

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 079**

51 Int. Cl.:

G02B 19/00 (2006.01)

F21V 5/04 (2006.01)

G08G 1/095 (2006.01)

G02B 27/09 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.03.2022** **PCT/AT2022/060059**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2022** **WO22183230**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2022** **E 22708729 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024** **EP 4278225**

54 Título: **Elemento de señal óptico anti deslumbramiento**

30 Prioridad:

03.03.2021 AT 501512021

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.11.2024

73 Titular/es:

**DR. TECHN. JOSEF ZELISKO FABRIK FÜR
ELEKTROTECHNIK U. MASCHINENBAU
GESELLSCHAFT M.B.H. (100.0%)
Beethovengasse 43-45
2340 Mödling, AT**

72 Inventor/es:

**OTTO, ALEXANDER y
SCHLAGER, PETER**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 988 079 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 de señal óptico anti deslumbramiento

La invención se refiere a luces de señalización según el preámbulo de la reivindicación 1.

Las luces de señalización deben proporcionar información clara sobre su estado, es decir, una determinación clara de si están encendidas o apagadas y de qué color de luz emiten, para evitar dudas sobre el control del tráfico previsto. Para ello, sus propiedades y dispositivos de conmutación están sujetos a numerosas normas y requisitos de seguridad. Estos se refieren a su luminosidad y visibilidad según la aplicación, pero también a su vigilancia funcional, así como a la vigilancia interna funcional de los aparatos de control en cuanto a la aparición de constelaciones de señales incorrectas o contrapuestas. Si bien la funcionalidad técnica y el diseño de controles de este tipo se han implementado desde hace tiempo con total satisfacción, a menudo se presta menos atención a la capacidad de reconocer las señales de los usuarios de la vía, que es esencial para la seguridad. El sol juega en este caso un papel esencial, ya que su luminosidad significativamente mayor en comparación con la luz de señalización provoca importantes perjuicios en la visibilidad de diferentes maneras. Existe un gran número de propuestas de diseño para todo tipo de mejoras en la iluminación, que la mayoría de las veces conllevan un encarecimiento de las señales y, por lo tanto, solo pasan a emplearse parcialmente como opción en casos de deterioro especial. Entre ellos se incluyen parasoles extralargos, rejillas de lamas, panales o colores de lentes.

Desde que se utilizaron LEDs como fuente de luz en las señales, los sistemas ópticos tuvieron que someterse a una revisión. En particular, las señales de tráfico pasaron de ser sistemas de reflectores a sistemas de lentes convergentes, que se adaptan a la emisión de luz de los LEDs disponibles comercialmente y mejoran la visibilidad. Si bien el LED como componente electrónico requiere, permite y sugiere el desarrollo de fuentes de alimentación electrónicas, sistemas de suministro de ahorro de energía, monitorización de funciones y opciones de comunicación, se omitieron modificaciones ópticas adicionales para mantener la intercambiabilidad y la compatibilidad con diseños anteriores y apariencia anteriores. Sin embargo, en el caso de las señales ferroviarias, la introducción de LEDs como fuente de luz provocó un claro deterioro de las propiedades anteriores en algunos aspectos.

El funcionamiento electrónico de estas señales con el nivel de seguridad más alto SIL-4 representa un esfuerzo considerable. Un desafío particular en relación con el requisito SIL-4 es el uso de dispositivos de seguridad anteriores al cambiar de señales de lámparas incandescentes a LEDs. El desarrollo ulterior de los LEDs permite mientras tanto realizaciones como fuente de luz central. En este caso, se utilizan pocos LEDs habituales en el mercado en una disposición densa, por lo que nuevamente es posible la imitación del filamento incandescente anterior y el uso de sistemas ópticos conocidos, ya que solo las fuentes de luz centrales ofrecen la posibilidad de mantener visualmente irreconocibles los distintos LEDs defectuosos y notificar como una perturbación y continuar funcionando sin cambios.

A excepción del color de la luz, las señales ferroviarias no están sujetas a normas de iluminación especiales. Se desarrollaron basándose en principios físicos, su brillo y distribución de la luz se especifican individualmente en casi todos los países según las tradiciones existentes y, a menudo, no son seleccionadas por las administraciones ferroviarias, sino por los proveedores de infraestructuras, de modo que apenas existe documentación sobre ellos. En este caso, el reconocimiento correcto de la señal es esencial, especialmente en el sector ferroviario, porque, a diferencia del tráfico por carretera, a menudo no hay redundancia debido a señales adicionales en otras posiciones. Por tanto, una sola interpretación errónea por parte del maquinista puede tener consecuencias devastadoras. Por este motivo, desde hace mucho tiempo se comprende mejor la visibilidad de las señales ferroviarias en todas las condiciones meteorológicas y locales. Un alto brillo, una estrecha concentración de luz y una alineación precisa de la señal son importantes para la detección a largas distancias. Además, en el caso de detenerse delante de una señal, es importante poder reconocer la señal desde un lado o desde abajo, lo que requiere una cierta distribución de la luz en el campo cercano.

Además de la reconocibilidad general de las señales, es importante tener en cuenta el sol, ya que representa el mayor factor que perturba la reconocibilidad clara de la posición de la señal. Las pantallas de contraste, también conocidas como letreros de señales, ayudan a combatir el deslumbramiento causado por el sol que se encuentra directamente detrás de una señal. Hacen que la señal destaque mejor contra la luminosidad ambiental y solo permiten una vista directa del sol al lado del letrero de señal a cierta distancia de la señal. Una visera solar ajustable al alcance del maquinista ayuda a combatir esta perturbación. Para bloquear el sol de las luces de señalización, la mayoría de las veces se instalan parasoles extralargos alrededor de las luces de señalización. Sin embargo, esto no puede impedir que el sol incida casi axialmente en la señal. Sin embargo, si el sol incide directamente sobre la luz de señal, se puede producir la llamada luz fantasma. Esta luz fantasma puede dificultar o incluso imposibilitar que el maquinista vea las señales, a pesar de tener la mejor vista de la luz de señales y del sol detrás de él, lo que, en consecuencia, resulta problemático.

Se pueden distinguir tres tipos de luz fantasma:

1. Luz fantasma real
2. Luz fantasma difusa
3. Luz fantasma reflejada

La luz fantasma real se crea cuando la luz solar incide en la señal, pasa a través de los componentes ópticos hasta la fuente de luz y es reflejada por la propia fuente de luz (filamento incandescente o superficie LED). Dado que esta luz recorre exactamente el mismo camino a través del sistema óptico que la luz generada por la propia fuente de luz, no se puede distinguir ni separar fácilmente de la luz de señal.

- 5 La luz fantasma dispersa se crea mediante la suma de todos los rayos de luz que acceden a la señal, al igual que el brillo ambiental. Estos se dispersan, reflejan o absorben solo parcialmente sobre todas las superficies y materiales existentes, especialmente por defectos de pulido o inclusiones de material, y producen un nivel de luz general difuso en la señal y en todas sus lentes. En este caso, una cierta proporción incide sobre la fuente de luz y, por lo tanto, también contribuye a la luz fantasma real. Por eso, desde hace mucho tiempo, todas las superficies internas de la luz de señalización, que no tienen funciones de dirección de la luz, se pintan en negro mate y, en ocasiones, se dotan adicionalmente de estructuras absorbentes para absorber lo antes posible todos los rayos de luz entrantes. y mantener el nivel de luz interna lo más bajo posible.

- 15 La luz fantasma reflejada se genera según las fórmulas de Snell en todas las superficies ópticas de la óptica de señales alcanzables por el sol. Depende del ángulo de impacto y del índice de refracción de las lentes. Esta luz reflejada se modifica y desvía por refracción, transmisión y absorción, radiando una cierta proporción en dirección al observador. Esto sucede directamente por reflexión en la superficie de salida de la luz o indirectamente por reflexión en las superficies internas de las lentes de la luz de señal. Los reflejos constituyen una proporción significativa de la luz fantasma total. Ocurren en una gran superficie e incluso con una intensidad solar casi total y, por lo tanto, requieren una consideración adecuada. La luz solar reflejada se superpone con la luz de señal, lo que puede causar que el color de la señal aparezca distorsionado y descolorido. Esto, a su vez, puede dar lugar a interpretaciones erróneas de la señal. Una visera puede evitar que se forme el reflejo durante el día, pero falla cuando el sol está bajo. Por lo tanto, reducir o incluso evitar los reflejos representa una importante ventaja en materia de seguridad.

- 25 En el caso de una luz reflejada desde una superficie óptica, los rayos de luz incidentes se denominan parentales o de primera generación, y las porciones reflejadas se denominan hijos o de segunda generación. Cuando estos vuelven a incidir contra una superficie óptica, se producen de nuevo reflejos que se denominan nietos o de tercera generación, etc. La calidad de la eliminación de reflejos aumenta si es posible mantener alejados del área de observación no solo los rayos luminosos de la segunda generación, sino también, si es posible, partes de otras generaciones. Además, en casi todas las lentes existen inevitablemente superficies de conexión entre las superficies ópticamente efectivas, que también deberían tenerse en cuenta en las simulaciones de reflejos para optimizar su orientación.

- 30 Una solución conocida es aumentar la curvatura de los parabrisas y de las lunas delanteras para irradiar los inevitables reflejos sobre una gran superficie y así reducirlos a un nivel inferior. La desventaja de esta solución es que el sol permanece visible como un reflejo brillante y molesto en la señal.

- 35 Otra solución conocida es inclinar el parabrisas de una luz de señalización unos pocos grados hacia abajo para desviar el reflejo del sol hacia abajo y que no sea visible desde lejos. La desventaja de esta solución es que el reflejo puede parecer incluso más intenso de cerca.

- También es conocido inclinar el parabrisas hacia arriba y, junto con una visera muy larga, suprimir los reflejos del sol, ya sea protegiendo completamente el sol de la señal a través de la visera o dirigiendo los reflejos hacia arriba en el parasol cuando el sol está bajo. Lo desventajoso de ello es que una construcción de este tipo es especialmente propensa al ensuciamiento, no es fácil de mantener y la señalización es prácticamente imposible de ver desde abajo.

- 40 Asimismo, la luz fantasma se reduce evitando reflectores dentro de la señal. La luz emitida por la fuente de luz interna de señal se agrupa mediante las llamadas lentes de condensador, utilizándose solo la parte de la luz que irradia hacia adelante. Esto se adapta especialmente a las propiedades de una fuente de luz LED moderna. En el caso de la luz incandescente, la luz emitida desde atrás no se utilizaba para mantener baja la luz fantasma. El reflector esférico detrás del filamento incandescente, por ejemplo habitual en el caso de los proyectores, también captaría la luz solar penetrante y la irradiaría como una luz fantasma muy intensa, ya que los espejos reflectores reflejan más del 90 % de la luz incidente, mientras que las superficies de las lentes solo reflejan alrededor del 5 % de la misma. que, dependiendo del material y del ángulo, reflejan la luz incidente.

- 50 Para evitar una verdadera luz fantasma, se debe evitar en la medida de lo posible una trayectoria de luz coincidente de luz LED y luz solar en el sistema. Por lo tanto, la luz LED no debe salir bajo un ángulo ascendente, ya que es allí donde puede estar el sol. Si el sol está sobre el horizonte, la luz solar que penetra siempre incide por debajo de la fuente de luz, siempre que exista un alto nivel de precisión en el diseño y la fabricación de las lentes, y debe ser desviada o absorbida allí. Como forma constructiva de lentes de condensador se conocen los colimadores macizos de vidrio así como modelos Fresnel de vidrio y plástico. Las lentes Fresnel se diferencian de las lentes de condensador en que ahorran material y peso y, por consiguiente, costes. El efecto de focalización de la luz no se consigue mediante una única superficie fuertemente curvada, sino dividiéndola en anillos individuales dispuestos concéntricamente con el poder refringente necesario para su diámetro respectivo. En ambos casos, la geometría de las lentes del condensador es rotacionalmente simétrica con respecto al eje óptico de la fuente de luz o bien de su salida de luz. En el caso de las señales ferroviarias incandescentes se disponen a menudo dos lentes de Fresnel una detrás de la otra para poder captar un poco más de luz útil.

En la práctica, desde lejos todos los reflejos aparecen mezclados con la luz de señal; el ojo no puede resolver las fuertes diferencias de color y brillo. Solo se reconoce un punto de luz mal coloreado, que primero debe analizarse mentalmente en cuanto a su significado junto con otros puntos de luz. Para evitar todos los reflejos molestos, primero se debe determinar y definir con mayor precisión el área de observación de las luces de señalización. Esta es a menudo considerablemente mayor de lo que sugeriría la vista axial directa. Especialmente si un observador depende cada vez más de mirar de reojo durante la aproximación y de observar y reconocer la luz de señal desde abajo desde una distancia corta. La luz de señalización solo se puede reconocer como encendida si emite suficiente luz hacia el observador. El área de observación depende del ámbito de aplicación, de la geometría de la situación y del comportamiento de uso y se especifica en los respectivos requisitos o normas o se puede calcular a partir de ellos, al igual que la evolución de la intensidad luminosa a partir de la distancia posible supuesta del observador en la dirección de visión respectiva. En este caso, es muy posible que sea necesario ampliar un rango mínimo determinado por consideraciones prácticas y cualitativas. Todas estas posiciones de observación y las intensidades de luz necesarias para ellas dan como resultado una determinada distribución luminosa estándar para la señal, que al menos debe alcanzarse. También existen recargos porcentuales por contaminación, envejecimiento y mal tiempo.

Como ejemplo del estado de la técnica se considera el documento EP 3 051 517 A1. Muestra una señal luminosa para su uso en un semáforo (véase [0005]). Este semáforo utiliza paneles de lentes curvos para difundir la luz solar reflejada. Sin embargo, esto permanece en gran parte en el área de observación con un brillo reducido y aparece al observador como un punto brillante e iluminación parcial de la estructura de Fresnel y de dispersión. Con ello no se resuelve el problema satisfactoriamente.

Otros ejemplos del posible estado de la técnica más cercano son las publicaciones impresas EP 1 107 210 y WO2018/004534. Dan a conocer el término genérico según la reivindicación 1.

El documento US 4,962,450 A muestra una luz de señal con una lente de Fresnel inclinada. La luz ambiental se dirige directamente a una zona de absorción o se refleja en espejos hasta que incide en la zona de absorción o abandona de nuevo la señal. En este caso, un reflector de un faro o de una lámpara está diseñado de tal manera que las zonas absorbentes y reflectantes del reflector están dispuestas de tal manera que se evita la retroiluminación, haciendo un reflector esté azogado en sectores o también reflejado parcialmente usando reflexión total. Esto supone un problema, ya que los reflejos a través de reflectores son difíciles de controlar. Aunque el D4 pretende reducir la luz fantasma, esto solo puede ser así en una zona muy limitada. Además, este concepto no tiene sentido en una fuente de luz LED, ya que, por un lado, los rayos de la luz ambiental inciden directamente en la lente del LED y, por otro lado, los 4 rayos discurren hacia atrás, hacia el reflector. Por lo tanto, este concepto solo es aplicable a bombillas que irradian en todas direcciones.

El documento US 2002/089419 A1 muestra una luz de señal para el tráfico por carretera. Sin embargo, para reducir la luz fantasma, se confía únicamente en las propiedades reflectantes de la cubierta exterior, que está en ángulo para dirigir la luz reflejada al suelo. No obstante, esta propiedad puede incluso aumentar el efecto fantasma si el ángulo del haz es apropiado.

El documento DE 10 2016 124 265 A1 muestra una luz de señalización LED con una enorme lente convergente con prisma integrado y estructura de dispersión en el lado de salida. La luz se agrupa previamente y se mezcla en un componente similar a una guía de luz y luego se conduce oblicuamente dentro de la señal y se dirige horizontalmente a través del prisma integrado. Además, se utiliza un disco de sujeción que refleja la luz incidente de arriba de nuevo hacia arriba y la dirige así fuera de la zona de observación. En el caso de esta realización solo se puede conseguir una reducción de la luz fantasma en combinación con otras medidas conocidas tales como viseras. Una inclinación ascendente puede reflejar el sol más alto en dirección axial y siempre requiere una visera larga adaptada. Una ligera inclinación hacia abajo puede dirigir la vista de un observador que mira la señal desde abajo en diagonal, casi horizontalmente, directamente hacia el sol situado abajo, lo que no se puede evitar con viseras. Por tanto, esta solución tampoco es satisfactoria.

El documento US 4,152,756 A muestra un semáforo de paso a nivel que recuerda visualmente a una señal ferroviaria, pero que ópticamente no está relacionado con ella. Los semáforos de pasos a nivel requieren mucha más luz que las señales ferroviarias porque tienen que irradiar mucho más ampliamente. Con la misma fuente de luz incandescente, esto requiere un reflector dentro de la bombilla para poder utilizar la mayor cantidad de luz posible. Las señales ferroviarias no tienen reflector, sino lentes de Fresnel o colimadores en dirección paralela. La razón de esto es que los reflectores reflejarían casi toda la luz que incide en la señal y la rebotarían como luz fantasma, lo que podría crear puntos de luz molestos. Por el contrario, las lentes de Fresnel o los colimadores dejan pasar una gran proporción de luz incidente. Luego cae sobre las paredes interiores ennegrecidas de la carcasa y allí es absorbida.

Por lo tanto, ninguna de las solicitudes citadas cumple satisfactoriamente el objetivo de reducir la luz fantasma en las señales ferroviarias. Es objetivo y misión de esta invención proporcionar una óptica de señalización que, cuando el parabrisas está iluminado en cualquier momento por el sol, incluso cuando el sol está en una posición baja, genera pocos o ningún reflejo de la luz solar en toda la zona de observación, lo que podría perjudicar la visibilidad y, con ello, también la apariencia de una luz fantasma reducida.

Según la invención, estos objetivos se consiguen mediante una óptica de señalización que presenta las características indicadas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1, porque una óptica de salida está distorsionada geométricamente en torno a un ángulo de inclinación vertical y contiene al menos una lente convergente con un punto focal en el que está dispuesta la fuente de luz LED directamente delante de la lente LED. La lente LED genera en este caso una curva de intensidad y distribución de la luz que ilumina toda la óptica de salida de manera uniforme y brillante.

La invención se explica a continuación con más detalle con ayuda de los dibujos.

La Fig. 1 muestra una señal ferroviaria LED con óptica de salida de una sola pieza según el estado de la técnica en una sección longitudinal vertical,

la Fig. 2 muestra una señal de carretera con óptica de salida de dos piezas según el estado de la técnica en una sección longitudinal vertical,

la Fig. 3 muestra una luz de señalización según la invención en una sección longitudinal vertical,

la Fig. 4a muestra un área de observación típica para señales ferroviarias de enfoque estrecho,

la Fig. 4b muestra un área de observación típica para señales de carretera de haz ancho,

la Fig. 5 muestra el principio de funcionamiento de la óptica de la Fig. 3, mostrándose una lente de condensador equivalente en lugar de la lente de Fresnel,

la Fig. 6a muestra la estructura de lente convergente de una lente convergente plana de la óptica de la Fig. 3,

la Fig. 6b muestra una lente de dispersión de la óptica de la Fig. 3 compuesta por elementos similares,

la Fig. 7 muestra una variante de realización de la luz de señalización según la invención en una sección longitudinal vertical,

la Fig. 8 muestra una variante de realización de una lente LED adecuada para su uso en la señal según la invención en cortes en planta, superior y lateral,

la Fig. 9 muestra otra variante de realización de una lente LED adecuada para su uso en la señal según la invención en un corte lateral,

la Fig. 10 muestra otra variante de realización de una lente LED adecuada para su uso en la señal según la invención en un corte lateral,

la Fig. 11 muestra una variante de realización de una lente LED para un solo LED en planta y en alzado

y la Fig. 12 muestra una combinación de dos lentes LED según la Fig. 11 en vistas en planta, superior y lateral.

La Fig. 1 muestra una señal ferroviaria de LED según el estado de la técnica en una sección longitudinal vertical, que contiene una carcasa 1, una fuente de luz LED 2, una superficie de soporte 4 distribuidora de calor, un disipador de calor 5, una electrónica de control 6, una conexión eléctrica 7, una óptica de salida 10 curvada en forma de lente de dispersión, que se compone de anillos de Fresnel 9c, una superficie de salida 10b, una estructura de dispersión 10c superpuesta y sus superficies de conexión 11, una superficie interior 16 absorbente de luz y una visera solar 17. La fuente de luz LED 2 se encuentra dentro de la carcasa 1 en el punto focal F de la óptica de salida curvada en forma de una lente de dispersión combinada 10, en cuyo interior se encuentran los anillos de Fresnel 9c, que están superpuestos con una estructura de dispersión 10c, y cuyo lado exterior forma la superficie de salida 10b lisa y, por tanto, fácil de limpiar. Los anillos de Fresnel 9c dirigen los rayos de luz 12a que emanan de la fuente de luz LED 2 en paralelo y simultáneamente los dispersan a través de la estructura de dispersión 10c. Los rayos de luz 12c dispersados salen entonces de la señal hacia la zona de observación. Detrás de la fuente de luz LED 2 se encuentra la electrónica de control 6 con la conexión eléctrica 7. Además, en la zona trasera de la carcasa están montadas 1 nervaduras que actúan como disipadores de calor 5. Los rayos de sol incidentes 13 son agrupados hacia el interior mediante los anillos de Fresnel 9c de la lente de dispersión combinada 10. En el ejemplo representado, los rayos de sol 13b forman una mancha focal G situada debajo de la fuente de luz LED 2. Todas las superficies interiores 16 de la carcasa están ennegrecidas y absorben la luz incidente. La superficie de salida 10b de la óptica refleja una parte de la luz solar en una gran superficie. Por lo tanto, un observador ve un brillante reflejo solar en la superficie de salida desde diferentes direcciones de observación. Para evitar lo mejor posible los reflejos solares, la visera solar 17, muy larga, está colocada encima de la señal ferroviaria, pero cuando el sol está bajo solo puede bloquear los rayos de sol que inciden en la zona superior. Sin embargo, con ello todavía se forman reflejos solares 14 en la superficie exterior 10b, que son visibles en toda la zona de observación. Además, en todas las demás superficies de lente de la estructura de dispersión 10c se producen también otros reflejos solares molestos 14a, distribuidos por toda la sección transversal de la señal. Sin embargo, la mayoría de las veces se perciben como menos perturbadores. A menudo se debilitan adicionalmente coloreando la óptica de salida. El principal responsable de este tipo de reflexión solar es la lente de Fresnel, que con sus anillos 9c y sus superficies de conexión 11, genera una gran cantidad de reflejos superficiales 14a, 14b y 14c en todas direcciones, y cuantos más anillos tenga la lente y cuanto mayor sea su poder refractivo. En casos extremos

puede producirse incluso una reflexión total. Asimismo, los defectos de diseño y producción pueden provocar importantes problemas de iluminación si las superficies no se ejecutan con precisión.

La Fig. 2 muestra una señal de carretera de LED de la técnica anterior en una sección longitudinal vertical, que contiene una carcasa 1, una fuente de luz LED 2, una electrónica de control 6, una conexión eléctrica 7, una lente colectora 9, una lente divergente 10 y una visera solar 17. La fuente de luz LED 2 se encuentra en una placa de circuito 2d, con el control electrónico 6 y la conexión de cable 7 dentro de la carcasa 1 en el punto focal F de una lente convergente 9 que presenta una estructura de Fresnel 9c. A través de la lente convergente 9, la luz 12a emitida por la fuente luminosa 2 es dirigida paralelamente. Los rayos de luz 12b paralelos inciden a continuación en la lente de dispersión 10, que presenta una estructura de lente de dispersión 10a, que a continuación irradia luz 12c de la manera deseada. Tanto el comportamiento ante la luz solar como el efecto de la visera solar son análogos al ejemplo de la Fig. 1, pero la distancia focal f es esencialmente más corta. De ello resulta una concentración de luz ligeramente menor en comparación con la Fig. 1 y una radiación de luz más amplia, tal como se requiere en el tráfico rodado. La óptica de salida está construida como un sistema modular de dos piezas para lograr diferentes distribuciones de luz o colores de la luz emergente 12c reemplazando la lente de dispersión 10. Sin embargo, los anillos exteriores de la estructura de Fresnel 9c provocan con ello una luz fantasma refleja esencialmente más intensa que en las realizaciones de una sola pieza. Además, también aquí, cuando el sol está bajo, solo es posible bloquear los rayos solares de la zona superior. Esto crea además reflejos 14 de la superficie exterior 10b, que son visibles en toda la zona de observación. Como en el ejemplo de la Fig. 1, en todas las demás superficies de lente de la estructura de dispersión 10c se generan otras reflexiones solares perturbadoras 14a, distribuidas por toda la sección transversal de la señal. Sin embargo, también en este caso éstas se perciben como menos molestas y, a menudo, se debilitan coloreando la óptica de salida. También en este caso la principal responsable de las reflexiones es la lente de Fresnel, que con sus anillos 9c y sus superficies de conexión 11 genera una pluralidad de rayos de luz reflejados 14a, 14b y 14c en todas las direcciones, cuantos más anillos presente la lente y mayor sea su poder refractivo. En casos extremos, puede volver a producirse una reflexión total. También en este caso los defectos de diseño y producción pueden crear importantes problemas de iluminación.

La Fig. 3 muestra una luz de señalización según la invención en una sección longitudinal vertical, que contiene una carcasa 1 con una superficie exterior 1a, una fuente de luz LED 2, una lente LED 3, una superficie de soporte de distribución de calor 4, un disipador de calor 5, una electrónica de control 6, una conexión eléctrica 7, conexiones eléctricas 8a y 8b, presentando la lente convergente 9 una superficie de entrada 9a y una estructura de lente convergente 9b, presentando la lente convergente 10 una estructura de lente convergente 10a y una superficie de salida 10b, una calefacción 15 y una superficie interior 16 que absorbe la luz. En la carcasa 1 se encuentra una fuente de luz LED 2 dispuesta en el centro Sobre la placa de circuito impreso 2d, con la lente LED 3 antepuesta sobre la superficie de soporte 4 de distribución de calor, que está conectada al disipador de calor 5 de manera conductora de calor. En un espacio libre se encuentra el control electrónico 6, que está conectado con el sistema de control de señales a través de una conexión eléctrica 7. Conmuta y supervisa la fuente de luz LED 2 a través de la conexión eléctrica 8a. La lente LED 3 dirige los rayos de luz 12a de la fuente de luz LED 2 hacia una óptica de salida A dispuesta a cierta distancia delante de ella que, a diferencia de las configuraciones de señales anteriores según la Fig. 1 y la Fig. 2, está distorsionada geoméricamente bajo un ángulo de inclinación α con respecto a la vertical. Esto no significa, por ejemplo, una simple inclinación de la óptica de salida A en una realización conocida, sino más bien un desplazamiento axial linealmente creciente de cada punto de la superficie de la lente con una distancia vertical creciente desde el eje óptico O, incluyendo una corrección óptica para restablecer el punto focal F en el que se encuentra la fuente de luz LED 2, de lo contrario los rayos de luz que emergen modificarían algo su dirección durante este proceso de distorsión geométrica. La óptica de salida A se compone de la lente convergente 9 en forma de un disco portador T con una superficie de entrada lisa 9a y una estructura de lente convergente 9b en su parte posterior, y de la lente divergente 10 en forma de otro disco portador T con una estructura de lente divergente 10a en el interior y exterior de una superficie de salida lisa 10b para el haz de luz 12c emitido. La superficie de salida 10b delimita al mismo tiempo la carcasa 1 hacia delante extendiéndola mentalmente tangencialmente más allá de su borde, de modo que se crea una superficie exterior común y lisa 1a + 10b. El eje óptico O representa la mayoría de las veces un eje central de la luz de señalización, que es geoméricamente comprensible y se extiende en la dirección de la luminosidad máxima de la luz de señalización, pero que también podría ajustarse de otra manera. Sirve para el alineamiento horizontal y vertical en el sitio y para una medición de referencia definida de la distribución de la luz y la luminosidad. La carcasa 1 presenta en toda su circunferencia extensiones 1b que están configuradas como brida de fijación, como soporte para un ajuste ajustable mediante resortes y tornillos o para otros métodos de fijación conocidos. En la sección frontal puntiaguda de la carcasa 1 puede estar previsto una calefacción 15. Allí calienta la superficie de salida 10b y la pared superior de la carcasa y garantiza que no se deposite nieve ni hielo sobre la superficie de salida 10b, ni se acumule sobre la luz de señalización y oscurezca cualquier otra luz dispuesta encima de ella. La calefacción 15 puede estar configurada, como se representa, como lámina calefactora pegada, pero también como placa de circuito impreso con resistencias, como LEDs infrarrojos o como radiadores, como barra calefactora o de cualquier otra forma conocida por el estado de la técnica. La superficie de salida 10b, lisa e inclinada hacia abajo, dificulta los depósitos y, sin la visera solar habitual, favorece la autolimpieza mediante el acceso sin obstáculos a la lluvia o bien al agua o bien a las salpicaduras generadas por los vórtices de aire de los trenes que pasan. Además de los rayos de luz LED 12a y 12c, también se representan los rayos de sol 13 que inciden en un ángulo solar σ . En cada interfaz óptica surgen rayos de luz reflejados 14, 14a, 14b, 14c, que se dirigen esencialmente hacia abajo mediante la distorsión oblicua de la óptica de salida A. Los haces de luz LED 12a también generan reflejos, pero estos no perturban la visibilidad, incluso la

mejoran, ya que solo aparecen cuando están encendidos y en el color de la señal e igualan la apariencia. Por lo tanto, no se discutirán más y tampoco se representarán. El sol, por el contrario, brilla mucho más y con otro color independientemente del estado de conmutación, por lo que sus reflejos son molestos y deben eliminarse. Un observador de la luz de señalización no deberá verse obstaculizado por los reflejos solares para reconocer su estado de señalización, independientemente de su posición dentro de la zona de observación especificada o determinada.

Por lo general, una luz de señalización debe tener una superficie de salida de luz redonda y uniformemente brillante para evitar interpretaciones erróneas de una apariencia manchada o irregular, por ejemplo también en el caso de fallos de LED. La Norma EN 12368:2015 para semáforos de tráfico especifica una relación de luminancia en la lente de salida superior a 1:10. A este respecto, una lente convergente muy distorsionada presenta un problema para la fuente de luz. Las distancias muy diferentes, especialmente entre las zonas periféricas de la lente del condensador y la fuente de luz, crean una diferencia de luminosidad desproporcionada, que debe compensarse mediante una distorsión correspondientemente fuerte del cono de luz de la fuente de luz. Este cono de luz distorsionado es generado por la lente LED 3 por medio de su superficie de salida de forma libre 3b especialmente realizada, en términos matemáticos, las intensidades de los rayos de luz 12a que emergen de la lente LED 3 son esencialmente proporcionales al producto del cuadrado de la distancia hasta sus puntos de incidencia en el ángulo de inclinación α de la superficie de entrada 9a distorsionada oblicuamente de la óptica de salida A y el recíproco del coseno del ángulo de incidencia de los rayos luminosos precisamente allí. La lente LED también está diseñada en su conjunto para que no produzca luz fantasma molesta alguna. También sirve para captar de forma útil la mayor cantidad de luz posible de la fuente de luz LED. La alta eficiencia en el uso de la luz permite tomar medidas adicionales para reducir la luz fantasma, tal como, por ejemplo, la filtración.

Una óptica de las luces de señalización también debe proporcionar una superficie de salida de luz completamente iluminada desde todas las direcciones de la zona de observación. Esto solo es posible si la luz no solo se distribuye uniformemente sobre esta superficie, sino que luego se transforma en un haz de luz paralelo, que luego se distribuye de nuevo en la zona de observación mediante un gran número de elementos dispersores similares. Cada uno de los elementos de dispersión aparece entonces ante el ojo del observador como al menos un pequeño punto de luz de una determinada intensidad; la suma de todos estos puntos de luz se difumina desde una determinada distancia hasta formar una superficie uniformemente luminosa. En la configuración según la invención no solo es necesario distribuir correctamente los rayos de luz LED, sino que, además, es necesario determinar los reflejos y desviarlos fuera de la zona de observación. Una posibilidad de diseño importante para ello es la elección correcta del ángulo de inclinación α de la óptica de salida. Esto permite dirigir los reflejos solares debajo de la zona de observación.

La Fig. 4a muestra la zona de observación típica B para señales ferroviarias de haz estrecho y la Fig. 4b muestra la zona de observación típica para señales de tráfico por carretera de haz ancho. El eje horizontal H y el eje vertical V presentan una escala de ángulos. Se cruzan en el punto cero, por el que pasa también el eje óptico de la luz de señalización. En la Fig. 3 y la Fig. 7, el eje óptico está marcado con O, en la Fig. 1 y la Fig. 2 se trata del eje de simetría axial de la óptica 10. Los diagramas de isocandelas incorporados muestran zonas de brillo alto y bajo. Una señal ferroviaria presenta típicamente una zona estrecha de mayor brillo alrededor del eje óptico O, que tiene solo unos pocos grados de ancho. Las luces de señalización no se pueden observar por encima del eje horizontal, porque casi siempre están montadas en postes de varios metros de altura, inalcanzables casi sin excepción. Si un conductor se acerca, también debe reconocer la señal desde más abajo y, en el caso de una curva o una luz de señalización colocada en el lateral, cada vez más desde el lateral. A medida que la señal se acerca, se requiere menos brillo de la señal. Si tiene que detenerse delante de la luz de señalización, el estado de conmutación también debe ser visible desde ángulos muy inclinados y laterales, pero debido a la corta distancia se necesita relativamente poca luminosidad. También es ventajoso que los equipos de mantenimiento en el terreno puedan reconocer la señal luminosa desde abajo para realizar controles. La distribución de luminosidad mostrada en los diagramas de isocandelas se puede adaptar a la situación respectiva y debe considerarse solo a modo de ejemplo. Así, por ejemplo, es posible un cono de luz muy estrecho que impida una visibilidad lateral desde las vías vecinas, para, por ejemplo, tener asignaciones claras de las vías en una estación de tren. Además, son deseables radiaciones asimétricas para no molestar a los vecinos o si se desean distribuciones luminosas adecuadas en curvas. En el caso de un semáforo de tráfico que funciona a distancias más cortas, la luminosidad central es la mayoría de las veces significativamente menor, pero la distribución de la luz es mucho más amplia, como se muestra en la Fig. 4b. Las distribuciones luminosas mínimas suelen estar definidas reglamentariamente mediante unos pocos puntos característicos o zonas con una luminosidad mínima o máxima prescrita. Estos se pueden complementar con experiencias o ampliaciones, de modo que en conjunto se define una zona de observación B sensible, en cuya zona angular se pueden evitar en la medida de lo posible los reflejos del sol y que se muestra en los diagramas como la curva más exterior. Fuera de esta zona de observación pueden producirse reflejos siempre que no perturben el entorno.

La Fig. 5 muestra un detalle esencial del principio de funcionamiento en la sección longitudinal vertical de la óptica de salida A según la Fig. 3. Los rayos de luz LED 12a procedentes de la lente LED inciden en la superficie de entrada 9a de la lente convergente 9. Ésta se representa aquí como una lente de condensador maciza. Debido a que la fuente de luz LED se encuentra en su punto focal, agrupa los rayos de luz LED 12a paralelos entre sí, denominados 12b, que luego inciden en la lente de dispersión 10, que presenta en su cara interior una estructura de lente de dispersión 10a y una superficie de salida lisa 10b. La estructura de lente difusora 10a está diseñada normalmente de tal manera que deja pasar una parte de los rayos de luz LED casi sin cambios para generar con ello el haz de luz estrecho paralelo al eje óptico O, y desvía la parte restante de manera selectiva hacia un lado y hacia abajo, resultando las distribuciones

de luminosidad correspondientes a las Figs. 4a y 4b. Si los rayos de sol 13 inciden ahora en esta disposición, se generan rayos de luz reflejados 14, 14a, 14b y 14c en cada superficie de la lente según la ley de Snell, cruzándose también los rayos de luz reflejados generados dentro de las superficies de la lente y finalmente irradiando hacia afuera. Los rayos de luz reflejados 14 de la superficie de salida 10b son fáciles de determinar: van hacia abajo; Los rayos de luz reflejados 14a de la estructura de lente de dispersión 10a también discurren hacia abajo hacia atrás debido al efecto de dirección hacia abajo de la estructura. La estructura de lente convergente 9b de la lente convergente 9, representada aquí como calota para una mejor evaluación de la dirección de los rayos de luz reflejados, genera rayos de luz reflejados 14b, que emergen en ángulo hacia delante en la parte superior, hacia abajo en la zona media y abajo más bien hacia atrás. Los rayos de luz reflejados 14c, que son reflejados por la superficie de entrada 9a de la lente convergente 9, se comportan, por el contrario, de manera opuesta. Como se puede ver en el ejemplo representado, todos los rayos de luz reflejados apuntan hacia abajo. Si el ángulo descendente del haz de luz 14d reflejado menos dirigido hacia abajo se encuentra fuera de la zona de observación según la Fig. 4a o la Fig. 4b, en general no se pueden reconocer reflejos perturbadoras. Los haces de luz reflejados 14a, 14b y 14c generan a su vez igualmente haces de luz reflejados en cascada. Sin embargo, las fórmulas de Snell establecen que en ángulos que no son demasiado planos, solo se refleja un pequeño porcentaje del haz de luz que pasa. Esto también se aplica a todas las demás reflexiones, de modo que apenas se genera luz perturbadora. Por tanto, basta con tener en cuenta la segunda generación de haces de luz aquí representados. Debido a la reflexión total, algunos rayos de luz reflejados recorren una corta distancia en dirección longitudinal dentro de las lentes y solo las abandonan cuando la constelación de la superficie es favorable, desviándose solo ligeramente de la dirección de extensión de la lente y, por ello, no alcanzan la zona de observación. Esta transmisión dentro de las lentes se puede reducir esencialmente coloreando las lentes. En este ejemplo se elige el ángulo de inclinación α de modo que todos los rayos de luz reflejados de la segunda generación 14a, 14b, 14c salgan por debajo de la zona de observación. Para armonizar el ángulo de inclinación α con los rayos de luz reflejados y la zona de observación, se requiere una compleja optimización de simulación de la óptica, en la que no solo hay que adaptar las geometrías de las lentes al ángulo de inclinación α variable, sino también es necesario determinar los rayos de luz reflejados para un gran número de posiciones del sol. La lente convergente 9 está representada aquí como lente planoconvexa. Sin embargo, también es posible diseñarla como lente biconvexa o cóncava-convexa y también montarla girada 180°. A pesar de una agrupación similar, con ello se cambia las características de los rayos de luz reflejados 14b y 14c generados en sus interfaces, de modo que además del ángulo de inclinación α , están disponibles otros parámetros de configuración para evitar o reducir reflejos en la zona de observación. Esto también influye en la distribución de la luminosidad a través de la óptica de salida, lo que requiere una adaptación de la lente LED 3 (Fig. 3). La lente convergente 9 maciza representada solo sirve aquí para hacer más claramente visible el curso de los rayos de luz reflejados. Sin embargo, el empleo de una lente de condensador de este tipo no es relevante desde el punto de vista económico. Está geoméricamente distorsionada debido a su inclinación, por lo que no tiene forma rotacionalmente simétrica y, por lo tanto, no puede realizarse como una lente de Fresnel conocida con anillos concéntricos de sección transversal constante. De forma análoga, esta superficie compleja se puede aproximar inicialmente mediante una pluralidad de elementos simples o facetas, que en el siguiente paso se desplazan a lo largo de la dirección de sus rayos de luz penetrantes hacia la superficie de entrada 9a, de tal manera que resulta un disco portador T con un espesor de pared de base constante (véase la Fig. 7). A través de este escalonamiento individual de los elementos o facetas directamente adyacentes entre sí resultan superficies de conexión que confieren a la estructura de lente convergente un aspecto ensamblado prismáticamente, especialmente en el caso de una disposición de rejilla regular, presentando los elementos de superficie en cada punto la misma inclinación o bien poder refringente como el contorno original de la lente. En este caso, especialmente en el caso de una rejilla fina, cada elemento de superficie se puede sustituir aproximadamente por un plano con el mismo poder refringente medio, para, por ejemplo, simplificar la simulación y la producción. Si un lado de la lente es plano como la superficie de entrada 9a, esto se debe a que la producción y el cálculo son más fáciles, pero no es absolutamente necesario. El poder refringente necesario también se puede obtener mediante el efecto acumulativo de varias de estas estructuras colectoras, pudiendo elegirse libremente una estructura, la otra estructura respectiva debe generar entonces el poder refringente necesario, de forma análoga a una lente convergente biconvexa. Con ello se influye también en los rayos de luz reflejados en su dirección de salida, de modo que además de la elección del ángulo de inclinación α existe otra posibilidad importante de influir en el reflejo.

La Fig. 6a muestra una vista en perspectiva de la estructura de lente convergente 9b de la lente convergente 9 plana de la Fig. 3, se pueden ver las inclinaciones que cambian gradualmente de la estructura de lente convergente. Desde el punto de vista luminotécnico se comporta de forma análoga a la lente de condensador de la Fig. 5, no obstante, entre los elementos de superficie surgen inevitables escalones que aparecen como superficies de conexión 11a, 11b y dan un aspecto prismático. Estos también se examinan mediante simulaciones para determinar su influencia sobre la luz reflejada y se optimizan en cuanto a sus inclinaciones dentro del ámbito de su pequeño alcance.

La Fig. 6b muestra una vista en perspectiva de una estructura de lente de dispersión 10a compuesta por elementos similares de una lente de dispersión 10 igualmente plana, como también se puede ver en la Fig. 5. En el caso de la distribución de la luz aquí no se necesitan superficies de unión, pero en otros casos sí se pueden necesitar.

La Fig. 7 muestra una variante de realización de la luz de señalización según la invención en una sección longitudinal vertical. Contiene una óptica de salida A de dos piezas análoga a la Fig. 3 con una lente convergente 9, una superficie de entrada 9a en su cara interna y una estructura de lente convergente 9b en su cara externa, así como una lente de dispersión 10 con una estructura de lente de dispersión 10a en su cara interna y una superficie de salida 10b plana en

se cara externa. Una estructura de lente de dispersión 10c sencilla análoga a la Fig. 1 también se puede superponer a la estructura de lente convergente 9b o, como se representa, también la superficie de entrada 9a de la lente convergente 9. Además, la realización representada contiene una fuente de luz LED 2 con una lente LED 3, que se apoya directamente por encima del eje óptico O sobre el disipador de calor 5 a modo de carcasa y está inclinada hacia delante de tal manera que el eje de luz de la fuente de luz LED L se encuentra en el centro de la óptica de salida A. Esta configuración puede, por un lado, ser más corta que en la Fig. 3, pero puede presentar una distancia focal media f mayor. Esto crea un espacio libre más grande debajo de los rayos de luz LED 12a, en el que se aloja el control electrónico 6 junto con la conexión eléctrica 7 y su conexión eléctrica 8a con la fuente de luz LED 2. Está protegido de los rayos del sol 13b por una cubierta 1c, que está diseñada para absorber la luz y conducir bien el calor. Ésta está conectada térmicamente con el disipador de calor 5 y puede presentar también un soporte de lente LED. También se representa una calefacción 15, en una realización como placa de circuito impreso con resistencias de potencia, que está conectado a la placa de circuito impreso LED 2d a través de una conexión eléctrica 8b y además a la conexión eléctrica 7 a través de la conexión 8a y al control electrónico 6. El desplazamiento del foco F conduce también a una geometría modificada, especialmente de la lente convergente, con lo que es posible influir también en los rayos de luz reflejados.

Las realizaciones según la invención según la Fig. 3 y la Fig. 7. incluyen la fuente de luz LED 2 con la lente LED 3 antepuesta, que están construidas según las siguientes reglas de diseño para evitar tanto la luz real como la luz fantasma reflejada.

La Fig. 8 muestra una realización básica ejemplar de la fuente de luz LED 2, que contiene LEDs 2a, sensores 2c y un circuito impreso de LED 2d, incluida la lente LED 3 en vistas en planta, superior y lateral. Inmediatamente delante de los LEDs 2a se encuentra la superficie de entrada plana 3a. Una superficie de salida 3b, aquí representada extendida hasta la placa de LED 2d, se arquea sobre ella y dirige los rayos de luz LED 12 como rayos de luz 12a hacia la óptica de salida distorsionada oblicuamente. En el caso de la superficie de salida 3b se trata de una superficie compleja de forma libre, porque los rayos de luz LED 12 se dirigen con diferentes densidades hacia la óptica de salida. En la zona inferior, las ópticas de salida están más cerca de la lente LED 3 que en la zona superior, por lo que se requiere una mayor concentración de luz en la parte superior y una menor concentración de luz en la parte inferior para crear una apariencia uniformemente brillante. Los LEDs 2a de la fuente de luz presentan un empaquetamiento denso con una extensión vertical mínima, es decir, preferiblemente una disposición lineal horizontal. Los LEDs, preferiblemente recién moldeados, brillan en la superficie de entrada 3a lisa y plana de la lente LED 3 situada justo delante de ella, que está delimitada por un borde 3c de la superficie de entrada que se extiende horizontalmente directamente debajo de los LEDs. Además, se representa una capa de absorción de luz 3e. Ésta es opcional, pero ventajosa, y puede estar realizada, por ejemplo, en forma de un adhesivo elástico negro, con el que se fija la lente LED 3 al circuito impreso LED 2d. En esta realización, si los rayos de sol 13b alcanzan la lente LED 3, entonces inciden en la superficie de salida 3b en relación espacial con el punto focal de los rayos de luz LED 12a, 12b, 12c, desplazados ligeramente hacia abajo y ligeramente más oblicuamente, y penetran en gran medida en la lente LED 3 y se agrupan debajo de la superficie de entrada 3a sobre el revestimiento absorbente 3e o el adhesivo negro en una mancha focal G, donde se absorben completamente. Los rayos de luz reflejados 14d surgen de la superficie de salida 3b, la mayoría de los cuales se reflejan hacia abajo en la carcasa revestida de negro y se absorben. Gracias a esta disposición, los rayos solares solo pueden alcanzar la superficie de entrada 3a cuando el sol está muy bajo, donde pueden penetrar más en los LEDs 2a y generar una luz fantasma real. Ésta también se refleja en un pequeño porcentaje en la superficie de entrada 3a. Esta constelación del impacto inicial de los rayos de sol sobre la superficie de entrada 3a se determina como el ángulo mínimo de posición del sol σ , una caída por debajo de este ángulo conduce a un aumento claro de la luz fantasma real; Una pequeña parte de los rayos de luz reflejados 14d también se refleja de nuevo sobre la óptica de salida y se dispersa sobre la zona de observación, en donde provocan un aumento mínimo del brillo. Esta constelación inevitable puede desactivarse mediante una elección adecuada de los parámetros y del diseño, en particular mediante una gran distancia focal f, una precisión óptica y geométrica y una lente LED 3 configurada ventajosamente y lo más pequeña posible, así como un efecto de filtro de la óptica de salida para atenuar generalmente la luz solar dentro de la luz de señalización. Además, en esta disposición sensores 2c se encuentran a ambos lados de la lente LED 3 y preferiblemente por encima de los LEDs 2a. Sobre ellos actúan los rayos de luz reflejados 14e, que se separan por reflexión en la superficie de salida 3b de los rayos de luz LED 12 y se dirigen a los sensores 2c a través de ventanas de rayos laterales 3g. En caso de un LED 2a defectuoso, estos sensores, como es sabido, se ven sometidos a una presión desigual y activan una alarma. Habitualmente, están cubiertos para protegerlos de la luz solar directa.

La Fig. 9 muestra una realización alternativa de la lente LED 3. Ésta tiene un diámetro reducido y presenta una superficie lateral circunferencial 3d. La lente LED 3 está unida no solo a la placa de circuito impreso LED 2d, sino también con la superficie envolvente 3d en una cubierta 1c conductora de calor y absorbente de luz con adhesivo negro. Como resultado, se absorbe más luz solar y se refleja menos que en la Fig. 8, porque la lente LED 3 está adaptada al cono de luz de los rayos de luz LED 12a, pero es necesaria una cubierta adaptada a la superficie envolvente 3d y un proceso adhesivo. Los rayos solares 13b incidentes forman una mancha focal G, que podría destruir la lente LED si no se produce una distribución de calor. En el caso representado, esto tiene lugar a través de las superficies de cobre engrosadas del circuito impreso LED 2d, altamente conductora del calor, o de la cubierta 1c, que está hecha, por ejemplo, de aluminio.

La Fig. 10 muestra otra variante de la lente LED 3 sin una capa de absorción o adhesivo subyacente. La capa de absorción 3e solo se conecta a los LED 2a por debajo. La lente LED 3 presenta en la zona inferior de una superficie

envolvente 3d, que linda directamente con la superficie de entrada 3a, una pendiente 3f que se une directamente a la superficie de entrada 3a. Los rayos de sol 13c que inciden en esta pendiente se reflejan totalmente hacia arriba, donde emergen de la superficie envolvente 3d y son absorbidos por la carcasa circundante revestida de negro. En la parte superior de la superficie envolvente 3d está instalada una ventana de radiación prismática 3g, a través de la cual una parte de los rayos de sol totalmente reflejados 13c se refleja mediante reflexión total sobre un sensor de luz solar 2b, con el que se puede influir en el brillo de la señal. La lente LED 3 puede estar fijada aquí de cualquier forma.

La Fig. 11 muestra una realización alternativa de la lente LED 3 de la Fig. 8 en un plano horizontal abierto y cortado. Las zonas laterales de la lente LED 3 están retiradas (la forma de la Fig. 8 está representada con líneas discontinuas). Ésta está limitada ahora por superficies laterales 3h que divergen cónicamente. Opcionalmente, el borde de la lente LED más exterior presenta una superficie de contacto plana y estrecha 3i. Las superficies laterales 3h forman con ello un canal conductor de la luz para un LED 2 dispuesto centralmente, que agrupa y da forma a la luz mediante la reflexión lateral total de los rayos de luz del LED 12 junto con la superficie de salida 3b de difracción de la luz y proporciona un resultado de distribución muy similar de los rayos de luz 12a que emite la lente LED 3 completa. El pequeño ancho de este modo constructivo permite disponer cualquier número de dichos elementos uno al lado del otro.

Dado que la lente LED según la Fig. 11 solo tiene que concentrar la luz de un solo LED de la manera descrita, a menudo se puede realizar de forma mucho más pequeña, lo que simplifica la fabricación de las lentes LED, por ejemplo mediante moldeo por inyección de plástico, lo que abarata considerablemente la producción.

La Fig. 12 muestra una disposición análoga a la Fig. 11, pero con dos de los elementos representados y, por consiguiente, con dos LEDs 2a en las vistas desde el plano horizontal, superior y lateral. Las dos lentes LED están unidas a lo largo de su borde, dibujadas como superficie de contacto 3i, para formar una pieza de lente común, lo que facilita un montaje preciso, pero también pueden disponerse de forma suelta una al lado de la otra. En una variante de realización, una combinación de lentes LED de este tipo también puede tener configuradas ventanas de haz 3g para incidir en sensores de luz 2c. Opcionalmente, los elementos de lentes LED individuales o conectados pueden presentar ejes luminosos convergentes con respecto a la lente convergente 9 y, por lo tanto, también pueden dirigir la luz de disposiciones de lentes LED más grandes exactamente hacia su superficie de entrada 9a. Los comentarios sobre la Fig. 8 se aplican mutatis mutandis a la configuración y al comportamiento posteriores en caso de incidencia de la luz solar. Pero en esta forma constructiva también se pueden implementar variantes de ejecución según las Figs. 9 y 10.

Es evidente que solo con ópticas y estructuras precisas y muy transparentes, así como con geometrías exactas y sin holguras, se puede mantener lo más baja posible la entrada de luz solar en los LEDs.

Si el sol es visible desde el horizonte en un entorno abierto, es posible atenuar la luz fantasma real resultante mediante el uso de filtración. En particular, la lente exterior puede estar coloreada en gris transparente, para, por un lado, reducir la luz penetrante y, por otro lado, reducir aún más la luz que emerge, con lo que también se ve afectada la luz útil y debe evitarse correspondientemente más brillante. Las señales también pueden reducir la aparición de luz fantasma verdadera con una ligera pendiente descendente, pero evitar por completo la luz fantasma verdadera no se puede lograr con medios simples.

La señal según la invención evita la aparición de luz fantasma verdadera cuando el sol está en una posición baja por encima de un ángulo de posición del sol σ . Una minimización de este ángulo se consigue, entre otras cosas, con la mayor distancia posible entre la fuente de luz LED y la salida de luz, es decir, una distancia focal media f grande de la óptica de salida y un diseño de lente muy preciso. Distorsionar la óptica de salida con un ángulo de inclinación α considerable produce en promedio una mayor distancia a la fuente de luz y, por consiguiente, un aumento de la distancia focal, sin aumentar la profundidad real hacia atrás, siempre que el punto fijo imaginario para la óptica de salida A sea el extremo inferior de la óptica de salida A conocida por el estado de la técnica. Así, en una transición imaginaria de la Fig. 1 a la Fig. 3, la óptica de salida A estaría retenida en la zona inferior y distorsionada de arriba hacia delante. Esta explicación sirve únicamente para fines ilustrativos, ya que hace necesarias simulaciones de diseño ópticas complejas. Sin embargo, para la aparición de la luz fantasma verdadera, el ángulo de la posición del sol es más bajo que antes. Consideraciones, pruebas y simulaciones han demostrado que una distorsión de la óptica de salida con un ángulo de inclinación de, por ejemplo, $\alpha = 45^\circ$ no genera luz fantasma reflejada de la superficie plana de salida, incluso desde cualquier dirección de observación habitual delante de un luz de señalización típica; la luz reflejada se emite hacia abajo o bien de forma oblicua hacia atrás, lo que no supone un problema en el uso práctico. No obstante, de las superficies internas de la lente convergente o divergente también surge luz reflejada, cuyas direcciones y zonas de distribución ya no pueden determinarse únicamente mediante consideraciones, sino sobre todo mediante simulación. Esta luz reflejada podría irradiarse hacia la zona de observación B, lo que se puede evitar mediante un ángulo de inclinación α adecuado y una posible división de las estructuras de lentes convergentes y divergentes para cada posición del sol. Por lo tanto, es necesario inclinar una lente convergente de manera tan oblicua y diseñarla de tal manera que no permita reconocer reflejos de la luz solar en sus superficies en toda la zona de observación, y configurar el sistema óptico de manera adecuada. En el caso de una zona de observación verticalmente baja es posible un ángulo de inclinación α menor. Un ángulo de inclinación mayor aumenta las pérdidas de luz debido al aumento de la reflexión de la luz LED en las interfaces ópticas dentro de la carcasa y aumenta el esfuerzo requerido para compensar las distorsiones de la distribución de la luz al diseñar la estructura de dispersión. Por lo tanto, el ángulo

de inclinación α debería mantenerse lo más pequeño posible, para aplicaciones conocidas parece suficiente un intervalo de aproximadamente 15° a 55°. La determinación de la trayectoria del haz tiene lugar mediante el índice de refracción y la ley de refracción de Snellius. Estos son conocidos por los expertos en la técnica. Utilizando el trazado de rayos, un conocido método de simulación que rastrea los rayos de luz y sus propiedades a medida que viajan a través de una óptica, es posible simular la luz y la luz reflejada. Si un rayo de luz permanece dentro de la zona de observación B, se debe modificar la inclinación de las superficies afectadas hasta que ya no sea así (véase también la descripción de la Fig. 5).

Para una mejor comprensión, en los ejemplos representados la trayectoria del haz se explica casi exclusivamente mediante secciones verticales y un sol dispuesto por encima del eje óptico. De hecho, en este caso se trata de solo las componentes verticales de los rayos de luz. Los componentes horizontales se refieren a los efectos mostrados en el sentido de que los rayos del sol que inciden en ángulo a la señal producen reflejos perturbadores significativamente más pequeños, pero también diferentes, hacia el lado del centro, ya que solo inciden parcialmente en la fuente de luz o pasan en gran medida por el lado de la misma, pero en caso de impacto lateral sobre elementos de la lente, también se pueden generar con un recorrido inestimable rayos de luz reflejados lateralmente en la óptica de salida. Una mayor dispersión horizontal de la luz conduce básicamente a una reducción del número de rayos de sol que inciden sobre la lente LED, ya que también se dispersan más. Mientras que las ópticas de luces de señalización anteriores y hasta la actualidad se determinaron utilizando medios y fórmulas simples, la invención presentada no funciona sin procedimientos asistidos por ordenador para simular las trayectorias de los rayos, como ya sugeriría a un experto en la materia la inclinación excesiva de la óptica de salida. Esto no solo afecta a la lente convergente, sino también a la lente divergente que en el caso de una posición inclinada de este tipo, utilizando estructuras y cálculos de dispersión simples conocidos, produciría una considerable distorsión vertical de la luz dispersada horizontalmente, que debe corregirse con medidas adecuadas en la geometría de los elementos de dispersión.

La invención no se limita a las formas de realización mostradas. Cada una de las luces de señalización según la invención contiene al menos una estructura de lente convergente 9b y la mayoría de las veces una estructura de lente divergente 10a. El efecto de ambas estructuras se puede dividir y asignar a diferentes superficies de lente. Por ejemplo, a ambos lados de la lente convergente 9 pueden estar previstas estructuras parciales que concentran la luz, que en conjunto presentan en cada punto el poder refringente necesario. Estas opciones de diseño permiten cambiar las inclinaciones de los elementos del prisma y la superficie de la lente manteniendo el mismo poder refringente, influyendo así en el curso de los rayos de luz reflejados. Las estructuras pueden consistir en elementos de superficie cuadrados, rectangulares, triangulares o hexagonales con superficies de conexión de aspecto prismático. Sin embargo, también son posibles elementos de superficie delimitados de forma arqueada. Igualmente pueden estar previstas dos o más estructuras de lentes divergentes si su efecto combinado cumple los requisitos. Las estructuras de lentes divergentes también pueden superponerse a las estructuras de lentes convergentes. Con ello se pueden crear distribuciones de luz complicadas a partir de estructuras sencillas o bien fáciles de realizar o dividir efectos divergentes especialmente fuertes. La lente convergente 9 y la lente divergente 10 también pueden construirse tecnológicamente con una forma ligeramente curvada. En particular, esto puede aumentar la visibilidad lateral y mejorar la estabilidad contra el vandalismo. Las relaciones de curvatura habituales son aquellas curvaturas cuyo abombamiento con relación a la longitud mayor de la superficie de salida 10b no excede la relación de 1:10. Naturalmente también pueden estar previstos varios cristales con una estructura presente solo en un lado. Si se requieren varias distribuciones de luz diferentes, se puede proporcionar un sistema modular adecuado de lentes convergentes y divergentes intercambiables o combinables.

En el caso de baja dispersión, alta concentración y una zona de observación muy estrecha, también se puede usar una lente convergente y divergente inclinada combinada, como se representa en la Fig. 1 para la técnica anterior. Si la estructura de dispersión en el interior de la lente se puede superponer a la estructura de lente convergente, la cara exterior de la lente seguirá siendo lisa. Sin embargo, también se puede aplicar una estructura de dispersión fácil de limpiar a la cara exterior de la lente.

Otras realizaciones de la invención, no representadas, son, por ejemplo, la colocación de un cristal mineral en la pendiente de la óptica de salida, como una pieza fácilmente reemplazable similar a los escudos de soldadura conocidos en un ambiente particularmente agresivo para evitar la penetración de chispas, o la presencia de un revestimiento especial contra depósitos en la superficie de salida 10b, o un efecto de filtro a través de elementos de la óptica de salida A o la lente LED 3 mediante coloración transparente en el color de la luz de señalización o en gris neutro para reducir el brillo. Como colores de la luz en las señales ferroviarias pasan a emplearse el rojo, el amarillo, el verde, el cian, el azul, el blanco, el naranja y el violeta, a menudo en distintos tonos.

La fuente de luz LED 2 también puede estar formada por LEDs de diferentes colores, conmutándose preferiblemente todos los LEDs de un color entre sí. Con una luz de señalización multicolor de este tipo se puede crear una imagen de señal específica con menos puntos de luz que antes.

Como sensores 2b y 2c se pueden considerar todos los sensores de luz conocidos del estado de la técnica que cumplan los requisitos de espacio de instalación y sensibilidad espectral a la luz.

La invención se puede fabricar con todos los materiales utilizados hasta ahora para los respectivos fines y, por lo tanto, no requiere esfuerzo adicional alguno.

La inclinación de la óptica de salida no solo produce la mencionada mejora de la visibilidad a distancia al evitar los reflejos del sol, sino también una buena visibilidad de cerca, al estar de cara al observador, especialmente desde abajo. Una luz de señalización de este tipo también presenta importantes ventajas económicas debido a la eliminación de las viseras solares habituales, en particular a mayores intervalos de limpieza, ya que, por un lado, se puede acumular menos suciedad, nieve o hielo y, por otro lado, gracias a un acceso más fácil al agua de lluvia y, por tanto, una mejor autolimpieza, lo que se traduce en una vida útil extremadamente larga de la fuente de luz LED, solo se puede utilizar de forma rentable. Dado que la propia luz de señalización tiene una luz fantasma mucho más baja que una señal convencional con viseras solares de gran tamaño, eliminarla conduce a mayores ahorros en los costes de seguimiento en la infraestructura a través de ahorros de peso y menores fuerzas del viento al pasar los trenes en el mástil de señales, lo que también permite una mayor velocidad del tren.

La superficie de salida 10b puede presentar adicionalmente capas protectoras producidas en procedimientos conocidos, por ejemplo mediante deposición de vapor, irradiación o pintura, que alisan la superficie, la hacen antirreflectante, la hacen más resistente a los arañazos y más fácil de limpiar y/o la hacen más resistente a chispas, polvo de frenos, gases de escape y sollicitaciones químicas como el agua de mar, lo que hace que la superficie de salida sea de mayor calidad y más duradera, o que esté protegida contra daños mediante un panel de vidrio plano reemplazable. Una superficie con calidad de espejo se denomina lisa, es decir, una rugosidad de aproximadamente $R_a \leq 0.2 \mu m$ según la Norma EN ISO 1302, que es plano o ligeramente curvado. Una superficie se considera fácil de limpiar si posee superficies geométricas continuas, lisas como un espejo, sin depresiones ni ranuras, de las que no se puede limpiar fácilmente la suciedad acumulada. Todas estas posibilidades de diseño son conocidas por los expertos en la técnica y no representan una lista exhaustiva.

En esta solicitud se entiende por una iluminación uniformemente clara de la óptica de salida A que un observador de la superficie luminosa de salida (10b) no pueda reconocer diferencias apreciables en la luminosidad.

El término: "combinación" o bien "combinaciones" se refiere, a menos que se indique lo contrario, a todos los tipos de combinaciones, desde dos de los componentes en cuestión hasta un gran número o la totalidad de dichos componentes, la expresión: "que contiene" se refiere a su significado original también por "que consiste en".

Las características y variantes especificadas en las ejecuciones y ejemplos individuales se pueden combinar libremente con las de los otros ejemplos y ejecuciones y se pueden utilizar, en particular, para identificar la innovación en las reivindicaciones sin incluir necesariamente otros detalles de la ejecución o ejemplo respectivo.

En la memoria descriptiva y las reivindicaciones, los términos "delantero", "trasero", "superior", "inferior", "vertical", "horizontal", etc., se utilizan en la forma común y con referencia al artículo en su posición habitual de uso.

La solicitud comprende también ligeras desviaciones geométricas debidas a tolerancias de fabricación habituales, en particular en lo que respecta a la planitud de las lentes.

Lista de símbolos de referencia:

1	carcasa	9b	estructura de lente convergente, calota
1a	superficie limitadora frontal	9c	anillos de Fresnel 2d
1b	extensión	10	lente de dispersión/vidrio dispersor
1c	cubierta	10a	estructura de lente divergente
2	fuentes de luz LED	10b	superficie de salida
2a	LEDs	10c	estructura de dispersión superpuesta
2b	sensor de luz solar	11 a, b	superficies de conexión
2c	sensor de luz LED	12 a, b, c	rayos de luz LED
2d	circuito impreso de LED	13 a, b, c, d	rayos de sol
3	lente LED	14 a, b, c, d, e	rayos de luz reflejados
3a	superficie de entrada	15	calefacción

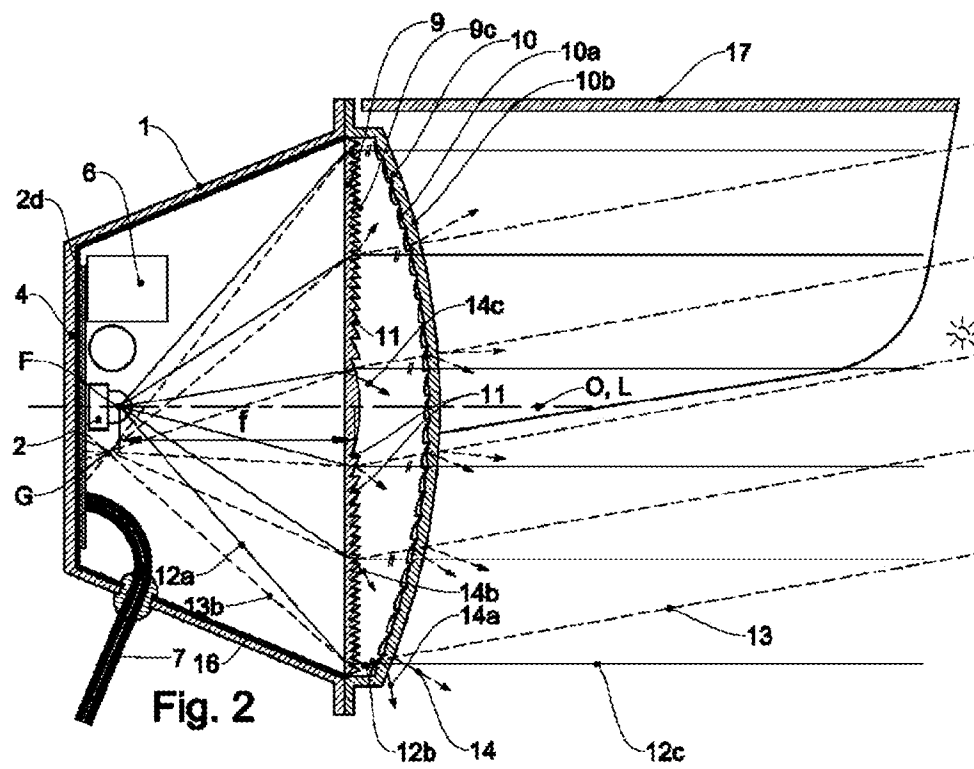
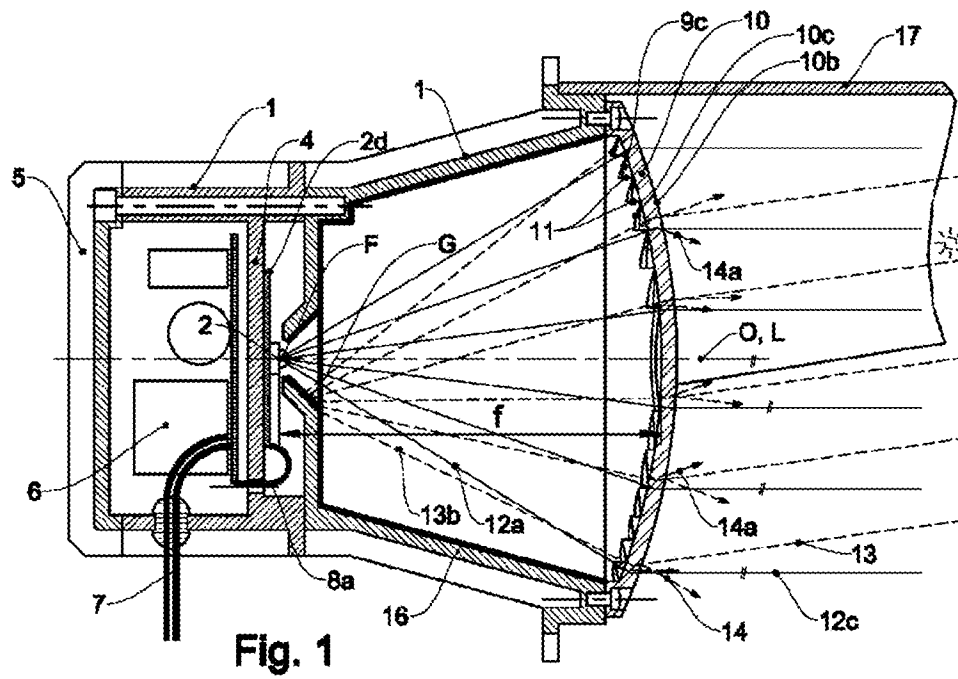
3b	superficie de salida	16	superficie absorbente
3c	borde de la superficie de entrada	17	visera solar
3d	superficie envolvente	A	óptica de salida
3e	capa de absorción	f	distancia focal
3f	pendiente	G	mancha focal solar
3g	ventana de rayos	H	eje horizontal
3h	superficie lateral de la lente LED	V	eje vertical
3i	superficie de contacto de la lente LED	cd	curvas isocandelas
4	superficie de apoyo distribuidora de calor	α	ángulo de inclinación
5	disipador de calor	σ	ángulo de posición del sol
6	control electrónico	O	eje óptico
7	conexión eléctrica	L	eje de luz de la fuente de luz LED
8a,b	conexión eléctrica	B	zona de observación
9	lente convergente/lente condensadora	F	punto de enfoque
9a	superficie de entrada de la lente convergente	T	disco portador

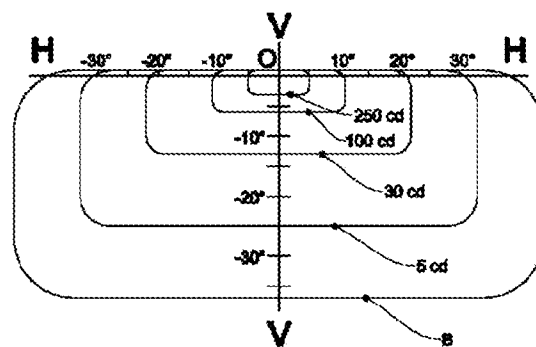
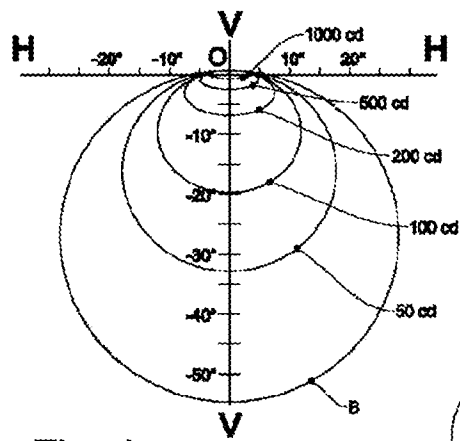
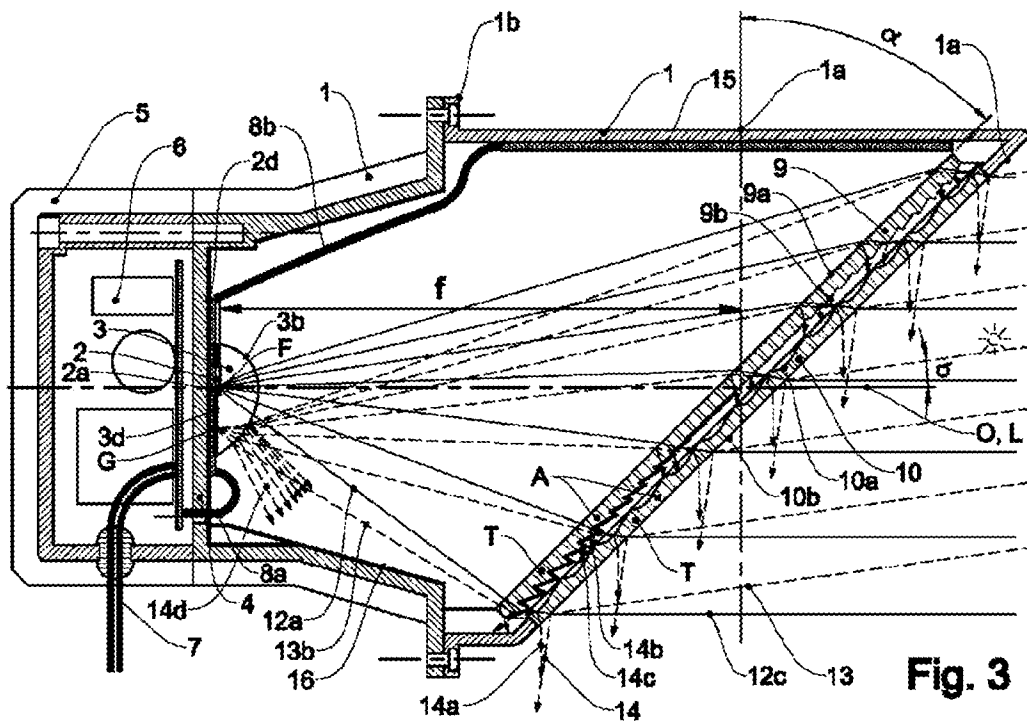
REIVINDICACIONES

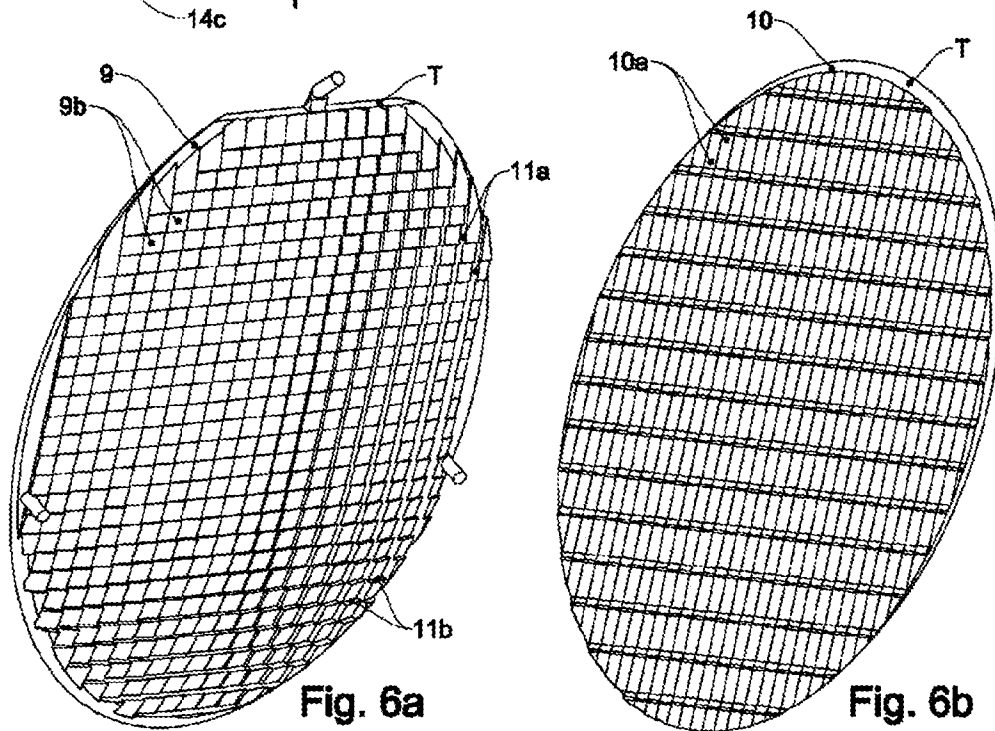
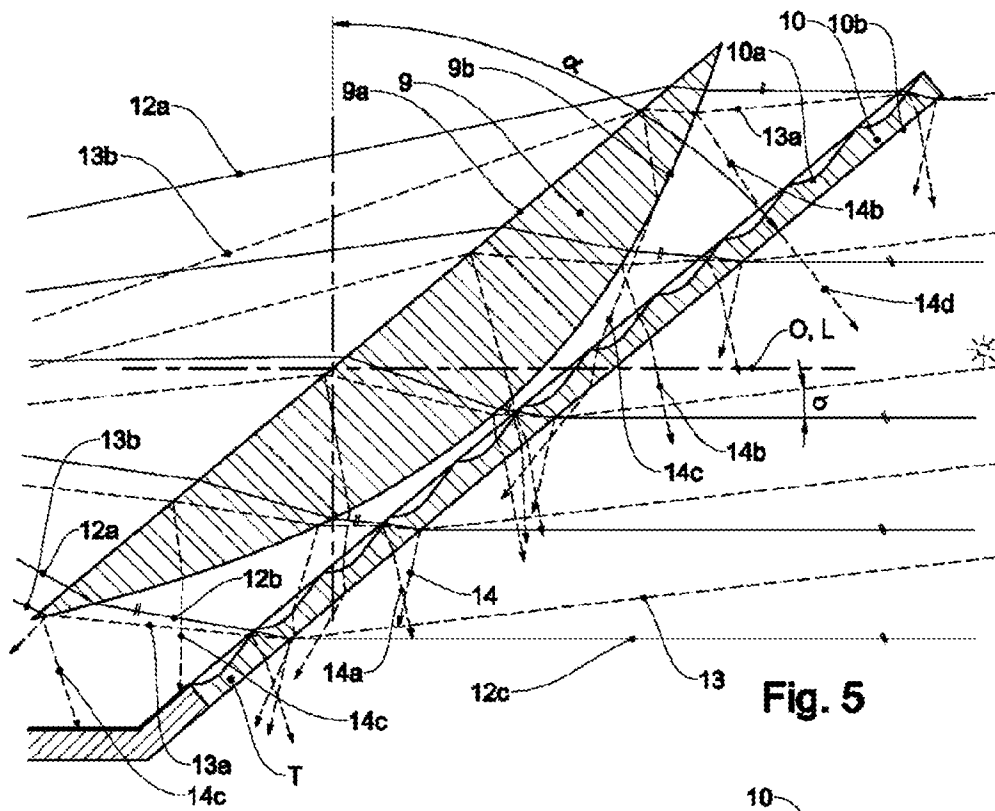
1. Luz de señalización para la transmisión visual de información a los conductores de vehículos, incluso en distancias más largas, que contiene una fuente de luz LED compacta (2) con un paquete de LED denso junto con control electrónico (6) asociado y una óptica A de agrupación de luz y distribución de luz con una superficie de salida de luz (10b), en una carcasa (1) con posibilidades de fijación y/o ajuste, con un eje óptico (O) definido para la alineación horizontal y lateral y una emisión de luz altamente enfocada en la dirección de este eje óptico (O), en donde
- la óptica de salida de luz (A) presenta al menos una lente convergente (9) con un punto focal (F), en el que se está dispuesta la fuente de luz LED (2) con una lente LED (3) directamente antepuesta, y contiene al menos una lente difusora (10) que dirige la luz hacia una zona de observación (B) según una distribución de brillo predefinida,
- caracterizada por que,
- la óptica de salida (A) está distorsionada geométricamente sesgada por un ángulo de inclinación vertical (α) entre 15° y 55° .
2. Luz de señalización según la reivindicación 1, caracterizada por que la lente convergente (9) y la lente difusora (10) presentan el mismo ángulo de inclinación (α).
3. Luz de señalización según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que, en el caso de que la luz solar incida en la luz alineada por encima de un ángulo crítico de posición del sol (σ), los rayos de luz reflejados generados por la lente LED (3) y la óptica de salida (A) se dirigen hacia el exterior de la zona de observación (B), cuando está presente un ángulo de distorsión (α).
4. Luz de señalización según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que el punto focal (F) se encuentra sobre o verticalmente encima/debajo del eje óptico (O).
5. Luz de señalización según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que la superficie de salida inclinada (10b) es lisa o presenta una superficie fácil de limpiar.
6. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que la superficie de salida (10b) es plana.
7. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que la superficie de salida (10b) está diseñada para estar ligeramente curvada, entendiéndose por una ligera curvatura una curvatura que no excede una relación entre el abombamiento y la longitud mayor de la superficie de salida (10b) de 1:10.
8. Luz de señalización según la reivindicación 6 o 7, caracterizada por que una superficie limitadora (1a) de la carcasa (1) está diseñada como continuación tangencial posterior de la superficie de salida (10b) hacia delante.
9. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que el efecto de la lente convergente (9) se logra mediante una estructura de lente convergente (9b) que está dispuesta sobre un disco portador (T) que se compone de elementos de superficie que generan el poder refringente necesario en cada ubicación.
10. Luz de señalización según la reivindicación 9, caracterizada por que la estructura de lente convergente (9b) se compone de elementos de superficie definidos prismáticamente, rectangulares, cuadrados, hexagonales o triangulares, o diseñados arbitrariamente, en una disposición sin costuras para formar superficies de conexión (11a, 11b).
11. Luz de señalización según la reivindicación 9 o 10, caracterizada por que los elementos de superficie de la estructura de lente convergente (9b) son planos.
12. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que la función de la lente convergente (9) se logra mediante varias estructuras de lentes convergentes (9b) que generan la potencia refractiva necesaria en cada ubicación debido a su efecto acumulativo.
13. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizada por que el efecto de distribución de luz de la lente difusora (10) se logra mediante una estructura de lente difusora (10a) que está dispuesta sobre un disco portador (T), que se compone de elementos de superficie similares con las mismas características de dirección de luz en una disposición regular sin costuras.
14. Luz de señalización según la reivindicación 13, caracterizada por que la disposición de los elementos de superficie de la estructura de lente difusora (10a) se produce en una rejilla rectangular, cuadrada o hexagonal.
15. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizada por que la función de la lente difusora (10) se logra mediante varias estructuras de lentes difusoras (10a) que generan una distribución de luz predefinida en la zona de observación (B) debido a su efecto acumulativo.

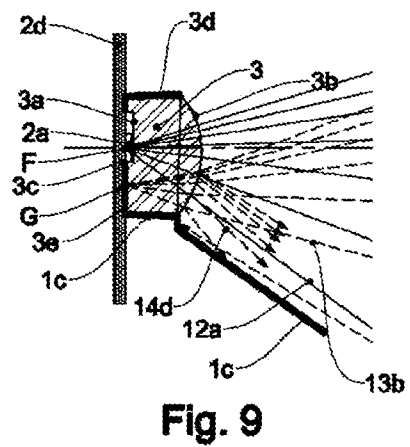
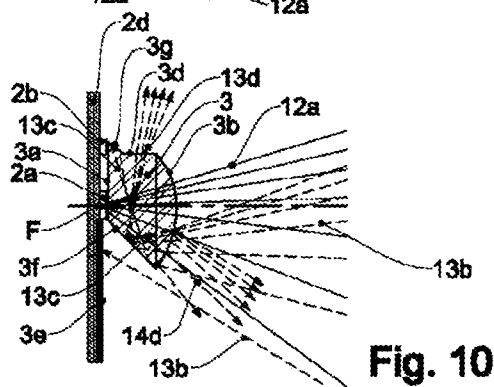
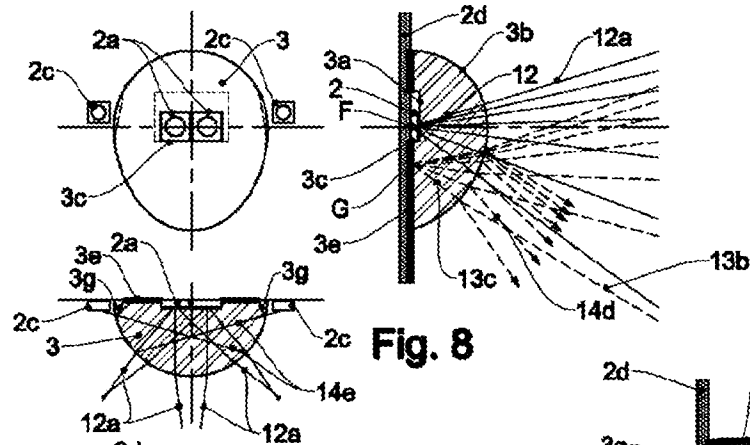
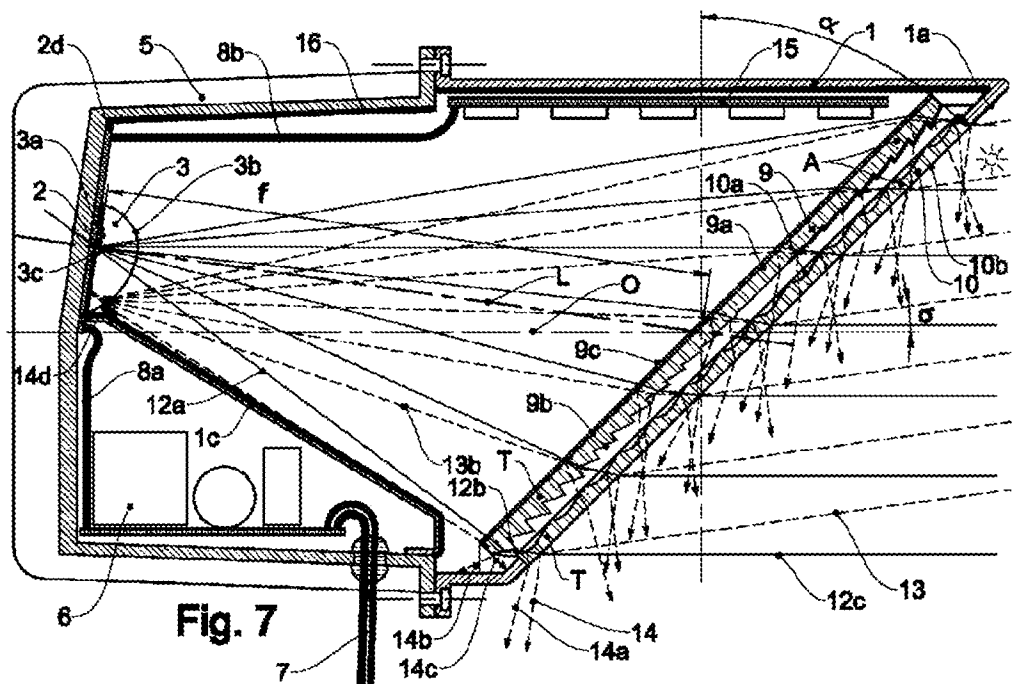
16. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizada por que una estructura difusora (10a) está superpuesta geométricamente a una estructura de lente convergente (9b).
17. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizada por que la óptica de salida (A) se compone únicamente de un disco portador (T) o está compuesto de varios discos portadores (T), cuyas superficies de entrada y salida están provistas de las estructuras de lente convergente (9b) y de lente difusora (10a) y, preferiblemente, la superficie de salida (10b) es lisa o presenta una superficie que es fácil de limpiar y tiene un contorno continuo.
18. Luz de señalización según la reivindicación 17, caracterizada por que la óptica de salida (A) presenta una lente convergente (9) separada con una superficie interna lisa y una estructura de lente convergente (9b) externa y posteriormente una lente difusora (10) con una superficie de salida (10b) externa lisa y una estructura de lente difusora (10a) interna.
19. Luz de señalización según la reivindicación 17, caracterizada por que la óptica de salida (A) se compone de un único disco portador (T) que presenta la estructura de lente convergente (9b) con una estructura difusora (10c) superpuesta en el interior y es lisa en el exterior.
20. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizada por que delante de la óptica de salida (A) está dispuesto un panel de vidrio fácilmente reemplazable con el mismo ángulo de inclinación (α) como protección contra rayones y depósitos, o la superficie de salida (10b) presenta una capa protectora contra rayones y depósitos.
21. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 17 a 20, caracterizada por que los discos portadores (T) de la óptica de salida (A) forman un sistema modular con estructuras de lentes convergentes (9b) o estructuras de lentes difusoras (10a) dispuestas en uno o ambos lados.
22. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizada por que la lente LED (3) antepuesta directamente a la fuente de luz LED (2) presenta preferiblemente una entrada de luz LED plana (3a) y una superficie de forma libre (3b) como salida de luz.
23. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 22, caracterizada por que la fuente de luz LED (2) con la lente LED (3) antepuesta directamente genera una curva de distribución y de intensidad de luz que ilumina toda la óptica de salida (A) de manera uniforme.
24. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 23, caracterizada por que por cada LED (2) está prevista una lente LED (3) que está limitada por ambas caras por superficies límite (3h) que genera una distribución de rayos de luz (12a) equivalente a una lente LED maciza mediante la reflexión total de los rayos de luz LED (12) que inciden sobre él junto con los rayos de luz LED que lo atraviesan directamente.
25. Luz de señalización según la reivindicación 24, caracterizada por que varias lentes LED (3) limitadas lateralmente están unidas entre sí a través de sus superficies de contacto (3i) formando un único componente.
26. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 25, caracterizada por que las intensidades de los rayos de luz (12a) que salen de la lente LED (3) son esencialmente proporcionales al producto de la distancia al cuadrado hasta sus puntos de incidencia en la superficie de entrada (9a) de la óptica de salida (A), que está sesgada por el ángulo de inclinación (α) y el recíproco del coseno del ángulo de incidencia de los rayos de luz allí.
27. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 21 a 26, caracterizada por que la superficie de entrada de luz (3a) de la lente LED (3) termina horizontalmente directamente con el borde inferior de la disposición LED, o le sigue una zona absorbente de luz.
28. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 21 a 27, caracterizada por que al menos la superficie debajo de la zona de entrada de luz LED (3a) y opcionalmente la superficie envolvente (3d) de la lente LED (3) está recubierta de negro mate y absorbe la luz, o estas superficies están conectadas ópticamente a una superficie absorbente de luz de un componente disipador de calor.
29. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 21 a 27, caracterizada por que la superficie envolvente (3d) de la lente LED (3) presenta una pendiente (3f) en su zona inferior entre la superficie de entrada de luz (3a) y la superficie de salida de la lente (3b), que dirige los rayos solares que inciden sobre ella fuera de la lente LED (3) por reflexión total.
30. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 29, caracterizada por que la fuente de luz LED (2), incluida la lente LED (3) y un eje de luz (L) a asignar a la lente LED (3), así como el punto focal (F), están pivotados alrededor del centro de la óptica de salida. (A) en la zona superior de la luz de señalización, y la fuente de luz LED (2) se apoya de manera térmicamente conductora directamente contra el disipador de calor (5) que forma la parte posterior de la luz de señalización.

31. Luz de señalización según la reivindicación 30, caracterizada por que en el espacio libre debajo de la fuente de luz LED (2) y la lente LED (3) está incorporada una electrónica de control (6), que está protegida de los rayos solares mediante una cubierta termoconductora y absorbente de luz (1c).
- 5 32. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 21 a 31, caracterizada por que en las proximidades de la fuente de luz LED (2) están dispuestos sensores ópticos (2b, 2c), que se iluminan mediante rayos solares reflejados en las superficies de las lentes LED o mediante rayos de luz LED reflejados en las superficies de las lentes LED dependiendo de sus posiciones y la disposición de ventanas (3g) en la superficie de entrada (3a) o superficie lateral (3d) de la lente LED (3).
- 10 33. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 32, caracterizada por que la lente LED (3) o una parte de la lente de la óptica de salida (A) está realizada de un material coloreado transparentemente en el color de la luz LED o de un material coloreado transparentemente en gris neutro.
34. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 33, caracterizada por que la fuente de luz LED (2) se compone de LEDs de diferentes colores o LEDs de colores combinados en una disposición densa, en donde los LEDs del mismo color son controlables cada uno por separado.
- 15 35. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 34, caracterizada por que la fuente de luz LED (2) está diseñada en tecnología COB.
36. Luz de señalización según una o varias de las reivindicaciones 1 a 35, caracterizada por que dentro de la carcasa (1), fuera del cono de luz, en la zona de la carcasa que sobresale hacia delante, está dispuesto una calefacción (15) que se puede activar y controlar eléctricamente.
- 20 37. Luz de señalización según la reivindicación 36, caracterizada por que la calefacción (15) está configurada como barra calefactora, alambre calefactor, lámina calefactora, resistencias de potencia en una placa de circuito impreso o como radiador de infrarrojos.









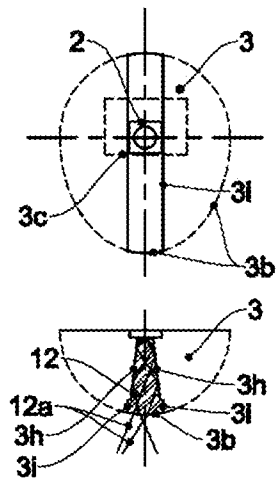


Fig. 11

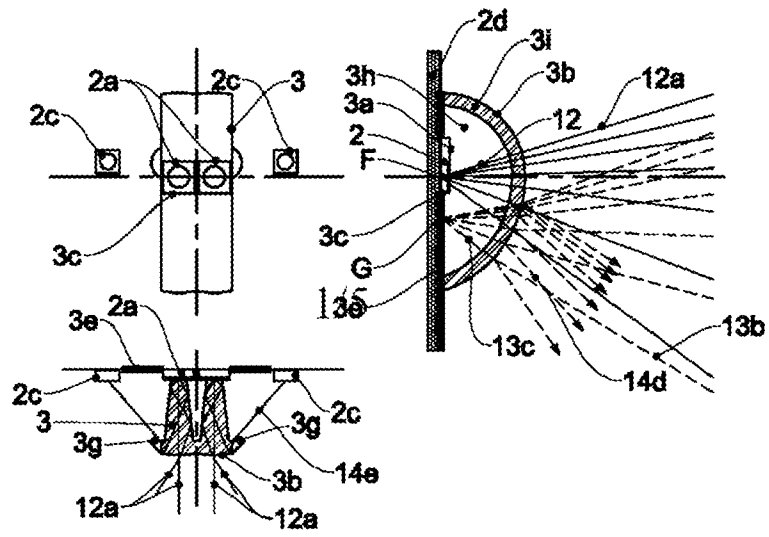


Fig. 12