

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 515 865**

51 Int. Cl.:

F21S 8/10 (2006.01)

F21W 101/10 (2006.01)

F21Y 101/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2005** **E 05799590 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.08.2014** **EP 1794490**

54 Título: **Elemento colimador de LED con un reflector semiparabólico**

30 Prioridad:

20.09.2004 EP 04104537

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

30.10.2014

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
HIGH TECH CAMPUS 5
5656 AE EINDHOVEN, NL**

72 Inventor/es:

SORMANI, JOSEPH

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 515 865 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Elemento colimador de LED con un reflector semiparabólico

5 La invención se refiere a un dispositivo de iluminación de LED, en particular para los faros de vehículos motorizados, en el que la luz emitida por un elemento LED es desviada casi en su totalidad por un reflector semiparabólico.

10 El desarrollo de elementos LED propiciará que, en el futuro cercano, haya elementos LED disponibles que tengan el suficiente brillo como para ser usados, por ejemplo, como faros delanteros de vehículos motorizados. Con relación a los faros para vehículos, generalmente se ha producido, en primer lugar, la denominada luz de carretera y, en segundo lugar, la luz de cruce. La luz de carretera proporciona la máxima iluminación posible del espacio de tráfico. Por otro lado, la luz de cruce proporciona un equilibrio entre la mejor iluminación posible desde la perspectiva del conductor del vehículo y el menor deslumbramiento posible para los vehículos que se acercan en sentido contrario. Con este fin, se ha desarrollado un patrón luminoso en el que no se irradia luz en un plano de emisión del faro por encima de una línea horizontal. Por lo tanto, el faro debe formar una zona de corte nítida con el fin de que los vehículos que se acercan en sentido contrario no queden deslumbrados en condiciones normales en una carretera recta. Sin embargo, puesto que un faro con la región directamente por debajo de la zona de corte iluminará el espacio de tráfico que abarca la mayor distancia desde el vehículo, la mayor intensidad del faro debe proporcionarse directamente en la zona de corte.

20 Por lo tanto, para su uso particular como faros de vehículos motorizados, un dispositivo de iluminación debe reunir dos propiedades esenciales: en primer lugar, la fuente de luz debe poder iluminar con gran intensidad un espacio que abarca una distancia de 75 m aproximadamente desde la fuente de luz y, en segundo lugar, debe formar una zona de corte nítida entre el espacio bien iluminado y el área no iluminada situada detrás del mismo. Una intensidad suficiente en el área bien iluminada está directamente relacionada con el brillo (luminancia) del elemento LED y con el rendimiento de los dispositivos ópticos que actúan conjuntamente con el mismo. Por otro lado, una zona de corte nítida es un requisito de diseño.

30 En los sistemas de lámparas halógenas y de xenón usados hasta la fecha, una zona de corte nítida se consigue normalmente mediante el uso de pantallas. Junto con reflectores y lentes de proyección, puede obtenerse de esta manera una zona de corte nítida. Aunque el uso de pantallas implica una pérdida de luz, ya que es absorbida o reflejada en la pantalla, esto no supone un problema al menos en los sistemas de lámparas de xenón, ya que producen un corriente de luz suficiente.

35 En los sistemas de lámparas que usan LED se está intentando resolver los problemas de intensidad, lo que incluye usar varios LED, superponer sus imágenes de iluminación e interceptar y desviar tanto como sea posible la luz emitida por los LED de una manera más o menos paralela hacia la dirección de emisión del dispositivo de iluminación. Una disposición de este tipo se conoce, por ejemplo, a partir del documento US 2004/0042212 A1. Según dicho documento, un LED está colocado en un sustrato de soporte. El sustrato de soporte, y con él el LED, están circunvalados por un reflector parabólico que se encuentra con el sustrato de soporte en un lado y que en el otro lado forma una cara de emisión de luz al estar separado del sustrato de soporte. Por tanto, el LED dispuesto sobre el sustrato de soporte está ubicado en un espacio entre el sustrato de soporte y el reflector parabólico. Está dispuesto de modo que la radiación de luz procedente del mismo se refleja casi en su totalidad en el reflector y gran parte de la misma es emitida como una radiación paralela a través de la cara de emisión de luz. Colocando el LED entre el punto focal del reflector parabólico y ese borde del reflector que se encuentra con el sustrato de soporte, puede obtenerse una zona de corte nítida en esta disposición.

50 El documento JP 05109301 A muestra un faro para coches. El faro comprende tres fibras ópticas, cada una de las cuales tiene un extremo de emisión de luz. Comprende además tres reflectores que son iluminados por la luz emitida desde el extremo respectivo de las fibras ópticas. En algunas realizaciones, los extremos de emisión de luz de las fibras ópticas están dispuestos ligeramente por delante del foco de los reflectores que tienen una forma parabólica. En otras realizaciones, el foco está situado dentro de la superficie de emisión de los extremos de la fibra óptica. Con el fin de generar un patrón de distribución de luz, la pluralidad de reflectores parabólicos están instalados en una dirección longitudinal de manera adyacente. Por tanto, el patrón de distribución de luz se crea mediante la superposición de las proyecciones individuales de la pluralidad de reflectores.

60 El documento US 6.398.988 B1 da a conocer un LED conectado a un cono reflector para irradiar luz hacia una estructura de emisión de luz. La estructura de emisión de luz puede usarse como los faros traseros o las luces de dirección de los coches. Facetas de extracción permiten dirigir la luz.

Un objeto de la presente invención es mejorar la eficacia del dispositivo de iluminación de LED mencionado anteriormente para generar una zona de corte nítida.

65 Con el fin de conseguir este objeto, se propone un dispositivo de iluminación de LED, en particular para usarse en faros de vehículos motorizados, que comprende un elemento LED cuya luz es emitida de manera principalmente indirecta mediante reflexión. Dicho dispositivo de iluminación de LED comprende además un colimador que emite la

5 luz emitida por el elemento LED a través de una abertura de colimador de manera colimada, y también un reflector que presenta una superficie reflectante cóncava semiparabólica, una cara irradiada, un punto focal en la cara irradiada y una cara de emisión desde la cual la luz se emite en una dirección de emisión del reflector y que forma un ángulo con la cara irradiada. El colimador está diseñado y/o dispuesto de modo que la luz colimada procedente del colimador, vista en la dirección de emisión, se irradia hacia la cara irradiada o bien completamente delante de o bien completamente detrás del punto focal. Además, la unidad que consiste en el elemento LED y el colimador está diseñada de manera asimétrica con el fin de producir un gradiente en lo que respecta a la distribución del brillo.

10 A diferencia de un reflector, un colimador debe considerarse como una cara reflectante que esencialmente intercepta toda la luz del elemento LED no emitida en la dirección de emisión. Por lo tanto, el colimador está situado directamente adyacente al chip de LED. Para tener en cuenta las tolerancias durante la fabricación del chip de LED, el colimador puede estar a una corta distancia de 0,5 mm aproximadamente desde el LED. Sin embargo, la distancia es incluso preferentemente inferior a 0,5 mm, siendo particular y preferentemente inferior a 0,25 mm aproximadamente.

15 La dirección de emisión de un elemento LED debe considerarse como la vertical con respecto al plano en que está dispuesto el chip del elemento LED.

20 El punto focal del reflector es el foco del mismo. La luz que se irradia en dicho punto focal es siempre emitida en la misma dirección por el reflector, concretamente la dirección de emisión, independientemente de la dirección desde la que llega al reflector desde el punto focal, es decir, todos los rayos de luz irradiados hacia el reflector en el punto focal de la cara irradiada se emiten desde la cara de emisión de manera paralela.

25 El punto focal está ubicado en la cara irradiada del reflector en la que la radiación de luz se acopla hacia el reflector. Los bordes de la cara irradiada se determinan esencialmente mediante la geometría del reflector. El reflector y la cara irradiada se encuentran en un borde trasero en la dirección de emisión.

30 En un borde delantero en la dirección de emisión, la cara irradiada se encuentra con la cara de emisión. Normalmente coincide con una cara de abertura del reflector y generalmente es perpendicular a la cara irradiada y a la dirección de emisión del reflector.

35 En lo sucesivo, se supone que los elementos LED son LED de estado sólido inorgánicos ya que están actualmente disponibles con la suficiente intensidad. Sin embargo, pueden ser evidentemente otros elementos electroluminiscentes, por ejemplo diodos láser, otros elementos semiconductores de emisión de luz o LED orgánicos, siempre que tengan suficiente potencia. Por tanto, el término "LED" o "elemento LED" debe considerarse en este documento como un sinónimo de cualquier tipo de elemento electroluminiscente apropiado.

40 Por tanto, la invención se aparta de un diseño en el que un reflector semiparabólico desvía tan lejos como sea posible en una dirección deseada la radiación que procede de manera no direccional desde un elemento LED. En cambio, la invención sigue el principio de colimar en primer lugar la radiación emitida de manera no direccional (radiación de Lambert) por un elemento LED y después introducir la radiación así alineada en un reflector semiparabólico de forma focalizada con el fin de desviarla completamente en una dirección deseada. Con este fin, proporciona un colimador que colima la luz de uno o más elementos LED y que la irradia de manera sustancialmente agrupada en su cara de abertura hacia un reflector. Esto implica en primer lugar que el reflector puede ser mucho más pequeño ya que puede diseñarse de manera focalizada para la radiación emitida por el colimador y no tiene que "capturar" ninguna radiación dispersa. En segundo lugar, la disposición del colimador puede garantizar que casi toda la potencia de luz del (de los) elemento(s) LED sea interceptada.

50 La geometría del reflector semiparabólico se usa para producir de manera fiable una zona de corte nítida. Con este fin, es importante irradiar la radiación de luz completamente delante de o completamente detrás del punto focal del reflector, incluyendo posiblemente el punto focal, cuando se observa en la dirección de emisión. Por lo tanto, el punto focal marca un límite que, sin embargo, también puede incluirse en la irradiación de la luz. Por tanto, debe considerarse que la expresión "delante de" o "detrás del punto focal" también incluye el caso en que el propio punto focal está dentro del área irradiada, a no ser que se indique lo contrario. Por tanto, si la luz no es irradiada completamente en ese lado del límite definido por el punto focal, la zona de corte se "atenuará". Se entiende que el término "completamente" significa que no se irradiará ninguna luz hacia el plano irradiado por detrás de y en el punto focal si la abertura de colimador está dispuesta delante del punto focal, y viceversa. Es posible que la abertura del colimador se proyecte más allá de la cara irradiada, incluso si como resultado se pierde radiación de luz.

60 En la consideración anterior se adopta como base un reflector semiparabólico curvado de manera tridimensional hacia el que se irradia una radiación casi puntiforme desde una unidad de colimador LED. Con el fin de proporcionar una radiación de luz lineal, hasta la fecha se han colocado varios reflectores semiparabólicos de manera adyacente entre sí. Por el contrario, según una realización ventajosa de la invención, el reflector semiparabólico está curvado solamente de manera bidimensional y, por consiguiente, tiene una línea focal. El reflector semiparabólico curvado de manera bidimensional tiene en principio, en una vista seccional paralela a la dirección de emisión del reflector, el mismo diseño geométrico que un reflector curvado de manera tridimensional en una sección en la dirección de

emisión y a través del punto focal. Sin embargo, puesto que el reflector curvado de manera bidimensional tiene el mismo diseño no modificado en una dirección ortogonal al plano seccional, se genera una línea focal colocando los puntos focales de cada vista seccional de manera adyacente entre sí en filas. Sin embargo, en un plano seccional, la línea focal tiene el mismo significado geométrico que el punto focal de un reflector curvado de manera tridimensional y, por esta razón, posteriormente no se distinguirá entre un punto focal y una línea focal y solo se considerarán los respectivos planos seccionales de los reflectores.

Según una realización ventajosa de la invención, la abertura del colimador está dispuesta entre el punto focal y un borde del plano irradiado. Esto significa que al menos una dimensión interna, por ejemplo un diámetro de la abertura del colimador, es más pequeña que la distancia entre el punto focal y el borde del plano irradiado. Esta disposición garantiza que la potencia de luz del elemento LED no se pierda tras salir de la abertura del colimador cuando la luz se acopla hacia el reflector.

Este objetivo también puede conseguirse mediante la forma de la abertura del colimador. Según realizaciones ventajosas adicionales de la invención, la abertura del colimador es redonda o, como alternativa, es rectangular, en particular cuadrada. Con el fin de optimizar el uso de la cara irradiada e impedir pérdidas, la abertura del colimador puede adaptarse al contorno de la cara irradiada. En el caso de un reflector curvado de manera bidimensional con una cara irradiada cuadrada o rectangular, por ejemplo, la abertura del colimador puede ser asimismo cuadrada o rectangular.

Para su uso como faros de vehículos motorizados, por ejemplo, el dispositivo de iluminación de LED debe tener, además de una zona de corte nítida y el suficiente brillo, un gradiente en lo que respecta a la distribución de brillo. Un brillo particularmente alto debe producirse directamente en la zona de corte. La invención estipula que la unidad que consiste en un elemento LED y un colimador está diseñada de manera asimétrica para producir este gradiente. La asimetría en la unidad que consiste en el elemento LED y el colimador puede consistir, por un lado, en un colimador asimétrico o, por otro lado, en una disposición inclinada del elemento LED con respecto a un colimador simétrico. En ambos casos, un lado interno del colimador es irradiado con más intensidad que el lado interno opuesto, obteniéndose como resultado un alto brillo en un primer borde de la abertura del colimador, disminuyendo dicho brillo en la dirección de un segundo borde opuesto. De esta manera, se produce un gradiente de brillo incluso en la abertura del colimador.

El elemento colimador asimétrico de LED está dispuesto preferentemente de tal manera que irradia la luz completamente delante de o por detrás del punto focal, incluido el punto focal. En una realización particularmente preferida de la invención, el elemento colimador de LED está dispuesto con su primer borde en la región del punto focal, de manera que radia la luz altamente agrupada en el primer borde hacia el punto focal del reflector semiparabólico. La formación de una zona de corte nítida se ve facilitada de este modo en lo que respecta al diseño de dos maneras, concretamente, por un lado, como se ha descrito anteriormente, mediante el diseño asimétrico del elemento colimador de LED. Por otro lado, el espejo semiparabólico sirve también para este fin: al radiar luz ya sea delante de o por detrás del punto focal del reflector semiparabólico, se garantiza que la luz se emita desde el reflector semiparabólico solamente en una región que está claramente delimitada en un lado por la dirección de emisión del reflector semiparabólico. Por consiguiente, la invención usa los dos efectos mencionados anteriormente con el fin de producir una zona de corte nítida.

Combinando el colimador asimétrico con un reflector semiparabólico se elimina la luz dispersa no deseable del colimador asimétrico, que atenuaría la zona de corte nítida. Esto se debe a que irradiar hacia el reflector parabólico entre el punto focal y el primer borde del reflector semiparabólico significa que la luz, independientemente de la dirección en que se irradie hacia el reflector parabólico, no puede emitirse en ningún caso en la región no deseable en el otro lado de la dirección de emisión del reflector semiparabólico. Combinando el elemento colimador asimétrico de LED y el reflector semiparabólico, se consigue por tanto, por un lado, una zona de corte nítida y, por otro lado, una alta intensidad de luz a lo largo de la zona de corte nítida.

En vista de la necesidad de fabricar de manera precisa el reflector con una forma semiparabólica, el coste del mismo es considerable. Una realización ventajosa adicional de la invención estipula por tanto que una pluralidad de elementos LED con colimadores estén dispuestos de manera adyacente entre sí en una dirección transversal a la dirección de emisión y que irradian conjuntamente hacia el reflector. Un reflector curvado de manera bidimensional es particularmente adecuado para una disposición de casi cualquier número deseado de elementos colimadores de LED adyacentes entre sí. En comparación con una disposición convencional con una pluralidad de reflectores adyacentes entre sí, la disposición descrita anteriormente hace posible conseguir una mayor potencia de luz con respecto a la anchura de un dispositivo de iluminación de este tipo.

Como se ha mencionado anteriormente, la fabricación de los colimadores para cada elemento LED también puede requerir una alta precisión y un gasto considerable. Por lo tanto, resulta ventajoso que un colimador o una pluralidad de colimadores tengan asignado cada uno un grupo de elementos LED. Como resultado, la potencia de luz de cada colimador individual puede aumentar considerablemente.

La invención se describirá en mayor detalle con referencia a ejemplos de realizaciones mostradas en los dibujos, con respecto a los cuales, sin embargo, la invención no está limitada.

5 La Fig. 1 muestra un diagrama simplificado en perspectiva de las trayectorias de los rayos de un faro sobre una carretera.

La Fig. 2 muestra una sección a través de un colimador.

La Fig. 3 muestra una sección a través de un dispositivo de iluminación que comprende un colimador y un reflector.

La Fig. 4 muestra un gráfico para configurar un reflector en función de un ángulo de apertura del colimador.

10 La Fig. 5 muestra una vista global de un elemento colimador de LED junto con un reflector parabólico y la trayectoria de radiación asociada.

La Fig. 6 muestra una vista detallada de una parte del diagrama de la Fig. 5.

La Fig. 7 muestra una realización con una pluralidad de colimadores.

La Fig. 8 muestra imágenes de iluminación de dos dispositivos de iluminación diferentes.

15 La Fig. 1 muestra esquemáticamente la trayectoria de radiación de la luz de un faro *a* en una carretera *b*. El faro *a* está simbolizado mediante una cara de emisión *c* de un elemento colimador de LED y por dispositivos ópticos secundarios *d*. La cara de emisión *c* tiene cuatro líneas limítrofes entre las esquinas *r*, *s*, *t* y *u*. La carretera *b* está dividida en dos carriles *f* y *g* mediante una línea central *e*. Un vehículo (no mostrado) que comprende el faro *a* está situado en el carril *f*. El carril *g* se usa para vehículos que se acercan en sentido contrario. El faro *a* ilumina un espacio de tráfico *h* y produce en el mismo una imagen que tiene las esquinas *r'*, *s'*, *t'* y *u'*.

20 La luz procedente de la cara de emisión *c* incide en los dispositivos ópticos secundarios *d*. Estos últimos están formados habitualmente por una lente que proyecta de atrás hacia delante y de manera invertida la imagen que llega a la misma. Puesto que el plano de emisión *c* forma un ángulo α con respecto al carril *f* que va a iluminarse, la imagen del mismo que se produce en el carril se distorsiona. Pese a la misma longitud de la dimensión desde *r* hasta *s* y desde *t* hasta *u*, la dimensión desde *t'* hasta *u'* es un múltiplo de la longitud de la dimensión desde *r'* hasta *s'*. Esta distorsión también tiene que tenerse en cuenta cuando se ilumina el espacio de tráfico *h*. Significa que, dada una iluminación más o menos uniforme del espacio de tráfico *h*, se necesita mucha más potencia de luz en el borde del plano de emisión entre *u* y *t* que en el borde opuesto entre *r* y *s*. Por lo tanto, de manera ideal, se forma una transición continua o un gradiente de intensidad de luz entre una alta potencia de luz en el borde *u* y *t* y una potencia de luz más baja en el borde *r* y *s*.

25 Para evitar deslumbrar a los vehículos que se acercan en sentido contrario, no se emite ninguna luz fuera de la imagen que tiene las esquinas *r'*, *s'*, *t'* y *u'*. Esto se refiere en particular al borde entre *t'* y *u'*. En este caso, la fuente de luz debe formar una zona de corte nítida ya que es más probable que este borde deslumbré a los vehículos que se acercan en sentido contrario. Por tanto, la zona de corte debe formarse en el plano de emisión a lo largo de la línea de *t* a *u*. Estos requisitos se implementan de la siguiente manera en el diseño de un elemento colimador de LED según la invención.

30 Puesto que los elementos LED producen radiación de luz de manera semiesférica y no direccional (radiación de Lambert), los colimadores se usan para agrupar la luz. Un colimador 1 de este tipo se muestra en la Fig. 2. Dispuesto en la base 2 del mismo hay un elemento LED 3 que emite luz en una dirección de emisión principal 4 a través de una cara de apertura de colimador 5. La base 2 del colimador tiene una sección transversal circular con un radio r_1 , y la apertura de colimador 5 que es asimismo circular tiene un radio r_2 . El colimador tiene forma de cono truncado, cuya cara inferior forma la apertura de colimador 5 y cuya cara superior forma la base 2. La cara lateral 6 del colimador 1 está inclinada en un ángulo θ con respecto al eje de rotación del cono truncado, que coincide con la dirección de emisión principal 4. Con un ángulo θ_1 como el ángulo de emisión del LED 3 con respecto a la dirección de emisión principal 4, con un ángulo θ_2 como el ángulo de emisión de la luz en la apertura de colimador 5 con respecto a la dirección de emisión principal 4, con n_1 como el índice de refracción en el colimador 1 y con n_2 para el índice de refracción fuera del colimador 1 delante de la apertura de colimador 5, la siguiente ecuación se obtiene generalmente como la relación entre una primera situación de emisión directamente en el elemento LED 3 y una segunda situación de emisión en la apertura de colimador 5 del colimador 1:

$$(1) \quad n_1 \times r_1 \times \text{sen } \theta_1 = n_2 \times r_2 \times \text{sen } \theta_2$$

55 Si los materiales en el colimador 1 y por delante del colimador 1 son el mismo (por ejemplo, aire), entonces $n_1=n_2$. En este caso especial:

$$(1a) \quad \text{sen } \theta_2 = \frac{r_1}{r_2} \times \text{sen } \theta_1$$

60 Resulta evidente que cuando se ignoran las pérdidas provocadas por la reflexión de la radiación de luz en la apertura de colimador 5, se obtienen relaciones de emisión mucho más favorables. Esto se debe a que toda la

radiación de luz emitida desde el LED 3 puede usarse entonces de manera muy agrupada en un ángulo de emisión más pequeño en la abertura de colimador 5.

5 La invención utiliza esto irradiando la radiación así agrupada en la abertura de colimador 5 directamente hacia un reflector semiparabólico 7, como se muestra en la Fig. 3. El reflector 7 comprende una superficie reflectante cóncava semiparabólica 8, una cara irradiada 9 y una cara de emisión 10. La cara irradiada 9 es contigua al reflector 7 en un primer borde 11 y contiene un punto focal F. La radiación de luz que es irradiada hacia el reflector en este punto a través de la cara irradiada 9 y es reflejada en la superficie reflectante 8 del mismo es emitida de nuevo desde el reflector de manera perpendicular a la cara de emisión 10, independientemente del ángulo en el que entró en el reflector 7 en el punto focal F. Esta trayectoria de rayo se muestra a modo de ejemplo mediante las flechas 12 y 13. La cara de emisión 10 se extiende desde un borde inferior 14 del reflector 7 hacia un borde imaginario 15 en el que se encuentra con la cara irradiada 9 de manera perpendicular.

15 El reflector 7 tiene una longitud 1 y una altura h , donde 1 corresponde al tamaño de la cara de entrada 9 y h corresponde al tamaño de la cara de emisión 10. La distancia del punto focal F desde el primer borde 11 está designada como f , y la distancia entre el punto focal F y el borde 15 es, por consiguiente, $1-f$.

20 El colimador 1 está dispuesto con su abertura de colimador 5 entre el punto focal F y el primer borde 11. En un caso extremo, una dimensión interna de la abertura de colimador 5 podría adoptar la longitud de la distancia f . Para un colimador dado, la siguiente ecuación se aplica para el diseño del reflector:

$$(2) \quad f \geq 2 \times r_2$$

25 Según esta ecuación, el reflector 7 puede dimensionarse de modo que, por un lado, toda la luz emitida desde la abertura de colimador 5 es capturada y desviada y, por otro lado, el reflector 7 no adquiere un tamaño innecesariamente grande. Dependiendo del ángulo de emisión θ del colimador 1, se obtienen por tanto las siguientes asociaciones: la longitud 1 del reflector 7 se determina mediante un rayo de luz que entra en el reflector 7 en el borde más externo de la abertura de colimador 5 y en el punto focal F. No es necesario que la longitud 1 sea mayor ya que, como resultado, el reflector 7 no captura más luz. Por otro lado, no puede ser más pequeña ya que esto provocaría pérdidas en cuanto a la radiación emitida. Con la longitud 1 y la distancia f entre el punto focal F y el primer borde 11, la altura del reflector 7 pasa a ser:

$$(3) \quad h = 2 \times \sqrt{1 \times f}$$

35 Según las reglas de la trigonometría, lo siguiente se obtiene por tanto para el ángulo θ :

$$(4) \quad \tan \theta = \frac{1-f}{2 \times \sqrt{1 \times f}}$$

Esto da lugar a lo siguiente:

$$40 \quad (5) \quad 1 = 2 \times f \times (1 + 2 \times \tan^2 \theta) + 2 \times f \times \tan \theta \times \sqrt{1 + \tan^2 \theta}$$

Esta ecuación puede usarse para determinar la geometría del reflector 7 en función del ángulo θ .

45 La Fig. 4 muestra un gráfico en el que los valores de r_2 , 1, f y h vienen dados en función del ángulo θ . La base supuesta es un valor fijo para r_1 de 0,5 mm. El valor de r_1 se selecciona de modo que el colimador 1 puede colocarse en un elemento LED 3 con un diámetro de 1 mm, ignorando cualquier tolerancia. El gráfico muestra que hay un ángulo θ para el que la altura h del reflector 7 asume un valor mínimo. Si las dimensiones de h y 1 no están sujetas a ninguna otra restricción, un valor óptimo se obtiene consecuentemente para el ángulo θ en el que el reflector 7 tiene las dimensiones más pequeñas posibles.

50 La Fig. 3 muestra además la formación de una zona de corte nítida en la cara de emisión 10. Solo esa radiación que se acopla hacia el plano irradiado 9 de manera precisa en el punto focal F, tal como el rayo 12, por ejemplo, sale del reflector 7 en una dirección de emisión horizontal, tal como el rayo 13, por ejemplo. Cualquier radiación que es irradiada en el punto focal F es desviada hacia esta dirección de emisión en el reflector 7. Por el contrario, la radiación que pasa hacia el reflector 7 entre el punto focal F y el primer borde 11 tiene una dirección, cuando sale del reflector 7, que está inclinada hacia abajo en un ángulo con respecto a la dirección de la flecha 13. No se emite ninguna luz por encima de la dirección de emisión horizontal de la flecha 13, puesto que no se introduce ninguna luz delante del punto focal F. Por tanto, el rayo 13 marca la zona de corte del reflector 7. Además, puesto que la máxima intensidad de luz, por ejemplo del faro de un vehículo, va a conseguirse en la zona de corte, debe garantizarse por

tanto que se introduzca tanta luz como sea posible en o cerca del punto focal F. Esto puede conseguirse de manera ventajosa ya que, en lugar de la unidad simétrica que consiste en el colimador 1 y el elemento LED 3 mostrada en las Fig. 1 y 2, se usa una unidad asimétrica cuyo gradiente de intensidad de luz tiene un máximo en el punto focal F (comparar con las Fig. 5 y 6).

La Fig. 3 muestra una sección a través de un dispositivo de iluminación de LED según la invención que comprende un solo LED 3, un colimador 1 y un reflector 7. Evidentemente, una pluralidad de tales unidades pueden disponerse de manera adyacente entre sí, es decir, de manera perpendicular al plano del dibujo de la Fig. 3. Existe una disposición ventajosa de una pluralidad de unidades que consisten en colimadores y elementos LED que irradian conjuntamente hacia un reflector 7.

Una disposición de este tipo es particularmente adecuada para disponerse en un reflector semiparabólico curvado de manera bidimensional 7, como se muestra en las Fig. 5 y 6. Con el fin de ilustrar la cooperación del reflector semiparabólico 7 con un elemento colimador asimétrico de LED 17, solo se muestra un elemento colimador de LED 17 en el reflector 7 para una mayor claridad. Con la excepción de la elección de un elemento colimador asimétrico de LED 17, la vista en perspectiva de la Fig. 5 corresponde a la vista en sección de la Fig. 2. Por lo tanto, partes idénticas llevan los mismos números de referencia.

La disposición mutua entre el elemento colimador asimétrico de LED 17 y el reflector mostrados en la Fig. 5 tiene el efecto de que toda la luz procedente del elemento colimador de LED 17 y desviada por el reflector 7 se emite por debajo de un plano de corte 18 que se extiende paralelo a la dirección de emisión del reflector 7. Puesto que la luz es introducida exclusivamente entre la línea focal F y el borde trasero 11 del reflector 7, no se emite ninguna radiación por encima del plano de corte 18. Por tanto se forma una zona de corte nítida en una cara de imagen deseada 19, que se selecciona, por ejemplo, para que sea perpendicular a la dirección de emisión, en la intersección entre dicha cara de imagen y el plano de corte 18. Además, el gradiente de iluminación descrito anteriormente que existe en la cara de emisión 10 del elemento colimador de LED 17 se transmite asimismo hacia la cara de imagen 19, de modo que hay una intensidad de iluminación decreciente en la dirección de la flecha a.

La Fig. 6 muestra un detalle de la Fig. 5. El elemento colimador asimétrico de LED 17 está dispuesto con su cara de emisión 10 en un plano irradiado 9 del reflector semiparabólico 7 de modo que se extiende desde una línea focal F en la dirección hacia un borde trasero 11 del reflector semiparabólico 7. El elemento colimador de LED 17 está orientado además de modo que su borde delantero 20, en el que la radiación de luz es máxima, coincide con la línea focal F.

La Fig. 7 muestra un ejemplo de una realización que comprende una disposición de una pluralidad de colimadores. Por consiguiente, cinco unidades que consisten en elementos LED 3 y colimadores 1 que están dispuestos de manera adyacente entre sí irradian conjuntamente hacia un reflector semiparabólico curvado de manera bidimensional 7. Con el fin de optimizar el uso de la cara irradiada del reflector 7, los colimadores 1 en cada caso tienen una abertura de colimador cuadrada 5, de modo que pueden estar dispuestos de manera adyacente entre sí ahorrando espacio. Sin embargo, en principio, otros colimadores, por ejemplo colimadores redondos, también pueden disponerse de manera adyacente entre sí de este modo.

Las Fig. 8a y 8b muestran la diferencia entre una abertura de colimador redonda y una abertura de colimador cuadrada. Muestran imágenes de iluminación producidas en cada caso por un elemento colimador de LED usando ambas formas de diseño de la abertura de colimador. Una abertura de colimador redonda se usó en el diagrama de la Fig. 8a, mientras que una abertura de colimador cuadrada se usó para la imagen de iluminación de la Fig. 8b. Cuando se usa una abertura de colimador cuadrada se forma una zona de corte precisa incluso en el caso de un solo elemento colimador de LED, como se muestra en la Fig. 8b. Por otro lado, en la Fig. 8a, solo puede observarse el inicio de una zona de corte.

Finalmente, debe señalarse de nuevo que los sistemas y procedimientos mostrados en las figuras y en la descripción son simplemente ejemplos de realizaciones que pueden ser modificados en gran medida por los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la invención.

Además, para una mayor claridad, debe indicarse que el uso del artículo indefinido "un" o "una" no impide la posibilidad de que las características pertinentes estén presentes más de una vez.

REIVINDICACIONES

1.- Un dispositivo de iluminación de LED

- 5 - que comprende un elemento LED (3),
- que comprende un colimador (1) que emite la luz emitida por el elemento LED (3) a través de una abertura de colimador (5) de manera colimada,
- 10 - que comprende un reflector (7) que tiene una superficie reflectante cóncava semiparabólica (8), una cara irradiada (9), un punto focal (F) en la cara irradiada (9) y una cara de emisión (10) desde la cual se emite luz en una dirección de emisión del reflector (7) durante el funcionamiento y que forma un ángulo con la cara irradiada (9),

15 en el que el colimador (1) está diseñado y/o dispuesto de modo que la luz colimada procedente del colimador (1), según se observa en la dirección de emisión, es irradiada hacia la cara irradiada (9) ya sea completamente delante de o completamente detrás del punto focal (F), caracterizado porque la unidad que consiste en el elemento LED (3) y el colimador (1) está diseñada de manera asimétrica para producir un gradiente en cuanto a la distribución de brillo.

20 2.- Un dispositivo de iluminación de LED según la reivindicación 1, caracterizado porque el reflector (7) está curvado de manera bidimensional y tiene una línea focal (F) en la cara irradiada (9), y la luz es irradiada hacia la cara irradiada (9) ya sea completamente delante de o completamente detrás de la línea focal (F).

25 3.- Un dispositivo de iluminación de LED según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la abertura de colimador (5) está dispuesta en el plano irradiado (9) entre el punto focal (F) o la línea focal y un borde (11) de la cara irradiada (9).

 4.- Un dispositivo de iluminación de LED según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la abertura de colimador (5) es redonda.

30 5.- Un dispositivo de iluminación de LED según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la abertura de colimador (5) es rectangular, en particular cuadrada.

35 6.- Un dispositivo de iluminación de LED según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque una pluralidad de elementos LED están dispuestos de manera adyacente entre sí e irradian conjuntamente hacia el reflector (7).

 7.- Un dispositivo de iluminación de LED según la reivindicación 6, caracterizado por una pluralidad de colimadores, cada uno de los cuales tiene asignado un elemento LED o un grupo de elementos LED.

40 8.- Un sistema de faro, en particular para vehículos motorizados, que comprende un dispositivo de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

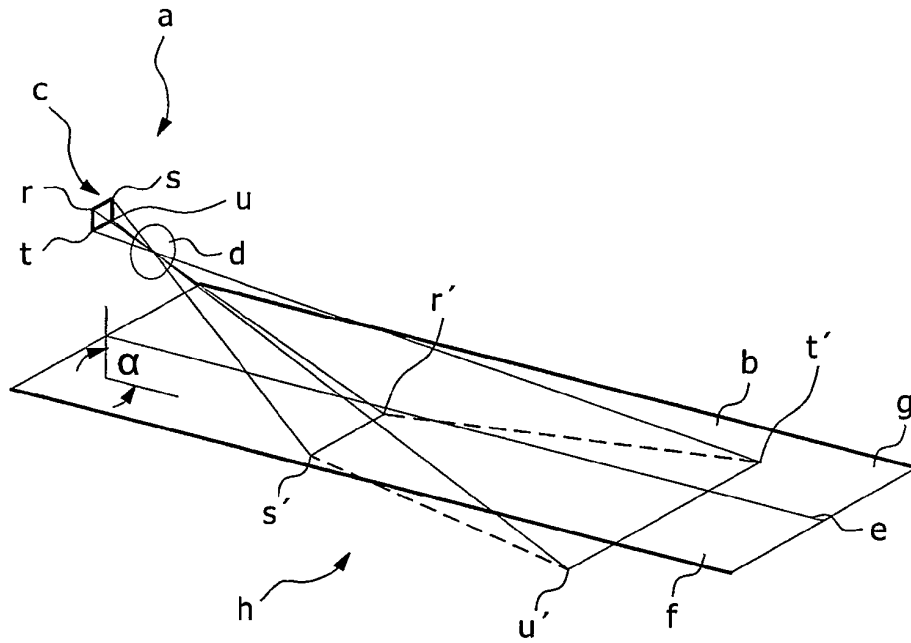


FIG. 1

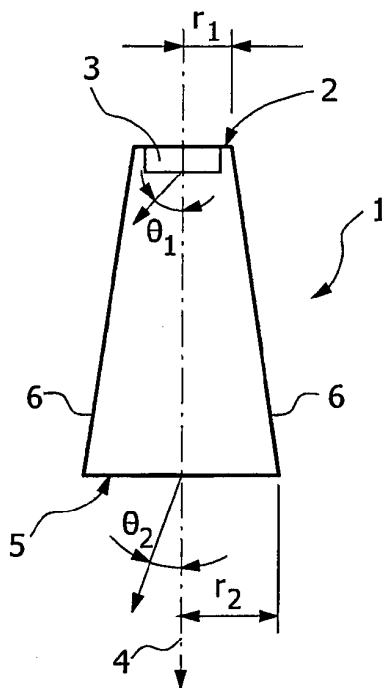


FIG. 2

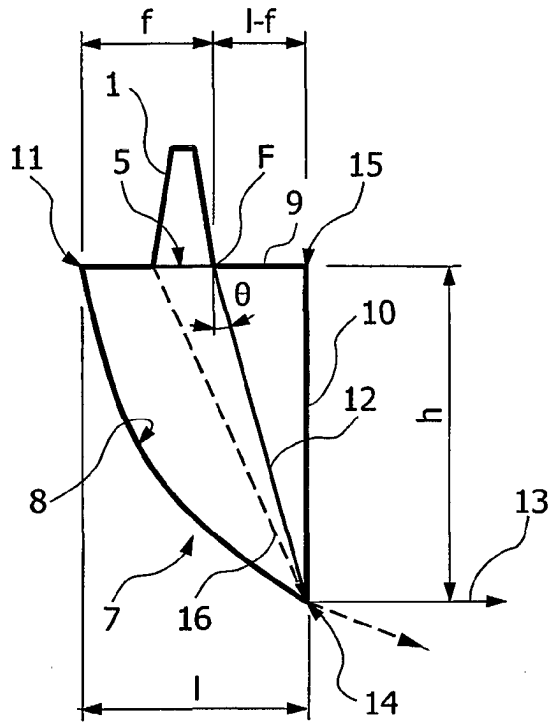


FIG. 3

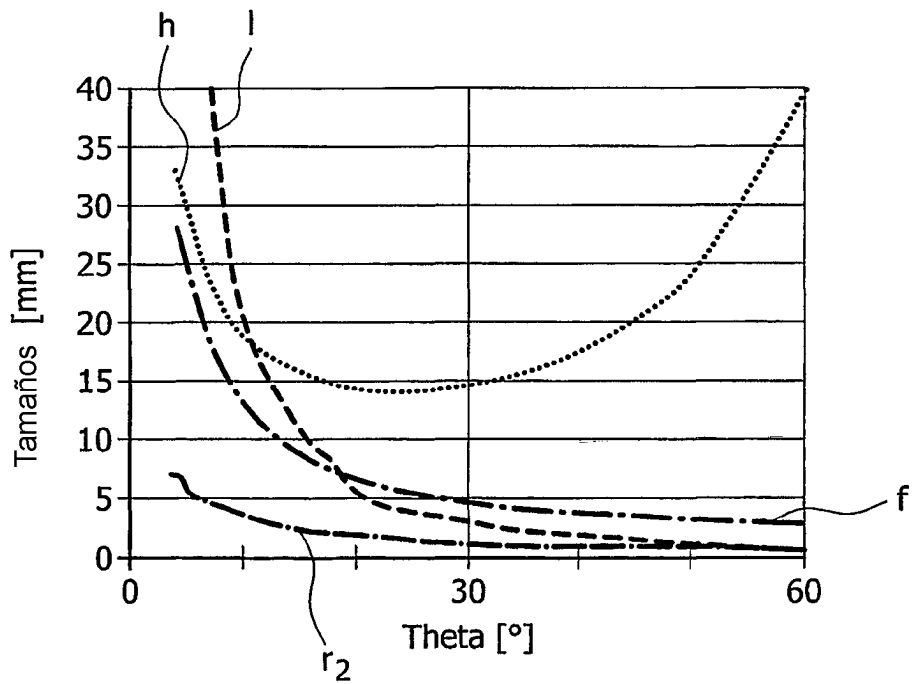
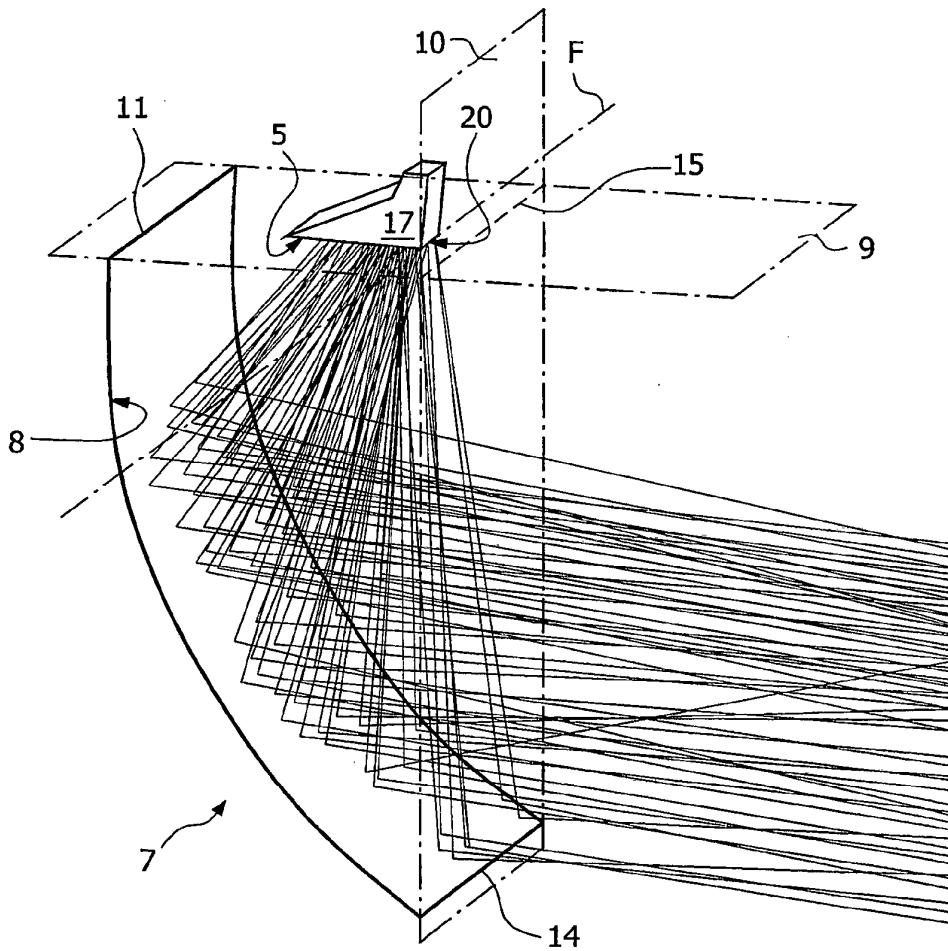
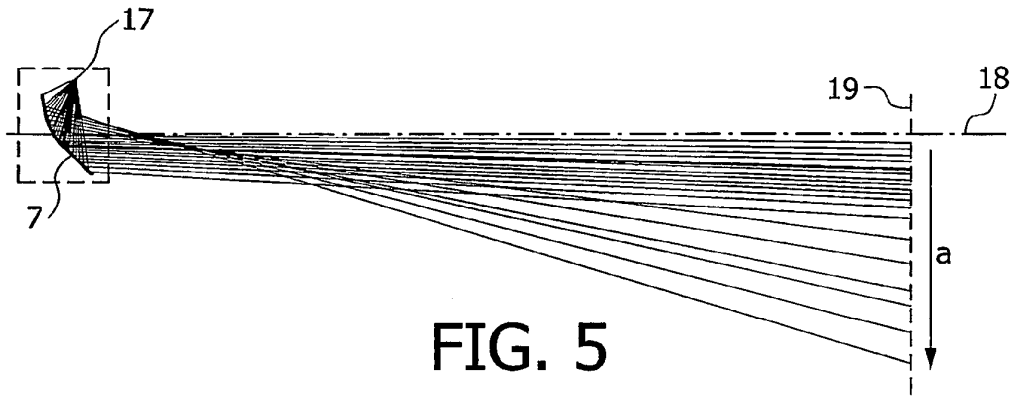


FIG. 4



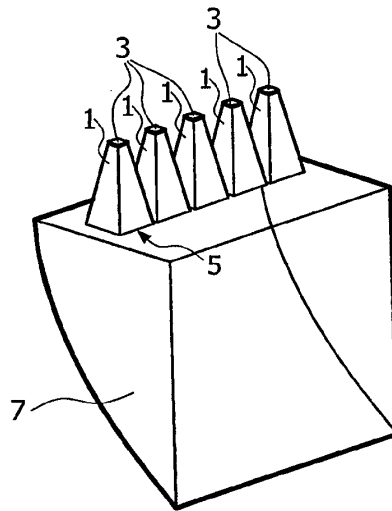


FIG. 7



FIG. 8a

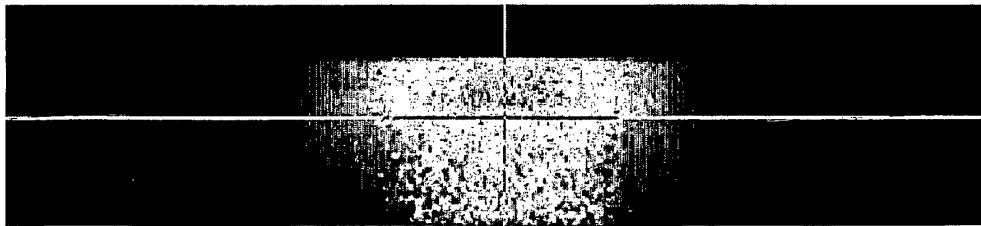


FIG. 8b