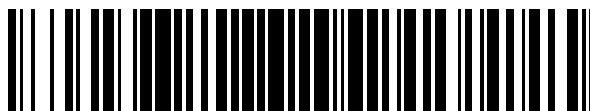


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 603**

51 Int. Cl.:

G01V 8/20 (2006.01)

G01S 7/481 (2006.01)

G01S 17/02 (2006.01)

G02B 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07786318 .1**

96 Fecha de presentación: **25.07.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2092365**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.08.2009**

54 Título: **Sensor óptico**

30 Prioridad:
25.11.2006 DE 102006055743

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.11.2012

73 Titular/es:
**LEUZE ELECTRONIC GMBH + CO. KG (100.0%)
IN DER BRAIKE 1
73277 OWEN/TECK, DE**

72 Inventor/es:
DROEMER, JÖRG

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 390 603 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

Sensor óptico.

La presente invención se refiere a un sensor óptico acorde al concepto general de la reivindicación 1.

Los sensores ópticos de ese tipo pueden estar diseñados, sobre todo, como detectores de puntos luminosos, por medio de los cuales se detectan objetos en un área de cobertura. Los sensores ópticos de ese tipo presentan típicamente un emisor que genera un haz de luz de emisión y receptor que capta un haz de luz de recepción. Allí, una óptica de emisión para la formación de los haces de luz de emisión está ubicada detrás del emisor y una óptica de recepción está ubicada antes del receptor, por medio de la cual se focalizan en el receptor los haces de luz receptora reflejados por un objeto. La óptica de emisión y la de recepción están compuestas, cada una, por lentes que típicamente presentan superficies límite con simetría rotacional. Un sensor de ese tipo se conoce por la solicitud DE 42 38 116 A1.

Además, los sensores mencionados también pueden estar diseñados como sensores que procesan imágenes. Los sensores de ese tipo presentan como cámara una disposición de receptores lineal o en forma de matriz. Además, esos sensores pueden tener una unidad de iluminación que está compuesta típicamente por una disposición múltiple de emisores. Un sensor de ese tipo se conoce por la solicitud DE 100 12 522 A1.

La solicitud 20 2005 011 847 U1 se refiere a un sensor óptico para la detección de objetos en un área de control con por lo menos un emisor que emite un haz de luz de emisión, por lo menos un receptor que recibe un haz de luz de recepción y una unidad de valoración para la generación de una señal de comprobación del objeto dependiendo de las señales de recepción que se encuentren pendientes en la salida del receptor. El sensor comprende un elemento óptico que está compuesto por una pieza de plástico moldeada por inyección, donde por lo menos un primer y un segundo segmento del elemento óptico forman por lo menos una lente concéntrica de Fresnel para la formación del haz de luz de emisión y/o del haz de luz de recepción.

La solicitud EP 1 666 913 A2 se refiere a un sensor óptico para la detección de objetos en un área de control con un emisor que genera un haz de luz de emisión y un receptor que recibe un haz de luz de recepción, donde los haces de luz de emisión y los haces de luz de recepción son conducidos a través de una unidad deflectora y pasan por una ventana de salida en una pared frontal de una carcasa. Además, el sensor óptico presenta una unidad de valoración, en la cual, dependiendo de la señal de recepción a la salida del receptor, se genera una señal de comprobación del objeto. La unidad deflectora presenta un espejo de desviación giratorio, cuya superficie especular tiene una comba prefijada para la compensación de distorsiones de la abertura angular de los haces de luz de recepción, las cuales están determinadas por el paso de los haces de luz de recepción a través de la ventana de salida.

La solicitud EP 1 624 322 A1 se refiere a un sensor óptico para el reconocimiento de objetos en un área de control. Está compuesto por un emisor que genera un haz de luz de emisión, un receptor que recibe un haz de luz de recepción y una unidad de valoración para la generación de una señal de comprobación del objeto en dependencia de la señal de recepción a la salida del receptor. El emisor y el receptor están ubicados de forma coaxial y asignados a una óptica de emisión y recepción. El área central de la óptica de emisión y recepción sirve para la colimación de los haces de luz de emisión y el área exterior, para la focalización en el receptor de los haces de luz de recepción. La óptica de emisión y recepción está compuesta por un sustrato de vidrio con una estructura de capas de plástico ubicada encima de éste.

Por la solicitud JP 2006 012203 A se conoce un elemento óptico con una superficie límite diseñada como superficie de forma libre para un receptor que recibe haces de luz de recepción.

La solicitud DE 10 2004 028 471 A1 describe un elemento óptico con una superficie límite diseñada como superficie de forma libre para la formación de haces de luz de emisión.

El objeto de la invención es facilitar un sensor óptico con una funcionalidad aumentada y datos de rendimiento mejorados.

Para lograr este objeto están previstas las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones secundarias se describen formas de realización ventajosas y perfeccionamientos útiles de la invención.

El sensor óptico acorde a la invención sirve para la detección de objetos en un área de cobertura y abarca un emisor que genera un haz de luz de emisión, un receptor que recibe un haz de luz de recepción y una unidad de valoración en la cual, mediante la valoración de las señales de recepción del receptor, se genera una señal de comprobación del objeto. Para la formación de los haces de luz de emisión, al emisor se le adjudica por lo menos un objeto óptico con por lo menos una superficie límite diseñada como superficie de forma libre. La geometría de la superficie de forma libre está derivada, en forma de una ecuación diferencial, de una distribución de la luminosidad que se debe alcanzar en un plano del área de cobertura.

Una ventaja fundamental de la invención es que por medio de los elementos ópticos que presentan superficies límite como superficies de forma libre, la formación de los haces de luz de emisión y sobre todo también de los haces de

luz de recepción se puede adaptar de manera exacta a los requerimientos específicos de la aplicación del sensor óptico, con lo cual se mantiene una elevada eficacia del sensor óptico en vistas a la seguridad de detección y a la sensibilidad de comprobación.

En los elementos ópticos diseñados como ópticas de emisión se puede preestablecer de forma apropiada la iluminación de un área de cobertura tridimensional o plana por medio de un diseño adecuado de la superficie de forma libre, lo cual es una condición fundamental para una detección de objetos en el área de cobertura que sea segura y de alta resolución. Allí se puede obtener, de acuerdo al área de aplicación del sensor óptico, por un lado una iluminación homogénea del área de cobertura, mediante una formación apropiada de las superficies de forma libre. Por otro lado, por medio de un diseño correspondiente de las superficies de forma libre se pueden generar patrones de iluminación preestablecidos dentro del área de cobertura. Con una iluminación no homogénea del área de cobertura se pueden destacar de forma precisa determinadas características de un objeto, para mejorar su capacidad de ser detectado. Además, mediante iluminaciones no homogéneas se pueden generar marcas sobre el recorrido óptico dentro del área de cobertura, que pueden ser registradas por el o los receptores del sensor óptico.

Para los sistemas de iluminación no homogénea son adecuados, sobre todo, los sensores ópticos en forma de detectores de puntos luminosos o, en general, sensores ópticos binarios, que presentan un único emisor y un único receptor. En los sensores ópticos de ese tipo, las señales de recepción del receptor se evalúan típicamente con un valor umbral, con lo cual como señal de comprobación del objeto se genera una señal de conmutación binaria, cuyos estados de conmutación indican si un objeto se encuentra o no en el área de cobertura. Con sensores ópticos como ese se debe reconocer un objeto frente a un fondo, el cual puede estar formado especialmente también por un reflector que limita el área de cobertura. Para poder diferenciar un objeto frente a un fondo, el sensor óptico trabaja con haces de luz de emisión polarizados, de manera que se pueda diferenciar el estado de polarización de la luz de recepción que incide sobre el receptor.

Con el sensor óptico acorde a la invención ya no es necesario el uso de luz polarizada. En vez de eso, para el reconocimiento del objeto se utiliza el patrón de iluminación en forma de marcas ópticas o algo similar generado por medio de la superficie de forma libre del o de los elemento/s óptico/s, sobre todo también para el reconocimiento de objetos con un fondo. Para la obtención del patrón de iluminación, por un lado los haces de luz de emisión pueden explorar el área de cobertura plana por medio de una unidad deflectora. De forma alternativa, el sensor óptico puede presentar una disposición del receptor de resolución local compuesta por una disposición lineal en forma de matriz.

Además, los sistemas de iluminación no homogéneos con superficies de forma libre que presentan elementos ópticos son adecuados para sensores ópticos en forma de sensores que procesan imágenes, es decir sensores que presentan una cámara como disposición del receptor. Ese tipo de sensores ópticos poseen unidades de iluminación que generalmente tienen varios emisores, donde para la formación de haces de luz de emisión a éstos se les adjudican a su vez elementos ópticos con superficies de forma libre. Por medio de sistemas de iluminación de ese tipo se pueden generar estructuras de iluminación espacial predeterminadas para elevar la sensibilidad de comprobación. Mediante las iluminaciones no homogéneas se pueden resaltar sobre todo determinadas características de los objetos que se deben detectar. Además, las estructuras de iluminación pueden estar diseñadas en forma de proyecciones de franjas, para poder obtener informaciones gráficas tridimensionales.

En general también los elementos ópticos del lado del receptor del sensor óptico acorde a la invención pueden presentar superficies de forma libre, para conducir de manera precisa la luz de recepción hacia el o los receptor/es del sensor óptico y elevar así su sensibilidad de comprobación.

En el caso de las superficies de forma libre de los elementos ópticos del sensor óptico acorde a la invención, se trata generalmente de superficies que siguen siempre una función diferenciable, donde estas superficies de forma libre no presentan simetría rotacional.

Para calcular una superficie de forma libre se elabora un así llamado mapeado. El mapeado está compuesto por una estructura reticular en el plano del área de cobertura, donde cada uno de los nodos de la retícula está adjudicado a dos direcciones angulares de la distribución de intensidad de los haces de luz de emisión, es decir, del sistema de iluminación. Como se conoce la distribución de intensidad de los haces de luz de emisión, existe una relación inequívoca entre la distribución de la luminosidad en el plano de la estructura reticular que define las áreas de cobertura y la distribución de la intensidad de iluminación en los planos de iluminación.

Así se puede deducir una relación analítica de la geometría de la superficie de forma libre para la distribución de la iluminación deseada en el plano del área de cobertura, es decir que la geometría de la superficie de forma libre puede derivarse en forma de una ecuación diferencial a partir de la distribución de luminosidad que se debe obtener en el plano del área de cobertura.

La geometría de las dos superficies de forma libre que se extienden en dos direcciones en el espacio, "x, y", se genera según la siguiente ecuación diferencial:

$$d^2/dx^2 f(x,y) + d^2/dy^2 f(x,y) =$$

$$d/dx \{N_x(x,y, f(x,y)) / N_z(x, y, f(x,y))\} - d/dy \{N_y(x,y, f(x,y)) / N_z(x, y, f(x,y))\}$$

N_x , N_y , N_z forman el campo de normales de los haces de luz de emisión que se necesitan para refractar los haces de luz de emisión del emisor en la superficie de forma libre, de manera tal que éstos desemboquen en la posición de la retícula en el plano del área de cobertura preestablecida por la función de mapeo.

Con elementos ópticos que presentan superficies de forma libre de ese tipo se pueden generar distribuciones de luminosidad determinadas con exactitud en un área de cobertura. Especialmente ventajoso es el hecho de que los elementos ópticos de ese tipo son mucho más robustos que los elementos ópticos de difracción y presentan además errores cromáticos más pequeños.

Otra ventaja esencial es que los elementos ópticos que presentan superficies de forma libre pueden fabricarse de forma racional y a precio conveniente como piezas de plástico moldeadas por inyección.

Estos elementos ópticos pueden estar diseñados como elementos reflectores de luz, sobre todo como elementos especulares. De la misma forma, los elementos ópticos pueden estar diseñados como elementos transmisores en forma de lentes.

La invención se explica a continuación por medio de los gráficos. Se muestran:

Figura 1: Representación esquemática de los componentes de un sensor óptico.

Figura 2: Representación en perspectiva del sistema de iluminación para el sensor óptico acorde a la figura 1.

Figura 3: Representación en detalle de un emisor con una lente de captación ubicada delante como componente del sistema de iluminación acorde a la figura 2.

La figura 1 muestra los componentes ópticos de un sensor óptico 1 diseñado como sensor que procesa imágenes. El sensor óptico 1 contiene una cámara 2 con una disposición en forma de matriz de receptores y un objetivo ubicado delante, el cual se encuentra en un plano del objetivo 3. La disposición del receptor en forma de matriz puede estar formada, por ejemplo, por una matriz CCD o CMOS.

Con el sensor óptico 1 se captan objetos dentro de un área de cobertura espacial. El tamaño del área de cobertura está dado por el campo visual 4 de la cámara 2. Dentro de ese campo visual 4 se deben captar objetos cuya distancia respecto al sensor óptico 1 sea mayor a la posición de un primer plano de objetos 5 y menor a la posición de un segundo plano de objetos 6. El área del campo visual 4 de la cámara 2 entre ambos planos de objetos 5, 6 forma así el área de cobertura.

El sensor óptico 1 tiene, además, una unidad de valoración no representada, en la cual se valoran las señales de imagen generadas por la cámara 2, es decir, las señales de recepción de la disposición del receptor, las cuales son generadas a partir de los haces de luz de recepción conducidos desde el área de cobertura hacia la cámara 2.

En la unidad de valoración se genera una señal de comprobación del objeto en dependencia de las señales de recepción. Esta señal de comprobación del objeto puede ser una señal análoga, la cual contiene informaciones gráficas generales o clasificaciones de informaciones gráficas. Además, la señal de comprobación del objeto puede estar diseñada como señal de conmutación binaria, cuyos estados de conmutación indican si un objeto se encuentra o no en el área de cobertura.

Como otros componentes ópticos, el sensor óptico 1 acorde a la figura 1 presenta un sistema de iluminación 7, el cual es controlado por la unidad de valoración. Como se puede ver en la representación esquemática de la figura 1, los componentes del sistema de iluminación 7 están ubicados por fuera del ángulo óptico de la cámara 2. Por medio de esta disposición extra-axial de los componentes del sistema de iluminación 7, los haces de luz de emisión generados por éste son emitidos diagonalmente desde arriba en dirección al área de cobertura. Los campos de iluminación 8 obtenidos son más grandes que el campo visual de la cámara 2, para que con el sistema de iluminación 7 se ilumine toda el área de cobertura.

Allí, los componentes del sistema de iluminación 7 se encuentran en un plano de iluminación 9 ubicado antes del plano del objetivo 3 de la cámara 2.

Para asegurar una detección segura del objeto dentro de toda el área de cobertura, un requisito esencial del sistema de iluminación 7 se basa en que con éste toda el área de cobertura deba ser iluminada de manera homogénea. Esto significa que la intensidad de iluminación generada por el sistema de iluminación 7 debe ser homogénea dentro del área de cobertura. Además, la intensidad de iluminación debe estar concentrada en el área de cobertura, es decir que fuera del área de cobertura la intensidad de iluminación debe caer rápidamente.

La figura 2 muestra de forma esquemática la estructura de un sistema de iluminación 7 que cumple con estos requisitos. El sistema de iluminación 7 abarca cuatro subsistemas diseñados de forma idéntica, girados uno contra otro en un ángulo de 90°, dos de los cuales están representados en la figura 2. Estos subsistemas limitan un espacio intermedio central, detrás del cual se encuentra la cámara 2, como se puede ver en la figura 1.

5 Cada subsistema presenta dos emisores 10 con una lente de captación 11. Las unidades de emisión diseñadas así también son idénticas. Las dos unidades de emisión de un subsistema se encuentran, cada una, detrás de un elemento óptico diseñado como una lente de forma libre 12, 13, cuyas superficies límites están formadas por superficies de forma libre 14, 15. Las dos lentes de forma libre 12, 13 de un subsistema forman una lente doble y están diseñadas en forma de simetría especular entre sí. Las lentes de forma libre 12, 13 de cada uno de los
10 subsistemas están diseñadas de forma idéntica.

La figura 3 muestra una representación detallada de una unidad de emisión con un emisor 10 y una lente de captación 11. El emisor 10 presenta un chip LED 16 que está ubicado en una carcasa 17 del emisor 10, que emite un haz de luz de emisión. Allí, el chip LED 16 se encuentra en una cavidad de la carcasa 17 que se ubica en la cara superior de la carcasa 17. La lente de captación 11 se coloca sobre la cara superior de la carcasa 17, intercalando
15 una capa de pegamento 18 compuesta por un adhesivo de inmersión. La capa de pegamento 18 forma una capa límite que evita reflejos totales de los haces de luz de emisión en la transición del chip LED 16 a la lente de captación 11.

Las lentes de captación 11 están desarrolladas como lentes con simetría rotacional. Por consiguiente, las aberturas angulares de los haces de luz de emisión de un chip LED 16, tras pasar por la lente de captación 11 ubicada
20 delante, son simétricas al eje óptico 19 del chip LED 16.

Por el contrario, las superficies de forma libre 14, 15 de las lentes de forma libre 12, 13 que están ubicadas detrás de las respectivas unidades de emisión están diseñadas de forma asimétrica al eje óptico 19 del correspondiente emisor 10. Gracias a este diseño de las lentes de forma libre 12, 13, la estructura asimétrica de los campos de iluminación 8 se mantiene como está representada en la figura 1.

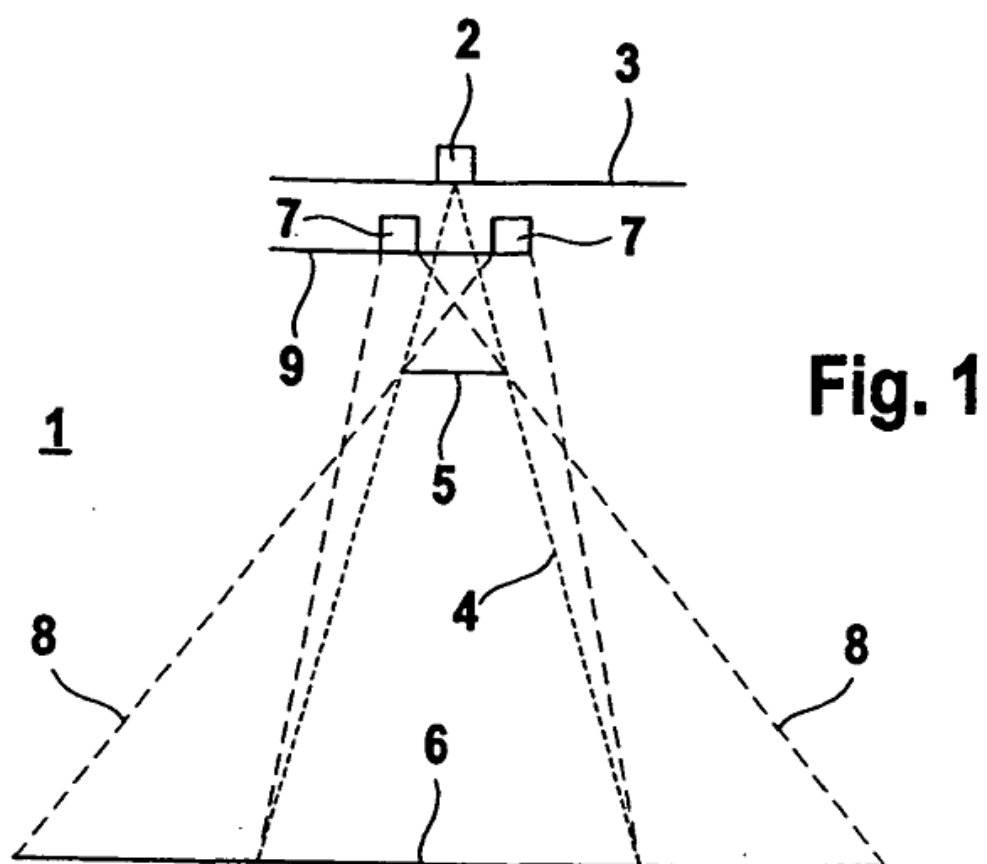
25 Además, mediante la adaptación de las geometrías de las superficies de forma libre 14, 15 de las lentes de forma libre 12, 13 se logra que el área de cobertura sea iluminada de manera homogénea acorde al perfil de exigencia mencionado.

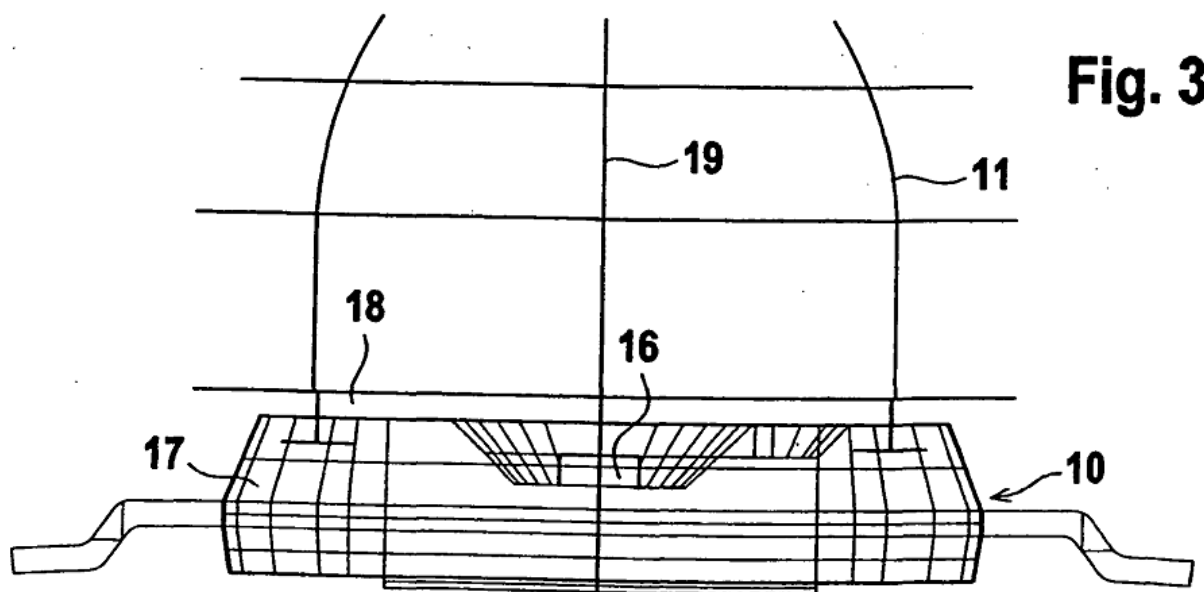
Lista de referencias

- (1) Sensor óptico
- 30 (2) Cámara
- (3) Plano del objetivo
- (4) Campo visual
- (5) Plano del objeto
- (6) Plano del objeto
- 35 (7) Sistema de iluminación
- (8) Campos de iluminación
- (9) Plano de iluminación
- (10) Emisor
- (11) Lente de captación
- 40 (12) Lente de forma libre
- (13) Lente de forma libre
- (14) Superficie de forma libre
- (15) Superficie de forma libre
- (16) Chip LED
- 45 (17) Carcasa
- (18) Capa de pegamento
- (19) Eje

REIVINDICACIONES

1. Sensor óptico para la detección de objetos en un área de cobertura con por lo menos un emisor que emite haces de luz de emisión, por lo menos un receptor que recibe haces de luz de recepción y una unidad de valoración, en la cual se genera una señal de comprobación del objeto mediante la valoración de las señales de recepción del receptor, caracterizado porque al emisor (10), que es por lo menos uno, para la formación de los haces de luz de emisión se le adjudica por lo menos un objeto óptico con por lo menos una superficie límite diseñada como superficie de forma libre (14, 15), donde la geometría de la superficie de forma libre (14, 15) se deriva en forma de una ecuación diferencial a partir de la distribución de luminosidad que se debe obtener en el plano del área de cobertura.
2. Sensor óptico acorde a la reivindicación 1, caracterizado porque al receptor, que es por lo menos uno, para la formación de los haces de luz de recepción se le adjudica un objeto óptico con por lo menos una superficie de forma libre.
3. Sensor óptico acorde a la reivindicación 2, caracterizado porque los haces de luz de emisión y/o los haces de luz de recepción se reflejan en la superficie límite del elemento óptico.
4. Sensor óptico acorde a la reivindicación 3, caracterizado porque elemento óptico forma un elemento especular.
5. Sensor óptico acorde a la reivindicación 2, caracterizado porque los haces de luz de emisión y/o los haces de luz de recepción atraviesan el elemento óptico.
6. Sensor óptico acorde a la reivindicación 5, caracterizado porque el elemento óptico es una lente.
7. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el elemento óptico presenta varias superficies límite diseñadas como superficies de forma libre (14, 15).
8. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el elemento óptico es una pieza de plástico moldeada por inyección.
9. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque por medio del elemento óptico se generan haces de luz de emisión para la iluminación homogénea del área de cobertura.
10. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque por medio del elemento óptico se emiten haces de luz de emisión para la generación de un patrón de iluminación preestablecido.
11. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 9 ó 10, caracterizado porque el área de cobertura está formada por un área espacial.
12. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 9 ó 10, caracterizado porque el área de cobertura está formada por una superficie.
13. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque es un detector de puntos luminosos.
14. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque es un sensor que procesa imágenes.
15. Sensor óptico acorde a la reivindicación 14, caracterizado porque presenta una disposición del receptor lineal o en forma de matriz.
16. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 14 ó 15, caracterizado porque en éste la ubicación de los emisores (10) forma una unidad de iluminación.
17. Sensor óptico acorde a la reivindicación 16, caracterizado porque a cada sensor (10) se le adjudica un elemento óptico con una superficie límite diseñada como superficie de forma libre (14, 15).
18. Sensor óptico acorde a una de las reivindicaciones 16 ó 17, caracterizado porque cada sensor (10) presenta un chip LED (16), que está ubicado en una carcasa (17) del emisor (10), donde sobre la carcasa (17) se encuentra una lente de captación.
19. Sensor óptico acorde a la reivindicación 18, caracterizado porque la lente de captación (11) está unida con la carcasa (17) por medio de un adhesivo de inmersión.





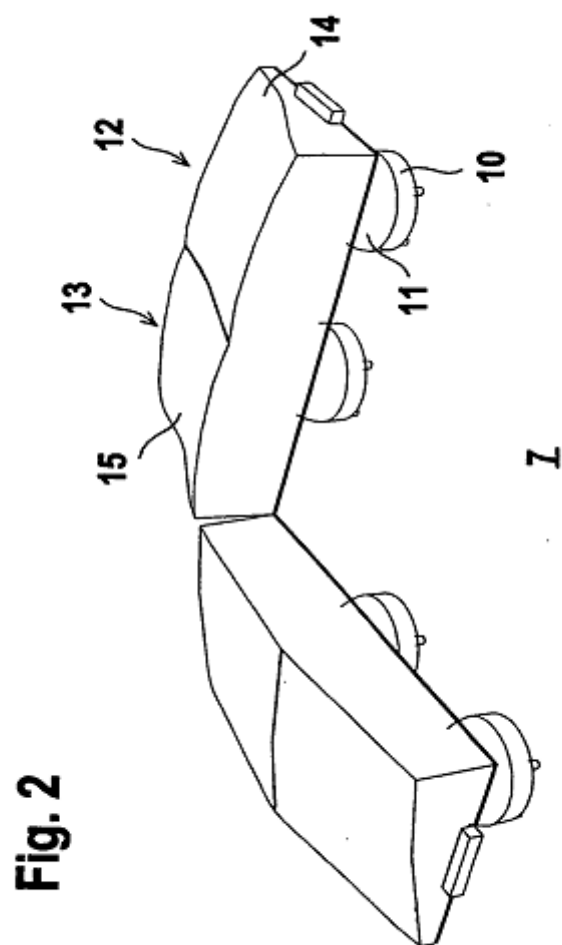


Fig. 2