la solución que consiste en modificar el tamaño de la fuente. Sin embargo, dicha fuente de emisores luminosos con tamaños irregulares (totalmente especializada y que no puede encontrar fácilmente otras aplicaciones) no está fácilmente disponible: es, por lo tanto, indispensable tener una fuente con numerosos emisores luminosos de pequeño tamaño (en matriz) para poder aproximarse a la forma de emisor querida encendiendo varios emisores luminosos para cada banda. Algunos emisores luminosos son, por tanto, inútiles, o la aproximación a la forma de haz deseada es tosca; en la práctica, es este último caso el que se encuentra actualmente con las fuentes que tienen algunas decenas de emisores solamente.

En el caso de sistemas de proyección múltiples, se pueden utilizar diferentes distancias focales. Sin embargo, un sistema de proyección simple no permite modificar la relación de aspecto de las bandas creadas, siendo posible un pequeño número solamente de relaciones en función de los LEDs disponibles (que deben seleccionarse de una familia precisa, por razones de homogeneidad de color en particular). No es posible utilizar el mismo LED para todos los aparatos, lo que sería económicamente deseable.

Unos sistemas ópticos elaborados pueden ser indispensables para obtener una buena nitidez y forma de la imagen del emisor (considerado rectangular o cuadrado) mientras que solo los bordes laterales deben ser muy nítidos, así como, de preferencia, el borde inferior.

La figura 3 ilustra de forma esquemática en sección vertical axial una parte de un conjunto N de lente-reflector-emisor luminoso que, de acuerdo con la invención, cumple con las anteriores exigencias.

De acuerdo con esta invención, el borde superior puede ser borroso, lo que es deseable para acercarse a un haz de carretera tradicional. Por último, es deseable colocar el máximo de intensidad hacia la parte inferior de los haces elementales, mientras que un sistema de proyección de imágenes lo colocará hacia sus centros.

En esta figura 3, como elementos del módulo de iluminación, solo se ha representado un conjunto N que genera un haz elemental. Este comprende una lente 3 asociada a un emisor rectangular 4. El emisor 4 está desplazado transversalmente con una distancia h con respecto al eje óptico y-y de la lente.

Un espejo o reflector 5, representado cóncavo pero que puede ser diferente, en particular plano o convexo, está dispuesto en la parte trasera de la lente (en el sentido de proyección de la luz) para devolver los rayos luminosos procedentes del emisor 4 hacia la lente 3.

La lente 3 y el espejo 5 se calculan, como se explicará con más detalle a continuación, para producir una banda luminosa de bordes verticales nítidos con una altura y una anchura determinadas con un máximo de intensidad

luminosa descentrado, desplazado hacia abajo. De preferencia, el borde inferior también es nítido, y el borde superior es más borroso. Además, la iluminación es homogénea entre los bordes verticales.

5 El emisor 4 rectangular está dispuesto en paralelo al eje y-y de la lente 3, con una dimensión  $L_s$  paralela a y-y. El borde delantero del emisor 4 está situado a una distancia  $p$  en la parte posterior de la lente 3. El foco F de la sección vertical de la lente 3 está situado a una distancia  $f$  en la parte posterior de la lente.

10  $p$  y  $h$  son unos parámetros de diseño,  $f$  es una magnitud intermedia, que se considerará conocida en una primera etapa ( $f$  corresponde a la distancia focal, en esta construcción, de la hipotética lente estigmática con un diámetro  $D$  y con un foco F). En el caso de un emisor rectangular con varios chips alineados, de un conjunto N que genera una banda luminosa, o haz elemental cerca del centro del haz generado por el módulo de iluminación, para la obtención de bandas verticales,  $L_s$  corresponde por lo general a la dimensión grande del emisor. Cuando el módulo de iluminación está montado en el vehículo, este haz elemental corresponde al situado cerca de eje longitudinal del vehículo.

15 La sección del espejo cóncavo 5 por el plano vertical que pasa por el eje óptico y-y de la lente 3 está trazado en la figura 3. Se designa por P la intersección de la sección del espejo 5 con el eje óptico y-y.

20 En una primera etapa, se considera que P es un punto cualquiera conocido. Un punto O, situado en el borde delantero del emisor luminoso 4, está en el origen del sistema de coordenadas. Las coordenadas de un punto en el plano de la figura 3 se expresan a partir del punto O, para las abscisas según un eje paralelo a y-y, y para las ordenadas según un eje z-z perpendicular a y-y.

25 Se construye la sección, en el plano de la figura 3 de una superficie de reflector 5 que pasa por P, estigmático entre O y F (F es una imagen virtual de O). Las coordenadas de los puntos P y F se dan a continuación:

$$P \begin{pmatrix} y_p \\ h \end{pmatrix}$$

$$F \begin{pmatrix} \rho - f \\ h \end{pmatrix}$$

30 Se expresa que el camino óptico es constante e igual a K entre O y F:

$$K = OP - PF = \sqrt{h^2 + y_p^2} - f - y_p + \rho \quad \text{ecuación (A)}$$

M es un punto actual de coordenadas y z, de la sección del reflector 5 en el plano de la figura 3.

$$M \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix}$$

$$OM - MF = K$$

35

$$\sqrt{y^2 + z^2} = K + \sqrt{(y - \rho + f)^2 + (z - h)^2}$$

$$\Rightarrow y^2 + z^2 = K^2 + (y - \rho + f)^2 + (z - h)^2 + 2K \sqrt{(y - \rho + f)^2 + (z - h)^2}$$

$$\Rightarrow -K^2 - 2y(f - \rho) - (f - \rho)^2 + 2zh - h^2 = 2K \sqrt{(y - \rho + f)^2 + (z - h)^2}$$

si tenemos que  $K' = K^2 + h^2 + (f - \rho)^2$ , se obtiene entonces:

$$K'^2 + 4y^2(f - \rho)^2 + 4z^2h^2 + 4y(f - \rho)(K' - 2zh) - 4K'zh = 4K^2 \left[ \frac{y^2 + 2y(f - \rho) + (f - \rho)^2 + z^2 - 2zh + h^2}{(f - \rho)^2 + z^2 - 2zh + h^2} \right]$$

$$\Rightarrow y^2 \left\{ (f - \rho)^2 - K^2 \right\} + y \left\{ (f - \rho)(K' - 2zh - 2K^2) \right\} + z^2(h^2 - K^2) + 2zh(2K^2 - K') + K'^2/4 - K^2 \left[ (f - \rho)^2 + h^2 \right] = 0$$

40

Es la ecuación de la sección derecha del reflector 5 en el plano de la figura 3, correspondiendo  $y(z)$  a una única solución que cumple con la ecuación (A).

Se determinan los extremos útiles del reflector en el plano de la figura 3 mediante

5

$$\frac{y(z) + f - \rho}{h - z} = \frac{2f}{D} \quad (\text{límite inferior})$$

$$\frac{y(z) + f - \rho}{z - h} = \frac{D}{2f} \quad (\text{límite superior})$$

Se trata de ecuaciones en  $z$ .

Además, se puede calcular la posición en el plano focal de la lente de la imagen I del extremo X (el más alejado de la lente 3) del emisor mediante el reflector en P o, a la inversa, encontrar O para que esta imagen sea tal que la pseudo-ampliación G:

10

$$G = \frac{\overline{FI}}{L_s}$$

tenga un valor dado.

15

Si  $\vec{n}_p$  es la normal al reflector 5 en P:

$$\vec{n}_p \text{ colineal a } \frac{\vec{FP}}{FP} - \frac{\vec{OP}}{OP} \text{ y } \vec{n}_p \text{ colineal a } \frac{\vec{IP}}{IP} - \frac{\vec{XP}}{XP}$$

es decir OX forma la imagen en FI en P

20

$$\Rightarrow \det \begin{pmatrix} \vec{FP} - \vec{OP} & \vec{IP} - \vec{XP} \\ \frac{\vec{FP}}{FP} - \frac{\vec{OP}}{OP} & \frac{\vec{IP}}{IP} - \frac{\vec{XP}}{XP} \end{pmatrix} = 0$$

(ecuación en  $y_p$ )

El soporte de un rayo procedente de O que alcanza el reflector 5 en P pasa por el punto F tras la reflexión, y el soporte de un rayo procedente de X que alcanza al reflector 5 en P pasa por el punto I tras la reflexión.

Todos los soportes de rayos procedentes de O que alcanzan el reflector 5 en un punto cualquiera M, como se ilustra en la figura 3, pasan por el punto F tras la reflexión.

30

El reflector 5 es, en este ejemplo, un cilindro de eje de eje horizontal, con generatrices horizontales ortogonales al eje óptico y-y. El reflector 5 admite como sección derecha la trayectoria (calculada con anterioridad) en el plano vertical de la figura 3 del reflector estigmático entre O y F. A continuación se estudia el comportamiento del reflector 5 cilíndrico cerca del punto P en un plano horizontal: se calcula la imagen F2 del punto O del emisor 4 en dicho plano horizontal, considerando un reflector plano que pasa por P y con la misma normal que el espejo real (la normal en P se determina mediante la construcción ilustrada en la figura 4, en un plano vertical, y la imagen se obtiene por simetría, tratándose de un hipotético espejo plano).

35

$$\beta = \alpha$$

$$- \frac{h}{y_p} = \operatorname{tg} (2 \alpha)$$

$$- \frac{h}{y_{F2}} = \operatorname{tg} \beta \quad \text{de ahí } y_{F2}$$

$$\text{si } y_p > 0, \frac{h}{y_p} = \operatorname{tg} (\pi - 2 \alpha)$$

Se construye entonces la lente real 3 de salida de modo que esta sea estigmática:

- 5
- entre F y el infinito en sección vertical (figura 3): un rayo luminoso que parece proceder de F sale de la lente en paralelo al eje óptico de la lente y-y;
  - y entre F2 y el infinito en sección horizontal (figura 5): un rayo luminoso en el plano horizontal que parece proceder de F2 sale en paralelo a este eje óptico y-y.

10 De acuerdo con un ejemplo no limitativo, se calcula en primer lugar una lente estigmática plana convexa (de revolución) de focal F con una cara de entrada plana ortogonal a su eje óptico y-y, y una cara de salida 3a convexa de revolución.

15 A continuación se calcula la sección horizontal deseada 3b (figura 5), viniendo impuesta la cara de salida 3a por el resultado anterior. Como se ilustra en la figura 5, en la sección horizontal que pasa por el eje óptico y-y de la lente 3, unos rayos luminosos que parecen proceder del punto F2 salen de la lente real 3 en paralelo al eje y-y, puesto que la lente 3 es estigmática entre F2 y el infinito en sección horizontal.

20 La cara de entrada real 3b de la lente es entonces un cilindro de eje vertical que tiene la sección derecha calculada con anterioridad. En la figura 6a se ilustra una sección vertical parcial que pasa por el eje y-y; la sección de la cara cilíndrica 3b es una generatriz vertical.

25 Al depender el resultado del espesor en el centro  $e_p$  (figura 6a), se elimina esta magnitud arbitraria fijando el espesor en el borde (que viene impuesto por unas consideraciones prácticas de realización de la pieza).

30 Se designa por n el índice de refracción del material de la lente; por i (figura 6a) el ángulo de incidencia de un rayo luminoso que procede de F sobre la cara de entrada 3b; por r el ángulo de refracción en el material de la lente 3; y por  $\lambda$  la longitud del recorrido del rayo refractado en el material de la lente, hasta que este sale paralelo al eje y-y. La ordenada del punto C de incidencia del rayo sobre la cara 3b se designa por  $z_c$ . Se pueden escribir entonces las siguientes relaciones.

$$n \operatorname{sen} r = \operatorname{sen} i = \frac{z_c}{\sqrt{f^2 + z_c^2}}$$

$$\Rightarrow \cos r = \sqrt{1 - \frac{z_c^2}{n^2 (f^2 + z_c^2)}}$$

35 Al ser la lente estigmática entre F y el infinito, las superficies de onda que corresponden a unos rayos procedentes de F y que emergen de la lente son de hecho unos planos ortogonales al eje óptico y-y. Se considera de manera más particular uno de estos planos de onda (S).

El camino de onda es constante a lo largo de todo el rayo que sale de F y alcanza (S):

$$\sqrt{f^2 + z_c^2} + n\lambda + (e_p - \lambda \cos r) = f + ne_p$$

40  $Q_v$  es el punto de salida de la lente, para el rayo considerado.

$$Q_v = \begin{bmatrix} \rho + \lambda \cos r \\ h + z_c + \lambda \sin r \end{bmatrix}$$

(lente estigmática plano convexo)

En un plano vertical, el rayo que emerge de la lente en  $Q_v$  y paralelo al eje y-y está, por lo tanto, alejado de este eje con una distancia  $(h + z_c + \lambda \sin r)$ .

5 La cara de entrada calculada en el plano anterior, es curva en un plano horizontal, como se ilustra en la figura 6b, con un punto  $F_2$  que ocupa una posición diferente de la de la figura 5, para unos parámetros diferentes.

10 En un plano horizontal, se considera de la misma forma un rayo paralelo al eje y-y y alejado de este eje con la misma distancia  $(h + z_c + \lambda \sin r)$  que con anterioridad en la figura 6a.  $Q_h$  es el punto situado en la cara de salida de la lente considerado a lo largo de este rayo y  $E$ , el punto de entrada correspondiente. Se designa por  $\mu$  la longitud del recorrido del rayo refractado en el material de la lente entre  $E$  y  $Q_h$ , hasta que salga paralelo al eje y-y. Por otra parte, el ángulo de refracción en el material en el punto  $Q_h$  es el mismo que para  $Q_v$ , esto es  $r$ .

$$E = Q_h - \mu \begin{bmatrix} \cos r \\ \sin r \end{bmatrix}$$

15 Al ser la lente estigmática entre  $F_2$  y el infinito, el camino óptico es constante a lo largo de cualquier rayo que sale de  $F_2$  y que alcanza el plano de onda (S):

$$(e_p - \lambda \cos r) + n \mu + F_2 E = \rho - y_{F_2} + n e_p$$

$$F_2 E^2 = \underbrace{((\rho - y_{F_2} + (n - 1) e_p + \lambda \cos r) - n\mu)^2}_{\Delta} = \Delta^2 - 2 \Delta n \mu + n^2 \mu^2$$

$$20 \quad = F_2 Q_h^2 - 2 \mu \vec{F}_2 \vec{Q}_h \begin{bmatrix} \cos r \\ \sin r \end{bmatrix} + \mu^2$$

Es una ecuación de segundo grado en  $\mu$ .

25 El espesor mínimo se encuentra en un punto de ordenadas  $x_E = D/2$ ; si se fija este espesor mínimo, la ecuación se convierte en una ecuación en  $e_p$ .

Faltan por determinar las magnitudes intermedias  $f$  y  $G$ .

30 Se fijan el tamaño angular vertical  $\gamma$  (figura 3) y el tamaño angular horizontal  $\eta$  (figura 5) deseados para la proyección:

$$\gamma = \arctan\left(\frac{L_s G}{f}\right) \quad (*) \quad \text{siendo } G = \text{pseudoampliación}$$

$$\eta = \arctan\left(\frac{h_s}{\rho - y_{F_2}}\right)$$

35 donde  $h_s$  es el lado del emisor luminoso según un eje perpendicular al eje óptico del sistema

$$\frac{\tan(\gamma)}{\tan(\eta)} = \frac{L_s}{h_s} \cdot \frac{G(\rho - y_{F_2})}{f}$$

40 donde el segundo término (fijado por la elección de  $\gamma$  y  $\eta$ , y que puede considerarse, por lo tanto, como un parámetro de diseño) es la deformación vertical  $\delta$  realizada mediante el sistema óptico.

Ahora bien  $y_{F_2}$  es una función de  $y_p$  que solo depende a su vez de  $G$ , de  $f$  y de los parámetros de diseño: es, por lo tanto, posible establecer (digitalmente) una función  $G(f)$ .

La anterior ecuación (\*) es entonces una ecuación en  $f$  resulta digitalmente.

Por último, los parámetros de diseño son  $h$ ,  $p$ ,  $D$ ,  $\gamma$  y  $\eta$ .  $L_s$  y  $h_s$  se fijan a través de la elección del emisor o fuente 4 y  $n$  (índice de refracción) se fija a través de la elección del material de la lente 3.

5

#### *Ejemplo de realización de un sistema óptico*

Se desea obtener una banda iluminada  $W$  (figura 7) con una anchura angular  $\eta = 1$  grado. El sistema  $S1$  correspondiente (figura 9) incluye un emisor rectangular 4.1 de tipo "LED multichip" (chips múltiples) con unas dimensiones aproximadas de 5 mm x 1 mm, y se ha dimensionado para una lente 3.1 que tiene una superficie aparente con un diámetro de 40 mm.

10

Hay que señalar que se prevé una máscara 8.1 de luz directa que pretende bloquear los rayos emitidos por la fuente y dirigidos hacia la lente de salida sin impactar en el espejo intermedio.

15

Por otra parte, también puede ser deseable utilizar una máscara adicional en la salida del LED (que se podría imaginar integrada en la máscara 8.1 indispensable de luz directa) en el caso de que demasiados rayos parásitos (procedentes de los elementos no emisivos situados alrededor de los chips y no directamente del propio emisor rectangular) alteraran la nitidez de los bordes laterales de las bandas iluminadas produciendo un halo difuso alrededor de estas.

20

Haciendo referencia a la figura 1 de los dibujos, se puede ver una banda luminosa vertical constituida por una imagen obtenida con un sistema clásico de proyección de imágenes, a partir de una fuente luminosa constituida por un emisor rectangular formado por un LED (diodo electroluminiscente) que consta de una hilera de cinco chips de forma cuadrada alineados. La imagen representada en la figura 1 es, por ejemplo, la proyección del haz de iluminación elemental formado por un conjunto de emisor luminoso-reflector-lente en una pantalla colocada ortogonalmente a este conjunto. Las dimensiones de los chips pueden ser de 1 mm x 1 mm. La imagen de los chips se alinea verticalmente a lo largo de un eje vertical  $V$ . Las separaciones existentes entre los chips se encuentran en la imagen con la forma de unas zonas 1 menos iluminadas, que separan las imágenes de los diferentes chips. Un máximo de intensidad se sitúa a la altura de una zona 2, sustancialmente puntual, para cada imagen de un chip. La representación del LED con cinco chips es similar a la de la figura 1 con las zonas de separación que no emiten luz que corresponden a las zonas 1. En el gráfico de la figura 2 que da la energía luminosa puesta en ordenadas ( $E$ ) en función de la altura de un punto en la imagen, puesta en abscisas ( $V$ ), se encuentran unos huecos de energía 1a que corresponden a las separaciones 1 y unos picos 2a que corresponden a los máximos 2.

25

30

35

Por el contrario, la figura 7 ilustra la banda luminosa vertical obtenida con un conjunto de espejo-lente-emisor  $S1$  de acuerdo con la invención, y la figura 8 ilustra la distribución en la banda de la energía luminosa puesta en ordenadas  $E$ , según la dirección vertical puesta en abscisas  $V$  y que cruzan desde la derecha hacia la izquierda. Las separaciones entre los diferentes chips han desaparecido de la banda. Los bordes verticales de la banda  $W$  son nítidos. La banda luminosa se distribuye entre una altura  $V_{a.1}$  y  $V_{b.1}$ . El borde inferior también es nítido. La zona máxima de energía  $E_{m\acute{a}x}$ , traducida por el pico 2.a.1 en la figura 8, está situada en la parte inferior de la banda luminosa.

40

Como se ilustra en la figura 9, un módulo comprende al menos un segundo conjunto con emisor rectangular 4.2, espejo 5.2 y lente 3.2 asociados, así como una máscara de luz directa 8.2. Para evitar una interferencia entre los emisores colindantes, se prevé un tabique opaco 9, por ejemplo en un plano vertical, entre dos conjuntos colindantes de un mismo módulo. Las bandas luminosas que salen de cada emisor 4.1, 4.2 se yuxtaponen.

45

Un conjunto  $N$  de un módulo de la invención permite a la vez posicionar el máximo de intensidad  $E_{m\acute{a}x}$  en la parte inferior de la banda luminosa  $W$  y hacer que decrezca progresivamente la intensidad a medida que uno se aleja, subiendo desde el "corte inferior" del haz (desplazamiento de derecha a izquierda en la figura 8 de  $E_{m\acute{a}x}$  hacia  $V_{b.1}$ ).

50

Esta característica del sistema tal como se describe en la invención, favorece la adición de "volumen" en el haz básico (haz de cruce, por ejemplo) sin aumentar su espesor de forma significativa, lo que es deseable para un haz de carretera.

55

Se obtienen de la misma forma otras bandas iluminadas  $W2.1$ ,  $W2.2$ ,  $W3.1$ ,  $W3.2$ ,  $W4.1$ ,  $W4.2$  (figura 10a) modificando los parámetros de diseño de los conjuntos (en particular las distancias focales). Al pretenderse en esta aplicación una distribución de tipo haz de carretera, la altura de las imágenes luminosas (o bandas) sucesivas decrece de preferencia gradualmente y aun más cuando estas se alejan del eje de vehículo. En la práctica, la altura angular de la banda más central se ajusta de modo que el nivel 8 lux (en la salida del faro) esté situado verticalmente a una altura angular mínima de aproximadamente 6 grados, recomendación habitual que pretende cumplir con las especificaciones de los fabricantes de automóviles en materia de "volumen" deseado para el haz de carretera. De este modo, las bandas adyacentes tendrán unas alturas reducidas, mientras que sus anchuras serán iguales o superiores a las anchuras de las bandas más centrales. Es, por lo tanto, posible, por medio de la nitidez de los bordes verticales, yuxtaponer unas bandas luminosas sucesivas obtenidas de acuerdo con la invención y que

60

65

tienen, por ejemplo como anchura mínima 1 grado para las imágenes más centrales, como se propone en la figura 7.

Si bien es fácil de acuerdo con el método de cálculo descrito en la invención obtener unas bandas luminosas mucho más estrechas que 1 grado de ancho, sin embargo la elección de aumentar la resolución del sistema de iluminación selectiva no es siempre deseable en la práctica: para poder producir una anchura global de haz equivalente a la de un haz de carretera habitual, sería necesario en efecto utilizar un número muy grande de subsistemas (y, por lo tanto, de fuentes). El coste de la función se vería sustancialmente aumentado, sin hablar de inevitables dificultades de integración dentro del volumen del faro efectivamente disponible para dicha función. Si se tienen en cuenta estas dos limitaciones, por ejemplo para reducir el coste de fabricación del dispositivo, en la práctica se ajustan las anchuras individuales de las bandas luminosas sucesivas y el número total de bandas de forma que cubran un intervalo horizontal con una anchura angular como mínimo igual a aproximadamente  $\pm 10$  grados para el nivel 8 lux, de nuevo de acuerdo con las especificaciones habituales en materia de "volumen" deseado para el haz de carretera.

Los conjuntos o sistemas ópticos S1...S4 representados en la figura 10b son los utilizados para generar los haces de la figura 10a. Estos conjuntos ópticos forman parte de un mismo módulo de iluminación; los tabiques de separación como 9 (figura 9), entre los conjuntos de emisor luminoso-reflector-lente no se han representado para simplificar en la figura 10b. El conjunto S1 para el haz central (apertura de 1 grado) corresponde a la banda W en la figura 10a. Los conjuntos S2, con lente 3.2, espejo 5.2 y emisor luminoso 4.2 idéntico a 4.1, corresponden a los haces W2.1 y W2.2 que enmarcan el haz central. Los conjuntos S4 más al borde (apertura de 2 grados) corresponden a las bandas W4.1, W4.2.

Dos conjuntos o sistemas diseñados de acuerdo con la invención que utilizan los mismos emisores como fuentes luminosas, pero que producen unos haces con unas anchuras sustancialmente diferentes estas también tendrán lógicamente unas dimensiones sustancialmente diferentes, en particular para los parámetros  $h$  y  $\rho$ . Si se añade la limitación de conservar todas las fuentes luminosas idénticas en un mismo plano, se imponen los posicionamientos relativos de los subsistemas según el eje vertical y según el eje del vehículo, paralelo a y-y (en profundidad en el faro por lo tanto), lo que es posible pero ofrece poca flexibilidad para el estilo del faro. Un equilibrio sería utilizar al menos dos tipos de fuentes y formar unos grupos de subsistemas realizados de acuerdo con la invención que pueden tener sus LEDs coplanarios permitiendo al mismo tiempo una flexibilidad suficiente de disposición en el interior del faro.

De acuerdo con una variante de realización, ilustrada en la figura 3 bis, el espejo 5 asociado a un emisor luminoso 4 tiene una porción inferior ondulada, que se representa por debajo del punto P en la figura 3 bis. La ondulación tiene una amplitud inferior a 1 milímetro y un periodo al menos superior a 10 veces esta amplitud, siendo la altura de la porción ondulada de cómo máximo un 25 % de la altura total de este espejo 3. La amplitud corresponde a la distancia  $\Delta$  máxima a la superficie lisa de referencia.

En el ejemplo ilustrado en la figura 3 bis, el periodo de modulación es de 2 milímetros y la distancia  $\Delta$  máxima a la superficie lisa de referencia es de 0,03 milímetros. La amplitud de la modulación evoluciona aquí como una senoide atenuada, de la forma:

$$A \cdot \exp(-k \cdot z) \cdot \text{sen}(Z/L)$$

Donde  $z$  es la altura sobre el espejo (variable);  
A,  $k$  y  $L$  son unas constantes (parámetros de modulación).

En la figura 3 bis, en aras de la claridad de la representación, las distancias  $\bar{d}$  a la superficie lisa de referencia se han aumentado con un factor de aproximadamente 150, con el fin de que se puedan ver en la figura. Los demás elementos se mantienen igual con respecto a la figura 3, por lo tanto, no se retomará su descripción aquí.

Esta ondulación sobre el espejo permite modular la banda luminosa. Esta modulación se representa en las figuras 7 bis y 8 bis. La figura 7 bis ilustra la banda luminosa  $W'$  vertical obtenida con un conjunto de espejo-lente-emisor S1 con un espejo de porción ondulada, como se ilustra en la figura 3 bis. La figura 8 bis ilustra la distribución en la banda de la energía luminosa puesta en ordenadas  $E$ , según la dirección vertical puesta en abscisas  $V$  y que cruza desde la derecha hacia la izquierda. Para permitir la comparación con la figura 7 y la figura 8, que ilustran respectivamente la banda luminosa vertical y la distribución en la banda de la energía luminosa para la forma de realización sin porción ondulada, algunos puntos de referencia de estas figuras se han trasladado a las figuras 7 bis y 8 bis. La banda luminosa  $W'$  presenta una zona luminosa concentrada representada por las curvas isolux en línea continua y, alrededor, una zona difundida en línea de puntos.

Como se puede observar la intensidad y el posicionamiento del máximo  $E'_{\text{máx}}$  en la banda luminosa se ven poco afectadas por esta ondulación. Hay que señalar que el pico 2b.1 en la figura 8 se ha desplazado ligeramente hacia arriba y que su intensidad se ha reducido ligeramente, con respecto al posicionamiento 2a.1 del pico de intensidad de un espejo sin ondulación.

De una manera general, cuando el espejo tiene una porción ondulada, el descenso de la intensidad del punto de

intensidad máxima  $E'_{\text{máx}}$  en la banda luminosa  $W'$  es al menos de un 10 % y, de preferencia, de menos de un 5 %. Del mismo modo, el desplazamiento de la posición de este punto  $E'_{\text{máx}}$  es de menos de 1 grado, de preferencia menos de 0,5 grados.

5 Del mismo modo, la altura inferior  $Va'.1$  de la banda luminosa  $W'$  se ha desplazado ligeramente hacia abajo, comparado con la altura inferior  $Va.1$  de la banda luminosa  $W$ , ilustrada en la figura 3. De este modo, el borde inferior de la banda luminosa  $W'$  sigue siendo relativamente nítida. El descenso de nitidez se utiliza de manera ventajosa cuando las bandas luminosas completan un haz de cruce para formar un haz de carretera. Del mismo modo, la banda luminosa no se difunde a lo ancho. Los bordes verticales de la banda luminosa siguen siendo, por lo tanto, nítidos.

15 Por el contrario, la altura superior  $Vb'.1$  de la banda luminosa  $W'$  se difunde ampliamente hacia arriba, comparado con la altura superior  $Vb.1$  de la banda luminosa  $W$ , ilustrada en la figura 3. Esto permite tener una atenuación más progresiva de la banda luminosa hacia arriba, suavizando de este modo el borde superior. De este modo, cuando un conjunto de bandas luminosas se superpone a un haz de cruce, el haz de carretera resultante se aproxima más a un haz de carretera clásico con lámpara de descarga.

20 Esto se debe al hecho de que al estar situada sobre la porción inferior, la ondulación del espejo permite ensanchar las imágenes grandes, que se generan en la parte del espejo más cercana a la fuente. La porción no ondulada, situada por encima de la porción ondulada, genera las imágenes más pequeñas, más concentradas alrededor del máximo de intensidad luminosa. Estas imágenes más pequeñas no se difunden. De este modo, el posicionamiento y la intensidad del máximo de la banda luminosa apenas se ven afectados.

25 La figura 11 es una vista esquemática de frente de un faro derecho 6, de acuerdo con la invención, que consta de un elemento básico 7 constituido por un sistema óptico que da un haz principal con línea de corte, por ejemplo un faro de cruce, y en el lado interior hacia el eje longitudinal del vehículo, un módulo de iluminación  $Mo$  que comprende una multitud de conjuntos  $N$  de espejo-lente-emisor específicos para dar unas bandas verticales similares a las de la figura 9. La mayor parte de cada banda está situada por encima de la línea de corte del haz principal para dar un haz de carretera selectivo. Se prevé, además, un medio de apagado automático de las bandas que pueden ser molestas para otro conductor, pero no se ha representado.

35 La figura 12 ilustra de manera esquemática la iluminación de una pantalla vertical por un faro izquierdo de vehículo de acuerdo con la invención. Este faro comprende un sistema básico que da un haz con línea de corte 10 horizontal, y un módulo con doce conjuntos de espejo-lente-emisor de acuerdo con la invención distribuidos también (seis-seis) a ambos lados del plano vertical que pasa por el eje óptico (graduación  $0^\circ$ ) del faro, paralelo al eje longitudinal del vehículo.

40 Las bandas luminosas producidas por cada conjunto de espejo-lente-emisor se representan de manera esquemática por unos rectángulos cuyo borde inferior está ligeramente por debajo de la línea de corte 10 (del orden de 1 o 2 grados en altura por debajo). Las bandas centrales  $W1.1$  y  $W1.2$  situadas a ambos lados de la vertical  $0^\circ$  presentan la altura máxima para una anchura angular de 1 grado. Las bandas siguientes  $W2.1$  y  $W2.2$  son menos altas, para una misma anchura de 1 grado. Las bandas  $W3.1$  y  $W3.2$  son menos altas que las anteriores, con una anchura angular de 2 grados. Las bandas  $W4.1$  y  $W4.2$  son menos altas que las anteriores, con una anchura de 3 grados. Las bandas  $W.5.1$  y  $W5.2$  son aun menos altas con una anchura de 4 grados.

45 Los límites verticales de anchura  $10^\circ$  y  $-10^\circ$  en el haz, que corresponden a una iluminación mínima de 8 lux por ejemplo, están situados en las bandas  $W5.1$  y  $W5.2$ , hacia su extremo alejado del eje  $0^\circ$ . Por último, las últimas bandas  $W6.1$  y  $W6.2$  tienen una largura superior a 4 grados, y una altura más baja.

50 Para comparar, las curvas isolux de un haz de carretera clásico además se han esquematizado en la figura 12, superponiéndolas al conjunto de bandas luminosas descrito con anterioridad, haciendo que aparezca un máximo de iluminación en la zona de intersección de la línea de corte 10 y del eje vertical  $0^\circ$ .

55 La invención permite obtener un haz regulable en relación de aspecto, con tres bordes nítidos y con un máximo situado hacia la parte inferior de la banda. El haz está más cerca de la forma óptima y permite utilizar uno o eventualmente dos tipos de LEDs solamente, minimizando al mismo tiempo el número de fuentes necesarias. El repliegue de los rayos luminosos, garantizado por el espejo 5, permite optimizar el espacio necesario para el sistema, en particular en asociación con un sistema clásico de formación de imágenes para las bandas luminosas  $Wn$ , también llamadas "píxeles", para las cuales se llama "píxeles", para las cuales sería adecuado.

60

**REIVINDICACIONES**

1. Módulo de iluminación para faro de vehículo automóvil, que consta al menos de dos emisores luminosos, y de un sistema óptico para formar un haz, en el que:
- 5
- los emisores luminosos están espaciados y son sustancialmente rectangulares;
  - el sistema óptico consta de varias lentes dispuestas de manera que cada emisor luminoso (4) esté asociado a al menos una lente (3) diferente;
  - un espejo (5) está dispuesto en la parte trasera de cada lente para devolver los rayos luminosos procedentes del emisor asociado hacia la lente (3); y caracterizado por que:
- 10
- las lentes (3) y los espejos (5) se calculan para producir con cada emisor luminoso (4) asociado una banda luminosa (W) de bordes verticales nítidos, con una altura y una anchura determinadas.
2. Módulo de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que cada emisor luminoso (4) se desplaza transversalmente (h) con respecto al eje óptico (y-y) de la lente (3) asociada.
- 15
3. Módulo de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, dicha banda luminosa (W) presenta una iluminación homogénea entre los bordes verticales.
- 20
4. Módulo de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, y para el cual el máximo de intensidad luminosa de dicha banda luminosa (W) está descentrado con respecto al conjunto de dicha banda luminosa.
5. Módulo de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que las lentes (3) y los espejos (5) se calculan para dar un tercer borde nítido, a saber, el borde inferior horizontal de cada banda, mientras que el borde superior es borroso.
- 25
6. Módulo de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que produce un haz en el que los bordes verticales de bandas que proceden de emisores luminosos contiguos se yuxtaponen.
- 30
7. Módulo de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está previsto un tabique opaco (9) entre dos conjuntos adyacentes de espejo, lente y emisor luminoso.
- 35
8. Módulo de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el emisor luminoso es un elemento semiconductor de un diodo electroluminiscente.
9. Módulo de iluminación de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que el emisor luminoso está formado por una matriz de varios chips alineados según al menos una dirección, estando los chips colindantes separados por unas zonas que no emiten luz.
- 40
10. Módulo de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el espejo (5) es cilíndrico con unas generatrices ortogonales al eje óptico (y-y) de la lente (3) asociada y generalmente horizontales.
- 45
11. Módulo de iluminación de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que el espejo (5), en un plano vertical que pasa por el eje óptico (y-y) de la lente (3) asociada, es estigmático entre el extremo delantero (O) del emisor luminoso (4) asociado y un primer punto (F) de este eje óptico (y-y), mientras que en un plano horizontal que pasa por este eje óptico (y-y), el espejo (5) es estigmático entre el extremo delantero (O) del emisor luminoso asociado y un segundo punto (F2) de este eje óptico (y-y).
- 50
12. Módulo de iluminación de acuerdo la reivindicación 10 u 11, caracterizado por que el espejo (5) se calcula para transformar el borde trasero del emisor luminoso (4) en el borde (l) alejado del eje óptico (y-y) de la imagen del emisor por el espejo, siendo este borde alejado el borde superior borroso, siendo el eje óptico el de la lente asociada.
- 55
13. Módulo de iluminación de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por que el espejo tiene una porción inferior ondulada, teniendo la ondulación una amplitud inferior a 1 milímetro y un periodo al menos superior a 10 veces esta amplitud, siendo la altura de la porción ondulada como máximo del 25 % de la altura total de este espejo (3).
- 60
14. Módulo de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por que la lente asociada (3) presenta una cara de salida (3a) convexa de revolución y una cara de entrada (3b) cilíndrica con generatrices verticales.
- 65

15. Faro de carretera con haz selectivo, caracterizado por que comprende un sistema óptico principal de haz con línea de corte (10), y al menos un módulo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que produce unas bandas verticales (W1.1, W1.2,...W6.1, W6.2) yuxtapuestas por encima de la línea de corte (10) para formar un haz de carretera.

5

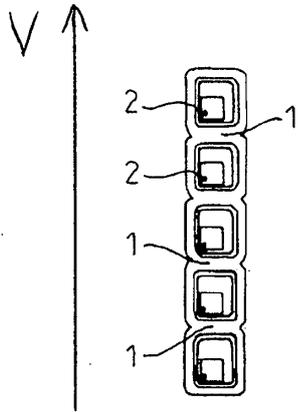


FIG. 1

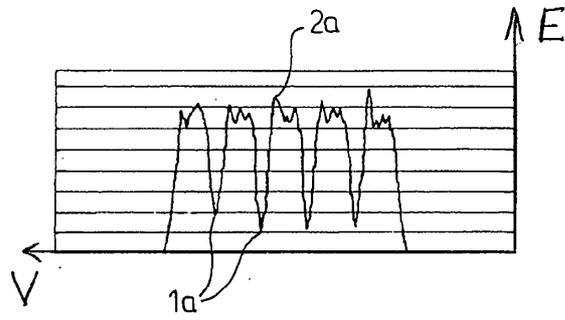


FIG. 2

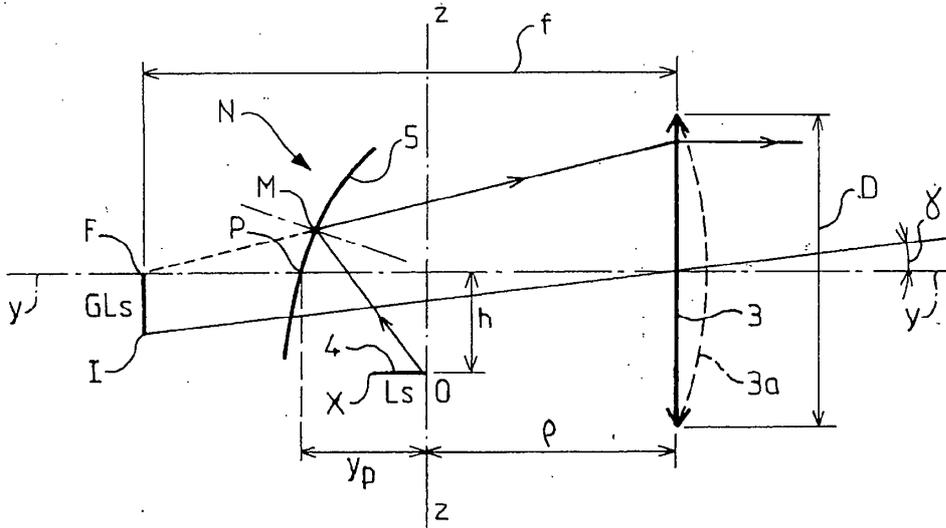


FIG. 3

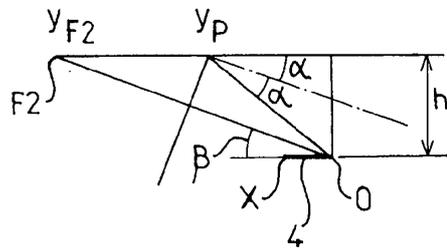
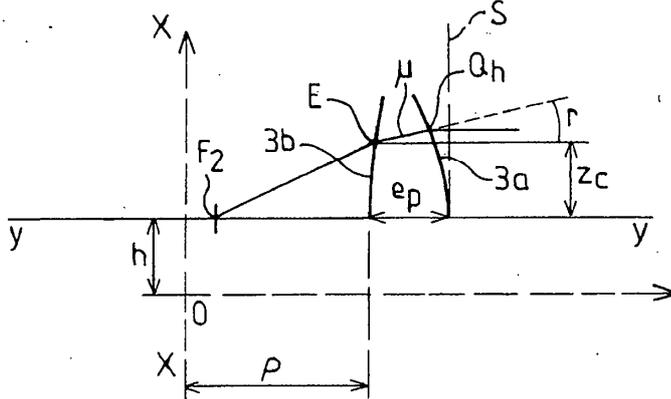
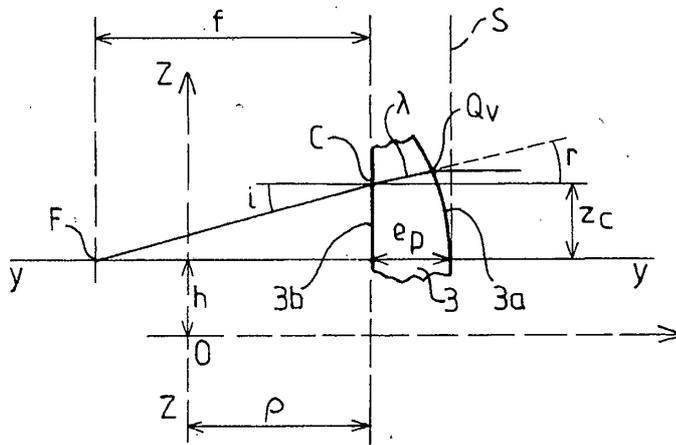
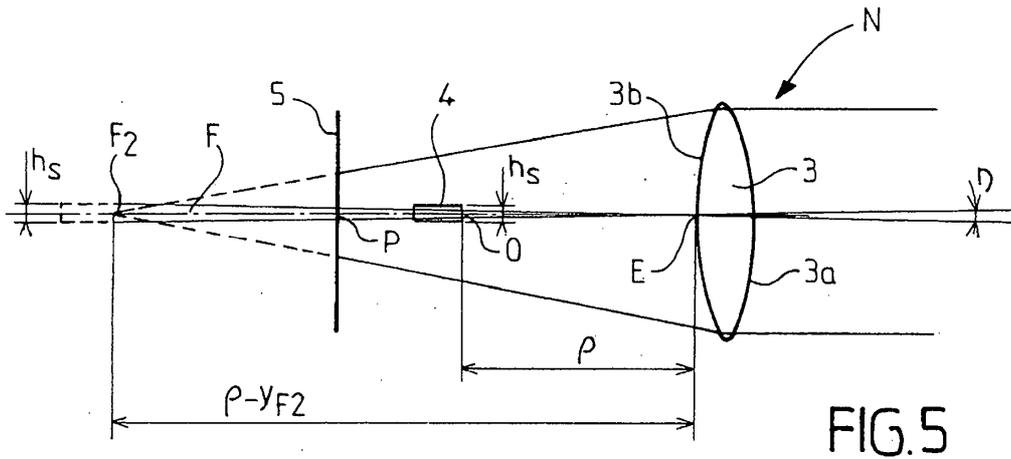


FIG. 4



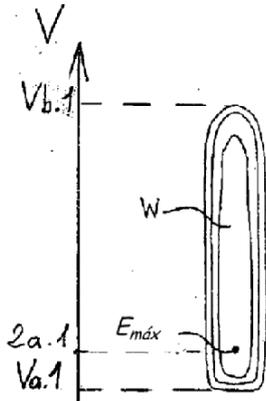


FIG. 7

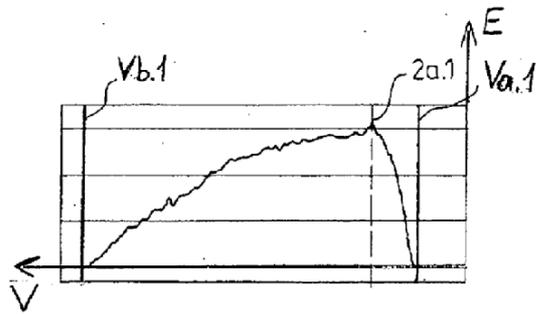


FIG. 8

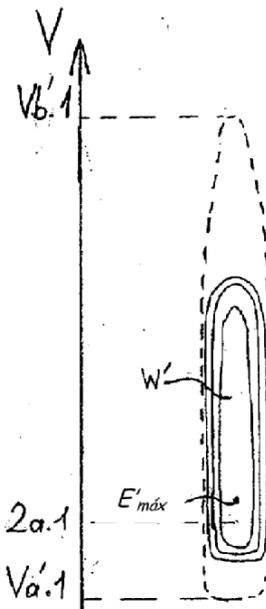


FIG. 7 bis

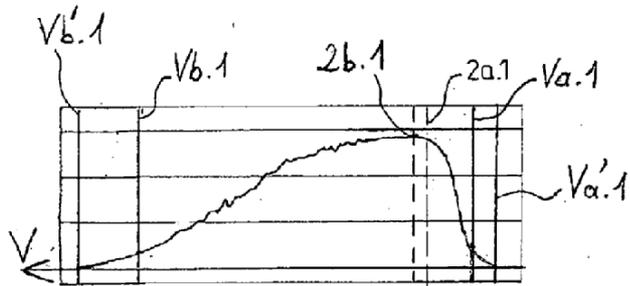


FIG. 8 bis

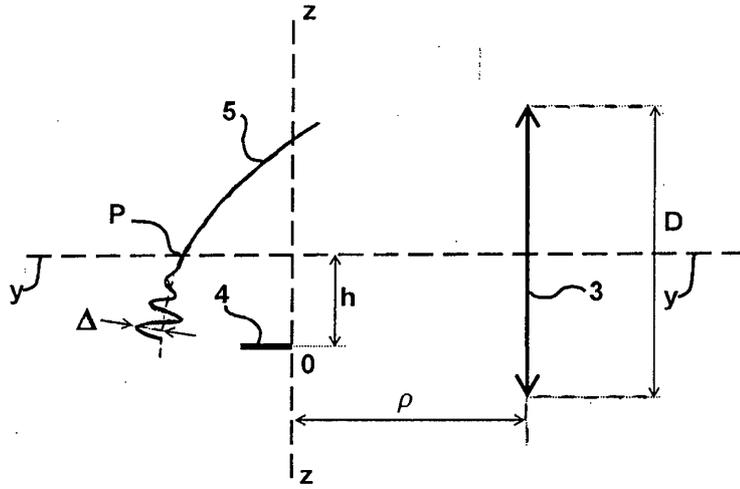


FIG. 3bis

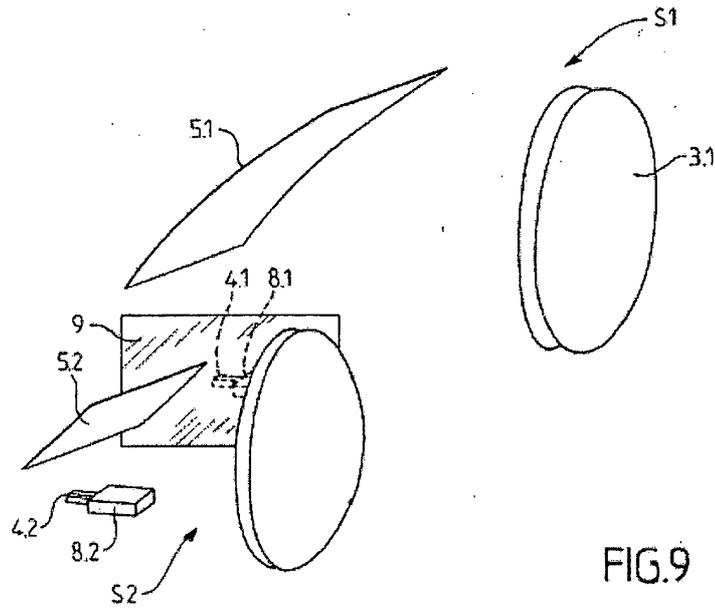


FIG. 9

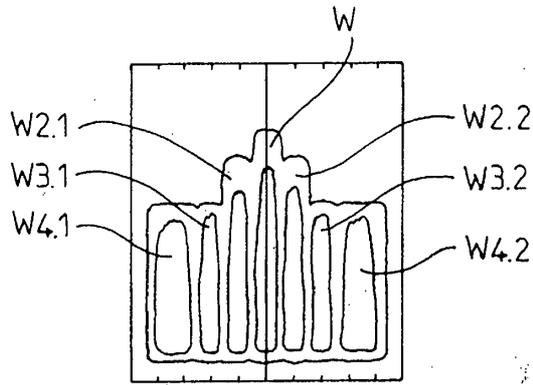


FIG. 10a

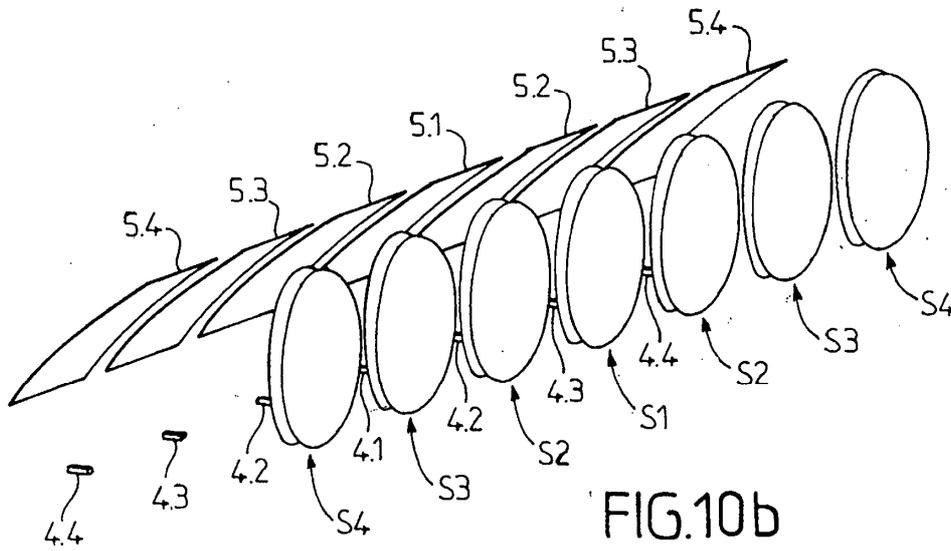


FIG. 10b

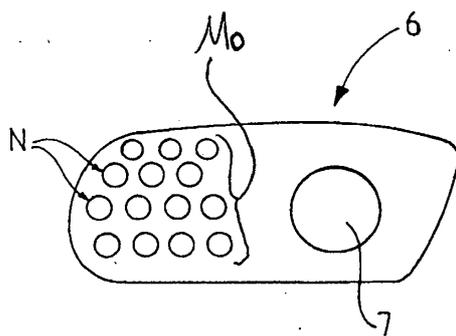


FIG. 11

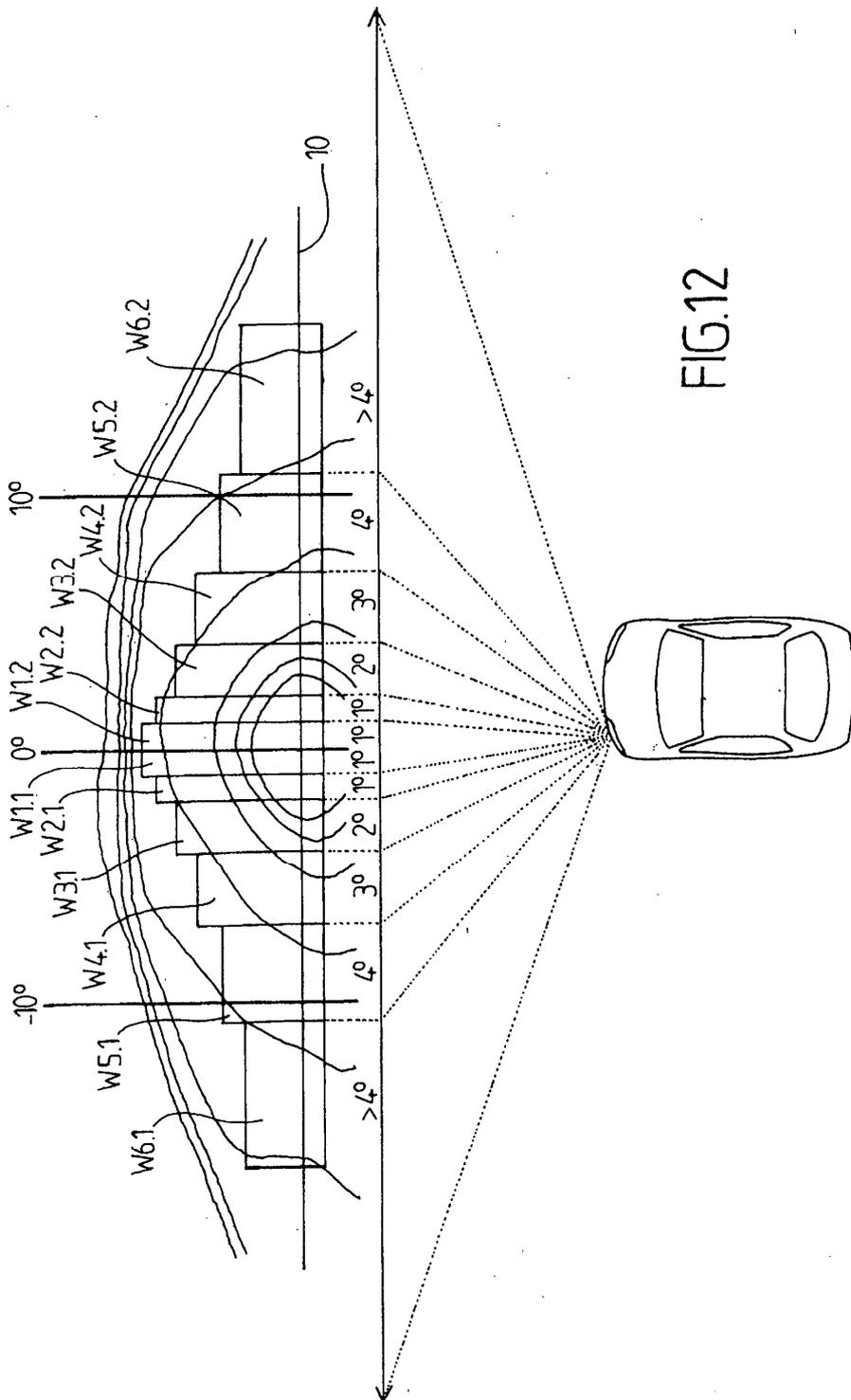


FIG.12