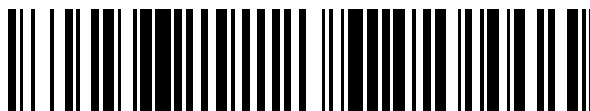


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 785**

51 Int. Cl.:

G01B 11/25 (2006.01)

G02B 27/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2003** **E 03776980 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013** **EP 1561084**

54 Título: **Generador de luz estructurada**

30 Prioridad:

11.11.2002 GB 0226241

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.04.2013

73 Titular/es:

**QINETIQ LIMITED (100.0%)
85 BUCKINGHAM GATE
LONDON, SW1E 6PD, GB**

72 Inventor/es:

**ORCHARD, DAVID, ARTHUR y
LEWIN, ANDREW, CHARLES**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 401 785 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

Generador de luz estructurada.

Esta invención se refiere a un generador de luz estructurada para iluminar una escena que está adaptado para utilizarse con un aparato de telemetría tal como un sistema de telemetría por formación de imagen.

- 5 Los sistemas de telemetría por formación de imagen iluminan frecuentemente una escena y forman la imagen de la luz reflejada por la escena para determinar la información de distancia.

Un sistema conocido, un denominado sistema de triangulación, utiliza una fuente dispuesta para iluminar una escena con un haz de luz de tal manera que aparezca un punto en la escena. Un detector está orientado de una forma predeterminada con respecto a la fuente de tal manera que la posición del punto de luz en la escena revela información de distancia. El haz de luz puede ser desplazado tanto en azimut como en elevación a través de la escena para generar información de distancia desde toda la escena. En algunos sistemas, el haz de luz puede ser un haz lineal de tal manera que se recoja simultáneamente información de distancia unidimensional y el haz lineal sea desplazado en una dirección perpendicular para adquirir información de distancia en la otra dimensión.

- 10 Los sistemas de iluminación de esta clase utilizan frecuentemente sistemas de láser. Los sistemas de láser pueden tener implicaciones de seguridad y requerir mecanismos de exploración complicados y relativamente caros. Los láseres son también fuentes de potencia relativamente alta.

En la patente US 6.377.353 se describe otro tipo de sistema de iluminación. Aquí se describe un generador de luz estructurada que comprende una fuente de luz dispuesta enfrente de una platina modelada que tiene una agrupación ordenada de aberturas en ella. La luz procedente de la fuente sólo pasa a través de las aberturas y proyecta una agrupación ordenada de puntos sobre la escena. La información de distancia en este aparato se determina analizando el tamaño y la forma de los puntos formados.

Sin embargo, este tipo de sistema de iluminación bloquea una proporción de la luz generada por la fuente y, por tanto, requiere una fuente de potencia relativamente alta para generar la iluminación requerida. Además, la profundidad de campo del sistema de iluminación está algo limitada y es difícil una discriminación a bajas distancias.

- 25 La patente US 4.294.544 describe un sistema de medición topográfica para definir una superficie remota que tiene un iluminador para iluminar la escena con una agrupación ordenada de haces láser que son secuenciados de una manera particular. Los medios de proyección descritos son un sistema complicado de placas de cizalladura y medios de dirección de haz. El dispositivo produce una agrupación ordenada colimada de haces de luz que puede no ser adecuada para todas las aplicaciones y utiliza una fuente de láser de alta potencia.

- 30 La publicación WO 02/40940 describe un generador de luz estructurada para iluminar una escena, en donde el generador de luz estructurada está adaptado para utilizarse con un aparato de telemetría y comprende una fuente de luz y una máscara, en donde la máscara tiene al menos una porción transmisiva, y el generador de luz estructurada está dispuesto para dirigir una pluralidad de áreas bien distintas de luz hacia la escena.

Por tanto, es un objeto de la invención proporcionar una fuente de luz estructurada que mitigue al menos algunas de las desventajas antes mencionadas. Como se utiliza en esta memoria, el término generador de luz estructurada deberá tomarse como significando una fuente que proyecta una pluralidad de áreas bien distintas de luz hacia una escena.

- Por tanto, según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un generador de luz estructurada de acuerdo con la reivindicación 1. En un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un generador de luz estructurada según la reivindicación 2.

La guía de luz opera en efecto como un caleidoscopio. La luz procedente de la fuente se refleja desde los lados del tubo y puede experimentar una pluralidad de trayectorias de reflexión dentro del tubo. El resultado es que se producen y se proyectan sobre la escena múltiples imágenes de la fuente de luz. Así, la escena se ilumina con una agrupación ordenada de imágenes de la fuente de luz. Por tanto, cuando la fuente es un simple diodo de emisión de luz, la escena se ilumina con una agrupación ordenada de puntos de luz. El generador de luz estructurada de la presente invención es ventajoso debido a que ofrece una gran profundidad de campo. La profundidad de campo del generador determinará obviamente la distancia sobre la cual el generador puede utilizarse efectivamente, y una gran profundidad de campo significa que el dispositivo tiene un mayor rango de funcionamiento efectivo. Esto es especialmente útil cuando se le utiliza como una fuente de iluminación en aplicaciones de medición de distancias, ya que permite que se utilice el mismo aparato para determinar la distancia a objetos relativamente cercanos, así como a objetos distantes. Permite también su funcionamiento en una escena que tenga una posible variación grande de distancia en la escena. Además, la replicación de la imagen que ocurre dentro de la guía de luz significa que se proyectan imágenes de la fuente de luz uniformemente a través de un ángulo muy amplio. En otras palabras, la agrupación ordenada de puntos proyectados sobre la escena no está limitada en ángulo como lo están algunos dispositivos de la técnica anterior, lo que de nuevo es muy útil en aplicaciones de medición de distancias, en donde puede requerirse un amplio campo de visión para objetos relativamente distantes.

La guía de luz comprende un tubo con paredes sustancialmente reflectivas y tiene una sección transversal constante que es convenientemente un polígono regular. El hecho de tener una sección transversal regular significa que la agrupación ordenada de imágenes de la fuente de luz será también regular, lo que es ventajoso para aplicaciones de medición de distancias. Una agrupación ordenada regular de imágenes asegura que la escena se ilumine de una manera conocida y facilitará la discriminación de imágenes para fines de medición de distancias. Un tubo de sección cuadrada es muy preferido.

El tubo puede comprender un tubo hueco que tiene superficies internas reflectivas, es decir, paredes internas especulares. Alternativamente, el tubo puede fabricarse de un material macizo y disponerse de tal manera que una cantidad sustancial de luz incidente en una interfaz entre el material del tubo y el material circundante experimente una reflexión interna total. El material del tubo puede revestirse con un revestimiento de un índice de refracción adecuado o diseñarse para funcionar en el aire, en cuyo caso el índice de refracción del material de guía de luz deberá ser tal que tenga lugar una reflexión interna en la interfaz material-aire.

El uso de un tubo como éste en calidad de guía de luz da como resultado que se generen múltiples imágenes de la fuente de luz que pueden proyectarse hacia la escena a través de un amplio ángulo. La guía de luz es fácil de fabricar y ensamblar y acopla la mayoría de la luz de la fuente con la escena. Así, pueden utilizarse fuentes de baja potencia tales como diodos de emisión de luz. Como la abertura de salida de la guía de luz es generalmente pequeña, el aparato tiene también una gran profundidad de campo que, como se menciona, lo hace útil para aplicaciones de medición de distancias que requieren la proyección de imágenes que están separadas en un amplio rango de distancias. Típicamente, la guía de luz tiene un área en sección transversal en el rango de unos pocos milímetros cuadrados a unas pocas decenas de milímetros cuadrados; por ejemplo, el área en sección transversal puede estar en el rango de 1-50 mm² o 2-25 mm². Como se ha mencionado, la guía de luz tiene preferiblemente una sección transversal de forma regular con una dimensión más larga de unos pocos milímetros, por ejemplo 1-5 mm. Una realización como la mencionada es un tubo de sección cuadrada que tiene una longitud de lado de 2-3 mm. La guía de luz puede tener una longitud de unas pocas decenas de milímetros; una guía de luz puede estar entre 10 y 70 mm de largo. Tales guías de luz pueden generar una rejilla de imágenes en un ángulo de 50-100 grados (típicamente alrededor de dos veces el ángulo interno total dentro de la guía de luz). Se encuentra generalmente que la profundidad de campo es lo suficientemente grande para permitir un funcionamiento desde 100 mm hasta el infinito. Sin embargo, otras disposiciones de la guía de luz pueden ser adecuadas para ciertas aplicaciones.

La óptica de proyección puede comprender una lente de proyección. La lente de proyección puede localizarse junto a la cara de salida de la guía de luz. En algunas realizaciones en las que la guía de luz es maciza, la lente puede ser enteriza con la guía de luz, es decir, el tubo puede conformarse en la cara de salida para constituir una lente.

Todos los haces de luz proyectados por el aparato según la presente invención pasan a través del extremo de la guía de luz y puede pensarse que se originan en el punto del centro de la cara extrema de la guía de luz. La óptica de proyección puede comprender entonces una lente semiesférica y, si el centro de la semiesfera coincide con el centro de la cara de salida de la guía de luz, el origen aparente de los haces permanece en el mismo punto, es decir, cada imagen proyectada tiene un origen de proyección común. En esta disposición, el proyector no tiene un eje como tal, ya que puede ser considerado como una fuente de haces que irradian a través de un amplio ángulo que es muy útil para aplicaciones de medición de distancias. Sin embargo, podrían utilizarse otras ópticas de proyección para diferentes efectos.

Preferiblemente, las ópticas de proyección están adaptadas para enfocar con precisión la agrupación ordenada proyectada a una distancia relativamente grande. Esto proporciona una imagen más definida a esa distancia y una imagen borrosa a distancias más cortas. La cantidad de borrosidad puede proporcionar alguna información de distancia basta que puede ser útil para aplicaciones de medición de distancias. Se mejora la discriminación si la fuente de luz o la porción transmisiva de la máscara, respectivamente, tiene una forma no circular.

Para aplicaciones de medición de distancias es necesario que el detector de distancia sea capaz de detectar una imagen en la escena y conocer de manera no ambigua qué imagen en la agrupación ordenada proyectada corresponde a ella. El hecho de proporcionar información de distancia basta en el enfoque puede ayudar a eliminar alguna ambigüedad. Por tanto, las ópticas de proyección están adaptadas preferiblemente para proporcionar una imagen sustancialmente enfocada a una primera distancia y una imagen sustancialmente no enfocada a una segunda distancia, estando las distancias primera y segunda dentro del rango esperado de funcionamiento del aparato. Como se ha mencionado, la primera distancia puede ser mayor que la segunda distancia.

A fin de eliminar adicionalmente la ambigüedad, la fuente de luz puede tener una forma que no sea simétrica alrededor de los ejes de reflexión de la guía de luz. Si la fuente de luz no es simétrica alrededor del eje de reflexión, la fuente de luz será diferente a su imagen especular. Las imágenes adyacentes en la agrupación ordenada proyectada son imágenes especulares y así la conformación de la fuente de luz de esta manera permitiría una discriminación entre puntos adyacentes.

El aparato según el primer aspecto de la invención puede comprender más de una fuente de luz, estando dispuesta cada fuente de luz para iluminar parte de la cara de entrada de la guía de luz. El uso de más de una fuente de luz puede mejorar la resolución de imagen en la escena. Preferiblemente, la pluralidad de fuentes de luz están

dispuestas en un patrón regular. Las fuentes de luz pueden disponerse de tal manera que puedan utilizarse diferentes disposiciones de fuentes para proporcionar diversas densidades de imágenes. Por ejemplo, una única fuente podría localizarse en el centro de la cara de entrada de la guía de luz para proporcionar una cierta densidad de imágenes. Una agrupación ordenada independiente de dos por dos fuentes podría disponerse también en la cara de entrada y podría utilizarse en lugar de la fuente central para proporcionar una densidad incrementada.

Quando se utiliza una pluralidad de fuentes de luz, al menos una fuente de luz podría disponerse para emitir luz a una longitud de onda diferente hacia otra fuente de luz. El uso de fuentes con diferentes longitudes de onda significa que la agrupación ordenada de imágenes proyectadas en una escena tendrá diferentes longitudes de onda; en efecto, las fuentes y, por tanto, las correspondientes imágenes serán de diferentes colores – aunque la persona experta apreciará que el término color no significa que implique un funcionamiento en el espectro visible. El hecho de tener diversos colores ayudará a eliminar la ambigüedad sobre qué imagen es qué en la agrupación ordenada proyectada.

Alternativamente, al menos una fuente de luz podría configurarse de manera diferente de otra fuente de luz, teniendo preferiblemente al menos una fuente de luz una forma que no es simétrica alrededor de un eje de reflexión de la guía de luz. El hecho de conformar las fuentes de luz de nuevo ayuda a discriminar entre imágenes en la agrupación ordenada y el hecho de tener las formas no simétricas significa que las imágenes especulares serán diferentes, mejorando aún más la discriminación, como se describe anteriormente.

Al menos una fuente de luz podría localizarse dentro de la guía de luz, a una profundidad diferente a la de otra fuente de luz. La separación angular de la agrupación ordenada proyectada de haces que emanan de un caleidoscopio viene determinada por la relación de su longitud a su anchura, como se describirá más adelante. La localización de al menos una fuente de luz dentro del caleidoscopio acorta la longitud efectiva de la guía de luz para esa fuente de luz. Por tanto, el patrón resultante proyectado hacia la escena comprenderá más de una agrupación ordenada de imágenes que tienen periodos diferentes. Por tanto, el grado de solapamiento de las imágenes cambiará con la distancia al centro de la agrupación ordenada, lo que puede utilizarse para identificar cada imagen de una manera singular.

En el aparato según el primer aspecto de la invención, la fuente de luz puede disponerse extendiéndose desde un lado de la cara de entrada hasta el otro de tal manera que el generador de luz estructurada ilumine la escena con una agrupación ordenada de líneas. Si se utiliza una fuente de luz que está dispuesta extendiéndose desde un lado de la cara de entrada de la guía de luz hasta el otro en una dirección ortogonal a un eje de reflexión, el efecto será que se proyecte una línea constante sobre la escena, lo que puede ser útil para algunas aplicaciones. En algunas realizaciones, puede desearse iluminar la escena con líneas intersecantes. Los puntos de intersección entre las líneas pueden utilizarse para la identificación a fines de medición de distancias de una manera similar a imágenes separadas, como se describe anteriormente, y para los fines de esta memoria cualquier referencia a una imagen deberá tomarse como incluyendo un punto identificable de luz iluminada tal como el punto de intersección entre líneas continuas. Por tanto, los puntos de intersección pueden utilizarse para localizar la distancia a ese punto. Esa información de distancia podría utilizarse entonces para permitir la medición de la distancia a cualquier otro punto en la línea, es decir, un punto en la línea que no es un punto de intersección, permitiendo que se recoja información de distancia más detallada. Sin embargo, en algunos casos lo mejor puede ser medir la distancia a imágenes separadas y activar a continuación las líneas, en cuyo caso la fuente de luz puede estar adaptada para iluminar la guía de luz a fin de producir una agrupación ordenada de líneas o una agrupación ordenada de imágenes independientes.

En ciertos aspectos de la invención la cara de entrada de la guía de luz se ilumina a través de una máscara. La máscara está dispuesta de modo que la fuente de luz ilumina sólo una parte o partes de la cara de entrada, es decir, la máscara puede tener al menos una porción transmisiva y la porción o cada porción transmisiva puede disponerse para iluminar solamente parte de la cara de entrada de la guía de luz. Por tanto, en vez de utilizar una fuente de luz relativamente pequeña para iluminar sólo parte de la cara de entrada de la guía de luz, podrían utilizarse una o más fuentes de luz para iluminar una máscara. La máscara sólo permitiría el paso de luz hacia parte de la cara de entrada de la guía de luz y así podría utilizarse una fuente de luz más grande o una colección de fuentes. La máscara puede tener más de una porción transmisiva de modo que una sola fuente de luz podría iluminar partes independientes de la cara de entrada de la guía de luz. Por tanto, podrían generarse varias áreas de luz bien distintas en la cara de entrada de la guía de luz utilizando sólo una fuente o posiblemente una pequeña agrupación ordenada de fuentes.

El uso de una máscara de esta manera requiere que la máscara se localice con precisión en la cara de entrada de la guía de luz. Esto es más fácil que requerir una localización precisa de una fuente de luz o una agrupación ordenada de fuentes de luz, y puede conseguirse imprimiendo o procesando de otra forma el final del caleidoscopio. El posicionamiento de la fuente o fuentes de luz es entonces menos crítico, ya que es sólo necesario que éstas se dispongan para iluminar la máscara.

La porción o las porciones transmisivas de la máscara pueden tener una forma no circular bien distinta. Como se menciona anteriormente, la proyección de un área con una forma no circular bien distinta puede ayudar a proporcionar información de distancia si se enfoca con precisión a una distancia y se desenfoca a otra.

Análogamente, si la máscara tiene varias porciones transmisivas para iluminar varias áreas diferentes de la cara de entrada de la guía de luz, al menos algunas podrían tener formas diferentes para ayudar a la identificación de área en un sistema de medición de distancias. La conformación de las porciones transmisivas de una máscara de entrada es generalmente más fácil que la provisión de fuentes de luz conformadas. Adicional o alternativamente, la máscara puede comprender diferentes porciones transmisivas, al menos algunas de las cuales son transmisivas a diferentes longitudes de onda. En otras palabras, la máscara puede tener una pluralidad de ventanas, funcionando cada una de ellas como un filtro de color diferente. Cuando la máscara se ilumina con una fuente de luz blanca, se iluminarán diferentes partes de la cara de entrada con diferentes puntos de color que se replicarán y se proyectarán hacia la escena. Por supuesto, la invención no está limitada a longitudes de onda visibles y el término color deberá considerarse de manera correspondiente. La máscara puede tener también una porción transmisiva dispuesta para extenderse desde un lado de la cara de entrada de la guía de luz hasta el otro a fin de permitir que la fuente de luz ilumine la cara de entrada de la guía de luz con al menos una línea. Esto dará como resultado que el generador de luz estructurada proyecte una agrupación ordenada en líneas sobre la escena. En algunas realizaciones, la máscara puede disponerse de tal manera que se proyecte una agrupación ordenada de líneas intersecantes, con las mismas ventajas que se describen anteriormente con respecto a una fuente de luz continua.

La máscara puede comprender un modulador, tal como un modulador electroóptico. El uso de un modulador para formar al menos parte de la máscara podría permitir el control de las características de transmisión de ciertas porciones de la máscara, lo que, a su vez, controla la iluminación de la cara de entrada de la guía de luz. Por ejemplo, ciertas ventanas o porciones transmisivas podrían conmutarse de transmisivas a no transmisivas para desconectar ciertas áreas en la agrupación ordenada, y viceversa. En consecuencia, el término porción transmisiva no deberá leerse como limitado a una porción que sea siempre transmisiva, sino meramente limitado a una que sea capaz de ser transmisiva a al menos una longitud de onda de funcionamiento. Como alternativa, podría cambiarse la longitud de onda de transmisión de una ventana en la máscara de modo que pueda cambiarse el color de ciertas áreas en la agrupación ordenada. Como se menciona anteriormente, cuando se utiliza esto en aplicaciones de medición de distancias, puede ser necesario alterar las características de algunas áreas en la agrupación ordenada para permitir una identificación singular de las áreas observadas en la escena a fin de resolver cualesquiera ambigüedades de distancia.

Para asegurar una iluminación uniforme de la máscara, se dispone preferiblemente un homogeneizador entre la fuente o fuentes de luz y la máscara. El homogeneizador puede comprender un simple tubo de luz tal como un tubo de luz de plástico para proporcionar iluminación uniforme. Aunque no se menciona de manera explícita en las reivindicaciones adjuntas, las partes no transmisivas de la máscara pueden ser reflectivas de manera que la luz que no es transmitida puede ser reflejada de vuelta desde la máscara para ser de nuevo utilizada. Recirculando la luz no transmitida de esta manera ayuda a reducir el brillo del recurso de luz o recursos necesarios reduciendo los requerimientos de energía.

Aunque no se menciona de manera explícita en las reivindicaciones adjuntas, el generador de luz estructurada puede comprender convenientemente un medio controlable para redireccionar la dirección de la radiación proyectada. En algunas aplicaciones puede desearse redireccionar la formación de luz proyectada. Por ejemplo se podría conseguir información de rango de resolución superior al redireccionar la formación proyectada entre fotogramas capturados para así proyectar los puntos en las diferentes partes de la escena permitiendo que se calculen más puntos de rango. Convenientemente los medios de redirección de la radiación comprenden un elemento refractivo que puede ser girado para así redirigir el formación proyectada a una parte de la escena diferente. Por ejemplo los medios de redirección pueden comprender cuña refractiva que se monta para rotar sobre un eje y se adapta para refractar radiación fuera de ese eje.

Como se ha mencionado, la presente invención es particularmente adecuada para iluminar una escena con luz estructurada de modo que un sistema de medición de distancias basado en la formación de imágenes pueda determinar la distancia a puntos en la imagen.

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo solamente con referencia a los siguientes dibujos, de los cuales:

La figura 1 muestra un generador de luz estructurada según la presente invención,

La figura 2 ilustra la manera en que el generador de luz estructurada proyecta múltiples imágenes,

La figura 3 muestra otra realización de un generador de luz estructurada según la presente invención,

La figura 4 muestra la cara de entrada de una guía de luz del generador de luz estructurada de la presente invención que tiene una pluralidad de fuentes de luz,

La figura 5 muestra la cara de entrada de una guía de luz del generador de luz estructurada de la presente invención que tiene una pluralidad de fuentes de luz conformadas y parte del patrón proyectado hacia la escena,

La figura 6 muestra un generador de luz estructurada que tiene dos fuentes de luz dispuestas a diferentes profundidades y una parte del patrón proyectado hacia la escena,

La figura 7 muestra el patrón de salida de un generador de luz estructurada dispuesto para iluminar la escena con una pluralidad de líneas,

La figura 8 ilustra la cara de entrada y el patrón de salida de un generador de luz estructurada dispuesto para iluminar la escena con una agrupación ordenada de líneas intersecantes, y

5 La figura 9 muestra un generador de luz estructurada según otro aspecto de la invención.

En la figura 1 se muestra un generador de luz estructurada indicado generalmente con 2 según la presente invención. Una fuente de luz 4 está localizada junto a una cara de entrada de un caleidoscopio 6. En el otro extremo está localizada una simple lente de proyección 8. La lente de proyección se muestra separada del caleidoscopio para fines de claridad, pero generalmente se localizaría junto a la cara de salida del caleidoscopio.

10 La fuente de luz 4 es un diodo de emisión de luz (LED) que emite infrarrojos. El infrarrojo es útil para aplicaciones de medición de distancias, ya que la agrupación ordenada de imágenes proyectadas no necesita interferir con una imagen visual que se esté adquiriendo, y los LEDs y detectores infrarrojos son razonablemente baratos. Sin embargo, el experto apreciaría que podrían utilizarse otras longitudes de onda y otras fuentes de luz para otras aplicaciones sin apartarse del alcance de la invención.

15 El caleidoscopio es un tubo hueco con paredes internamente reflectivas. El caleidoscopio podría hacerse de cualquier material con rigidez adecuada y las paredes internas podrían ser revestidas con revestimientos dieléctricos adecuados. Sin embargo, el experto apreciaría que el caleidoscopio podría comprender una barra maciza. Bastaría cualquier material que sea transparente a la longitud de onda de funcionamiento del LED, tal como vidrio óptico transparente. El material necesitaría disponerse de tal manera que en la interfaz entre el caleidoscopio y el aire
20 circundante la luz se refleje de manera totalmente interna dentro del caleidoscopio. Esto puede conseguirse utilizando revestimientos adicionales (plateado), particularmente en regiones que pueden cementarse con cementos/epoxis de índice potencialmente adaptadores de los índices, etc. Cuando se requieren grandes ángulos de proyección, esto podría requerir que el material de caleidoscopio se revista de un material reflectivo. Un caleidoscopio ideal tendría paredes perfectamente rectilíneas con 100% de reflectividad. Deberá hacerse notar que
25 un caleidoscopio hueco puede no tener una cara de entrada o de salida como tal, pero la entrada y la salida del caleidoscopio hueco deberán considerarse como la cara para los fines de esta memoria.

El efecto del tubo del caleidoscopio es tal que pueden verse múltiples imágenes del LED en el extremo de salida del caleidoscopio. El principio se ilustra con referencia a la figura 2. La luz procedente del LED 4 puede transmitirse directamente a lo largo del caleidoscopio sin experimentar ninguna reflexión en absoluto-trayectoria 10. Sin
30 embargo, parte de la luz se reflejará una vez y seguirá la trayectoria 12. Visto desde el extremo del caleidoscopio, esto dará como resultado que se vea una fuente virtual 14. La luz que experimenta dos reflexiones se desplazaría a lo largo de la trayectoria 16 dando como resultado que se observe otra fuente virtual 18.

Las dimensiones del dispositivo se adaptan a la aplicación pretendida. Imaginemos que el LED 4 emite luz en forma de un cono con un ángulo completo de 90°. El número de imágenes vistas en cada lado de la imagen central no
35 reflejada será igual a la longitud del caleidoscopio dividida por su anchura. La relación de la separación de imágenes al tamaño de imagen se determina por la relación del ancho del caleidoscopio al tamaño del LED. Así, un LED de 200 µm de ancho y un caleidoscopio de 30 mm de largo por 1 mm de lado producirá una rejilla cuadrada de 61 imágenes en un lado separadas por cinco veces su anchura (cuando se enfoca). Como la abertura de salida efectiva es pequeña a 1 mm de lado, el dispositivo tiene una gran profundidad de campo que le hace particularmente
40 adecuado para aplicaciones basadas en medición de distancias. El caleidoscopio anteriormente descrito puede tener una profundidad de campo de 100 mm hasta el infinito. Otras dimensiones del caleidoscopio se utilizarán para otras aplicaciones. Puede utilizarse un caleidoscopio de sección cuadrada de 2-3 mm de lado con una longitud de, digamos, 20-50 mm para generar diversas densidades de imágenes.

La lente de proyección 8 es una simple lente singulete dispuesta en el extremo del caleidoscopio y se elige para
45 proyectar la agrupación ordenada de imágenes del LED 4 sobre la escena. La geometría de proyección puede elegirse de nuevo según la aplicación y la profundidad de campo requeridas, pero una simple geometría es colocar la agrupación ordenada de puntos en o cerca del plano focal de la lente. Una característica útil de la disposición de proyector según la presente invención es que, como se muestra en la figura 2, todos los haces pasan a través del extremo del caleidoscopio y puede pensarse que se originan en el centro de la cara de salida del caleidoscopio. La
50 figura 3 muestra una lente semiesférica 28 formada de manera enteriza con el caleidoscopio 26. Así, el proyector según la presente invención es ventajoso para la proyección de imágenes de la cara de entrada del caleidoscopio a través de un ángulo amplio y no tiene efectivamente ningún eje del que hablar, a diferencia de los sistemas de proyección de la técnica anterior.

Para algunas aplicaciones de medición de distancias, es ventajoso que las imágenes se enfoquen con precisión a
55 una distancia probable y se enfoquen menos a otra distancia probable. Cuando se utiliza un generador de luz estructurada según el primer aspecto de la presente invención para aplicaciones de medición de distancias, se ilumina la escena con una agrupación ordenada proyectada de imágenes. Un detector dispuesto para determinar la localización de las imágenes en la escena puede trabajar entonces fuera del ángulo y, por tanto, fuera de la

distancia a esa imagen, pero sólo si puede determinar exactamente qué imagen es qué. La determinación de si una imagen se enfocó o no daría una indicación basta de distancia y, por tanto, eliminaría cierta ambigüedad sobre qué imagen se estaba considerando. Esta discriminación puede mejorarse si el LED tiene una forma particular, tal como cuadrada, de modo que una imagen en foco sea también cuadrada. Una imagen desenfocada sería de forma más circular.

En una realización de la invención, la fuente de luz está conformada para permitir la discriminación entre imágenes adyacentes. Cuando la fuente de luz es simétrica alrededor de los ejes de reflexión apropiados, las imágenes producidas por el sistema son efectivamente idénticas. Sin embargo, cuando se utiliza una fuente conformada de manera no simétrica, las imágenes adyacentes serán imágenes especulares distinguibles una de otra. El principio se ilustra en la figura 3.

El generador de luz estructurada 2 comprende un tubo macizo de vidrio óptico transparente 26 que tiene una sección transversal cuadrada. Un LED 24 conformado está localizado en una cara. El otro extremo del tubo 26 está conformado como una lente de proyección 28. Como se menciona anteriormente, el caleidoscopio 26 y la lente 26 son, por tanto, enterizos, lo que incrementa la eficiencia óptica y facilita la fabricación, ya que puede utilizarse un único paso de moldeo. Alternativamente, podría cementarse ópticamente una lente independiente en el extremo de un caleidoscopio macizo con una cara de salida de plano.

Para fines de ilustración, se muestra el LED 24 como una flecha que apunta a una esquina del caleidoscopio, hacia arriba a la derecha en esta ilustración. Se muestra la imagen formada en una pantalla 30. Una imagen central 32 del LED se forma de manera correspondiente a un punto no reflejado y de nuevo tiene la flecha apuntando hacia arriba a la parte superior derecha. Nótese que, en realidad, una simple lente de proyección proyectará una imagen invertida y así las imágenes formadas estarían realmente invertidas. Sin embargo, las imágenes se muestran no invertidas para fines de explicación. Las imágenes 34 encima y debajo del punto central se han reflejado una vez y, por tanto, son una imagen especular alrededor del eje x, es decir, la flecha apunta hacia abajo a la derecha. Sin embargo, las siguientes imágenes 36 encima o debajo se han reflejado dos veces alrededor del eje x y así son idénticas a la imagen central. Análogamente, las imágenes 38 a la izquierda y a la derecha de la imagen central se han reflejado una vez con respecto al eje y, y así la flecha parece apuntar hacia arriba a la izquierda. Las imágenes 40 adyacentes diagonalmente al punto central se han reflejado una vez alrededor del eje x y una vez alrededor del eje y, y así la flecha parece apuntar hacia abajo a la izquierda. Así, la orientación de la flecha en la imagen detectada proporciona una indicación de qué imagen está siendo detectada. Esta técnica permite la discriminación entre imágenes adyacentes, pero no entre imágenes subsiguientes.

Adicional o alternativamente, podría utilizarse más de una fuente de luz. Las fuentes de luz podrían utilizarse para proporcionar una resolución variable en términos de densidad de imágenes en la escena, o podrían utilizarse para ayudar a la discriminación entre imágenes, o para ambas cosas.

Por ejemplo, si se utilizara más de un LED y cada LED fuera de un color diferente, el patrón proyectado hacia la escena tendría en ésta imágenes de diferentes colores. El experto apreciaría que el término color, como se utiliza aquí, no significa necesariamente diferentes longitudes de onda en el espectro visible, sino meramente que los LEDs tienen longitudes de onda distinguibles.

La disposición de los LEDs en la cara de entrada del caleidoscopio efectúa la agrupación ordenada de las imágenes proyectadas y se prefiere una disposición regular. Para proporcionar una agrupación ordenada regular, los LEDs deberán espaciarse regularmente uno de otro y la distancia del LED al borde del caleidoscopio deberá ser la mitad de la separación entre los LEDs.

La figura 4 muestra una disposición de LEDs que puede utilizarse para proporcionar diferentes densidades de imágenes. Se disponen trece LEDs en la cara de entrada 42 de un caleidoscopio de sección cuadrada. Nueve de los LEDs 46 & 44a-h se disponen en un patrón de rejilla cuadrada regular de 3x3 con el LED central 46 centrado en el medio de la cara de entrada. Los cuatro LEDs restantes 48a-d se disponen de modo que puedan proporcionar una rejilla regular de 2x2. El generador de luz estructurada puede hacerse funcionar entonces en tres modos diferentes. El LED central 46 podría hacerse funcionar por sí solo – éste proyectaría una agrupación ordenada regular de imágenes como se describe anteriormente – o bien podrían hacerse funcionar múltiples LEDs. Por ejemplo, los cuatro LEDs 48a-d dispuestos en la disposición de 2x2 podrían iluminarse para proporcionar una agrupación ordenada con cuatro veces más imágenes producidas que con el LED central 46 en solitario.

Las diferentes disposiciones de LEDs podrían utilizarse a diferentes distancias. Cuando se utilizan para iluminar escenas en donde las dianas están a corta distancia, el LED único puede generar un número suficiente de imágenes para discriminación. Sin embargo, a distancias intermedias o más largas, la densidad de imágenes puede caer por debajo de un nivel aceptable, en cuyo caso la agrupación ordenada de 2x2 o de 3x3 podría utilizarse para aumentar la densidad de imágenes. Como se menciona, los LEDs podrían ser de diferentes colores para mejorar la discriminación entre las diferentes imágenes.

Cuando se utilizan múltiples fuentes, una elección apropiada de forma o color de las fuentes puede proporcionar una discriminación adicional. Esto se ilustra con respecto a la figura 5. Aquí se ilustra una agrupación ordenada de 2x2

de fuentes 52, 54, 56, 58 de diferentes formas junto con una porción del patrón producido. Puede pensarse del patrón resultante formado como una agrupación ordenada embaldosada de imágenes de la cara de entrada 50 del caleidoscopio, siendo cada baldosa adyacente una imagen especular de su vecina alrededor del eje apropiado. Mirando justo en la dirección x, entonces la agrupación ordenada estará constituida por imágenes correspondientes a los LEDs 52 y 54 y será seguida por imágenes correspondientes a sus imágenes especulares. El patrón resultante significa que cada imagen es diferente de sus tres vecinas siguientes más cercanas en cada dirección y se reduciría la ambigüedad sobre qué imagen está siendo observada por un detector.

Cuando se utilizan múltiples fuentes, las fuentes pueden disponerse para conectarse y desconectarse independientemente a fin de ayudar aún más a la discriminación. Por ejemplo, podrían utilizarse varios LEDs dispuestos como se describe anteriormente, activándose por turno cada LED. Alternativamente, la agrupación ordenada podría funcionar generalmente con todos los LEDs iluminados, pero, en respuesta a una señal de control de un detector que sugiere alguna ambigüedad, podría ser utilizada para activar o desactivar algunos LEDs de manera consecuente.

En una realización adicional se disponen fuentes de luz a diferentes profundidades dentro del caleidoscopio. La separación angular de los haces adyacentes del caleidoscopio depende de la relación entre la longitud y la anchura del caleidoscopio, como se discute anteriormente. La figura 6 muestra un caleidoscopio 66 de sección cuadrado y una lente de proyección 67. El tubo del caleidoscopio 66 se forma a partir de dos piezas de material 66a y 66b que pueden ser de vidrio óptico transparente o cualquier otro material adecuado. Un primer LED 68 está localizado en la cara de entrada del caleidoscopio como se discute anteriormente. Un segundo LED 70 está localizado a una profundidad diferente dentro del caleidoscopio, entre las dos secciones 66a y 66b del caleidoscopio. El experto sería muy consciente de la manera de unir las dos secciones 66a y 66b del caleidoscopio para asegurar una eficiencia máxima y localizar el segundo LED 70 entre las dos secciones.

El patrón resultante contiene dos rejillas con diferentes periodos, con la rejilla correspondiente al segundo LED 70 oscureciendo parcialmente la rejilla correspondiente al primer LED 68. Como puede verse, el grado de separación entre las dos imágenes varía con la distancia a la imagen central. El grado de separación o decalaje de las dos rejillas podría utilizarse entonces para identificar las imágenes de una manera singular. Los LEDs 68, 70 podrían ser de colores diferentes, como se describe anteriormente, para mejorar la discriminación.

Hasta ahora, la invención se ha descrito con referencia a la producción de imágenes discretas. Sin embargo, la invención podría utilizarse para proyectar líneas continuas sobre la escena. Una fuente de luz que comprende una tira que va desde un lado de la cara de entrada hasta el otro y que está localizada centralmente produciría una agrupación ordenada de líneas continuas como se muestra en la figura 7. Análogamente, podría producirse una rejilla cuadrada por el uso de una fuente de luz en forma de cruz como se muestra en la figura 8.

Haciendo referencia a la figura 8, un LED 80 en forma de cruz está dispuesto en la cara de entrada del caleidoscopio. Esto da como resultado que el patrón de líneas intersecantes 82 mostrado se proyecte hacia la escena. Los puntos de intersección de las líneas en el patrón de salida pueden verse como imágenes identificables por separado. Un detector podría detectar un punto de intersección en la imagen de la misma manera que podría detectar una imagen bien distinta como se describe anteriormente. Sin embargo, un detector que haya localizado la distancia a un punto de intersección podría determinar entonces también información de distancia a cualquier otro punto a lo largo de la línea intersecante. Por tanto, en algunas aplicaciones la proyección de una rejilla de líneas intersecantes puede ser ventajosa debido a que podría incrementarse la resolución del aparato de medición de distancias. Sin embargo, la identificación de un punto de intersección puede ser menos fácil que la identificación de una imagen singular. En este caso, el LED en forma de cruz podría comprender una porción central separada 84 que sea operable independientemente. La activación de sólo la porción central 84 daría como resultado que se produzca una agrupación ordenada de imágenes bien distintas como se describe con referencia a las figuras 1 y 2. Una vez que se haya determinado la distancia a cada imagen, el resto del LED 80 podría activarse para proporcionar detalles adicionales para la medición de distancias.

La figura 9 muestra el segundo aspecto de la invención, en donde, en lugar de localizar los LEDs en la cara de entrada de la guía de luz, se dispone una máscara en la cara de entrada. El generador de luz estructurada tiene un caleidoscopio 96 de sección cuadrada y una lente de proyección 98 tal como se describe con referencia a la figura 6 anterior, aunque podría utilizarse también una disposición enteriza como la mostrada en la figura 3. Una máscara 92 está dispuesta en la cara de entrada al caleidoscopio 96, que es iluminada por un LED 90 a través del tubo de luz 94. El LED 90, que puede sustituirse en su lugar por una agrupación ordenada de LEDs u otras fuentes de luz, ilumina el tubo de luz 94 con un rango de longitud de onda relativamente ancho, es decir, puede ser una fuente de luz blanca. El tubo de luz 94 actúa como un homogeneizador y asegura que la máscara 92 reciba iluminación uniforme. La máscara 92 está provista de una pluralidad de porciones transmisivas de modo que se ilumina sólo una parte de la cara de entrada del caleidoscopio. Por tanto, las porciones transmisivas de la máscara 92 iluminan la cara de entrada de la guía de luz de una manera similar a los LEDs individuales de las realizaciones descritas con referencia a las figuras 1 a 8 y, por tanto, todas las ventajas anteriormente mencionadas son aplicables a este aspecto de la invención.

La máscara 92 puede tener diferentes disposiciones de ventanas transmisivas según la aplicación para la cual se

esté utilizando el generador de luz estructurada. Por ejemplo, en la forma más simple (no mostrada) la máscara puede comprender simplemente una abertura central que permita que se forme un punto en la parte central de la cara de entrada del caleidoscopio que reproduce efectivamente el sistema mostrado en la figura 1. Una máscara alternativa mostrada como 92a podría tener una mayor densidad de aberturas regularmente espaciadas 102, permitiendo densidades de puntos más altas. El uso de una máscara tal como la máscara 92a permite que se ingrese una alta densidad de puntos en el caleidoscopio, pero sin requerir el uso de LEDs muy pequeños. La fabricación de la máscara 92a es relativamente fácil y la alineación precisa de la máscara 92 es más fácil que la alineación de una agrupación ordenada de LEDs. El LED 90 no necesita una alineación tan precisa como la de la máscara (ni que esté localizado en la cara de entrada del caleidoscopio sin una máscara). Es suficiente que él ilumine el tubo de luz 94 y que el tubo de luz 94 ilumine uniformemente la máscara 92. Por tanto, la fabricación del aspecto de la invención que tiene una máscara puede ser más fácil que el aspecto sin ella.

Se muestra una máscara alternativa 92b en donde están formadas diferentes porciones que son transmisivas en diferentes colores. Por ejemplo, las ventanas 104 pueden transmitir luz de una longitud de onda, por ejemplo roja, mientras que las ventanas 106 pueden transmitir luz de una longitud de onda diferente, por ejemplo verde (aunque la invención es aplicable a longitudes de onda fuera del espectro visible). Esto produciría una agrupación ordenada de áreas de diferentes colores que podrían ayudar a la identificación como se describe anteriormente. Las diferentes ventanas 104, 106 podrían hacerse utilizando diferentes materiales de filtro como se entendería fácilmente por un experto en la materia. Además, el LED 90 único podría sustituirse por dos LEDs que funcionen a diferentes longitudes de onda, por ejemplo un LED rojo y un LED verde, de tal manera que cada una de las dos ventanas diferentes 104, 106 transmita radiación emitida por un LED solamente. Por tanto, con ambos LEDs activados, se proyecta una agrupación ordenada de alta densidad de áreas de diferentes colores. Sin embargo, si sólo se activa un LED, por ejemplo el LED rojo, sólo un conjunto de ventanas sería transmisivo, es decir, las ventanas 104, y sólo se proyectaría una agrupación ordenada limitada de áreas. Esto podría extenderse a un mayor número de longitudes de onda.

La máscara 92c muestra una máscara que permite que se proyecte una pluralidad de líneas intersecantes sobre la cara de entrada del caleidoscopio. Esto produciría un patrón similar al mostrado en la figura 8.

La máscara 92 podría ser una máscara fija o la máscara podría comprender un modulador electroóptico tal como un obturador. Las ventanas individuales en la máscara podrían conmutarse entonces para pasar de ser transmisivas a no ser transmisivas a fin de desactivar ciertas áreas en la escena.

El tubo de luz 94 sirve simplemente para guiar la luz desde el LED 90 hasta la máscara 92 y, por tanto, puede ser un componente relativamente barato y de baja precisión, reduciendo los costes del sistema. Las porciones no transmisivas de la cara de entrada de la máscara 92, es decir, la cara que recibe la luz del tubo de luz 94, son reflectivas de tal manera que la luz no transmitida se refleje de nuevo hacia dentro del tubo de luz 94, en donde se reflejará desde el extremo del LED del tubo de luz y será entonces reincidente sobre la máscara 92. Cuando la relación diámetro de punto a espaciamiento es típicamente de alrededor de 4:1, la porción transmisiva de la máscara es sólo de aproximadamente una dieciseisava parte de su área. La recirculación de la luz no transmitida aumenta la eficiencia del dispositivo, reduciendo el requisito de potencia para los LEDs.

REIVINDICACIONES

1. Generador de luz estructurada para iluminar una escena, en donde el generador de luz estructurada está adaptado para utilizarse con un aparato de telemetría y comprende una fuente de luz dispuesta para iluminar parte de la cara de entrada de una guía de luz, comprendiendo la guía de luz un tubo de sección transversal constante que tiene lados sustancialmente reflectivos y que está dispuesto junto con una óptica de proyección para proyectar una agrupación ordenada de imágenes bien distintas de la fuente de luz hacia la escena.
2. Generador de luz estructurada para iluminar una escena, en donde el generador de luz estructurada está adaptado para utilizarse con un aparato de telemetría y comprende al menos una fuente de luz dispuesta para iluminar parte de una cara de entrada de una guía de luz a través de una máscara, en donde la máscara tiene al menos una porción transmisiva, estando dispuesta la o cada porción transmisiva para iluminar sólo parte de la cara de entrada de la guía de luz, comprendiendo la guía de luz un tubo de sección transversal constante que tiene lados sustancialmente reflectivos y que está dispuesto junto con una óptica de proyección para proyectar una agrupación ordenada que comprende una pluralidad de áreas bien distintas de luz hacia la escena.
3. Generador de luz estructurada según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la sección transversal del tubo es un polígono regular.
4. Generador de luz estructurada según la reivindicación 3, en el que el tubo tiene una sección transversal cuadrada.
5. Generador de luz estructurada según cualquier reivindicación anterior, en el que el área de la sección transversal de la guía de luz está en el rango de 1 a 50 mm² o de 2 a 25 mm².
6. Generador de luz estructurada según cualquier reivindicación anterior, en el que la guía de luz comprende un tubo hueco que tiene superficies internas reflectivas.
7. Generador de luz estructurada según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la guía de luz comprende un tubo de material macizo adaptado de tal modo que una cantidad sustancial de luz incidente en una interfaz entre el material del tubo y el material circundante experimenta una reflexión interna total.
8. Generador de luz estructurada según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la guía de luz es de entre 10 y 70 mm de largo.
9. Generador de luz estructurada según cualquier reivindicación anterior, en el que la óptica de proyección comprende una lente de proyección.
10. Generador de luz estructurada según la reivindicación 9 cuando depende de la reivindicación 7, en el que el tubo de material macizo está conformado en una cara de salida de la guía de luz para formar la lente de proyección.
11. Generador de luz estructurada según cualquiera reivindicación anterior, en el que la óptica de proyección comprende una lente semiesférica dispuesta de tal manera que el centro de la lente semiesférica esté localizado en el centro de la cara de salida de la guía de luz, para que el origen aparente de los haces de luz irradiados a través de un amplio ángulo por el generador de luz estructurada permanezca en el mismo punto.
12. Generador de luz estructurada según cualquier reivindicación anterior, en el que la agrupación ordenada de imágenes o áreas proyectadas hacia la escena tiene un punto de origen común.
13. Generador de luz estructurada según cualquier reivindicación anterior, en el que la profundidad de campo del generador de luz estructurada determina un rango efectivo de funcionamiento y en el que la óptica de proyección está adaptada para proporcionar una imagen o área sustancialmente enfocada a una primera distancia y una imagen o área sustancialmente desenfocada a una segunda distancia, estando las distancias primera y segunda dentro del rango efectivo de funcionamiento del aparato.
14. Generador de luz estructurada según la reivindicación 13, en el que la primera distancia puede ser mayor que la segunda distancia.
15. Generador de luz estructurada según la reivindicación 1 o cualquier reivindicación cuando depende de ésta, en el que la fuente de luz tiene una forma no circular.
16. Generador de luz estructurada según la reivindicación 15, en el que la forma de la fuente de luz es no simétrica alrededor de los ejes de reflexión de la guía de luz.
17. Generador de luz estructurada según la reivindicación 1 o cualquier reivindicación cuando depende de esta, que comprende más de una fuente de luz, estando dispuesta cada fuente de luz para iluminar parte de la cara de entrada de la guía de luz.
18. Generador de luz estructurada según la reivindicación 17, en el que las fuentes de luz están dispuestas en un patrón regular.

19. Generador de luz estructurada según cualquiera de las reivindicaciones 17 y 18, en el que al menos una de dichas más de una fuente de luz emite luz a una longitud de onda diferente a la de otra de dichas más de una fuente de luz.
- 5 20. Generador de luz estructurada según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, en el que al menos una de dichas más de una fuente de luz está conformada de manera diferente a otra de dichas más de una fuente de luz.
21. Generador de luz estructurada según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, en el que al menos una de dichas más de una fuente de luz tiene una forma que no es simétrica alrededor de un eje de reflexión de la guía de luz.
- 10 22. Generador de luz estructurada según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 21, en el que al menos una de dichas más de una fuente de luz está localizada dentro de la guía de luz, a una profundidad diferente a la de otra de dichas más de una fuente de luz.
- 15 23. Generador de luz estructurada según la reivindicación 1 o cualquier reivindicación anterior cuando depende de la reivindicación 1, en el que la fuente de luz está dispuesta para extenderse desde un lado de la cara de entrada de la guía de luz hasta el otro de tal manera que el generador de luz estructurada ilumine la escena con una agrupación ordenada de líneas.
24. Generador de luz estructurada según la reivindicación 23, en el que la fuente de luz está dispuesta con relación a la guía de luz para iluminar la escena con líneas intersecantes.
25. Generador de luz estructurada según la reivindicación 2 o cualquier reivindicación cuando depende de la reivindicación 2, en el que la porción transmisiva o al menos una de las porciones transmisivas de la máscara tiene una forma no circular.
- 20 26. Generador de luz estructurada según la reivindicación 25, en el que la máscara tiene una pluralidad de porciones transmisivas y al menos algunas de las porciones transmisivas tienen formas diferentes.
27. Generador de luz estructurada según la reivindicación 2 o cualquier reivindicación cuando depende de la reivindicación 2, en el que la máscara tiene una pluralidad de porciones transmisivas y al menos algunas porciones transmisivas son transmisivas a diferentes longitudes de onda.
- 25 28. Generador de luz estructurada según la reivindicación 2 o cualquiera de las reivindicaciones 3 a 23 cuando dependen de la reivindicación 2, en el que la máscara tiene al menos una porción transmisiva dispuesta para extenderse desde un lado de la cara de entrada de la guía de luz hasta el otro de tal manera que el generador de luz estructurada ilumine la escena con una agrupación ordenada de líneas.
- 30 29. Generador de luz estructurada según la reivindicación 2 o cualquier reivindicación cuando depende de la reivindicación 2, en el que la máscara comprende un modulador adaptado de tal manera que puedan variarse las características de transmisión de al menos parte de la máscara.
30. Generador de luz estructurada según la reivindicación 2 o cualquier reivindicación cuando depende de la reivindicación 2, que comprende además un homogeneizador dispuesto entre la fuente de luz y la máscara.
- 35 31. Generador de luz estructurada según cualquier reivindicación anterior dispuesto para proyectar la agrupación ordenada en un ángulo de entre 50° y 100°.
32. Generador de luz estructurada según cualquier reivindicación anterior, en el que el generador de luz estructurada tiene una profundidad de campo desde 100 mm hasta el infinito.

Figura 1

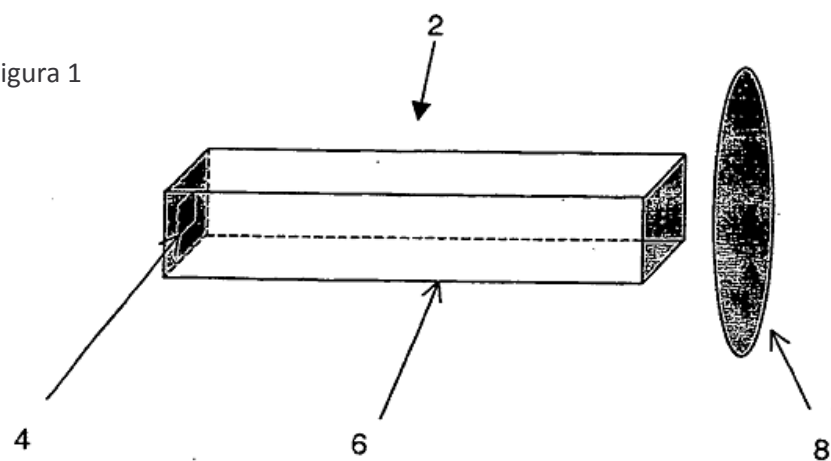
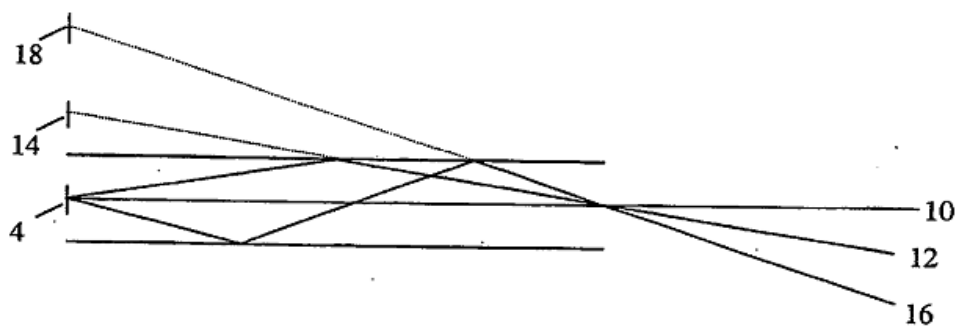


Figura 2



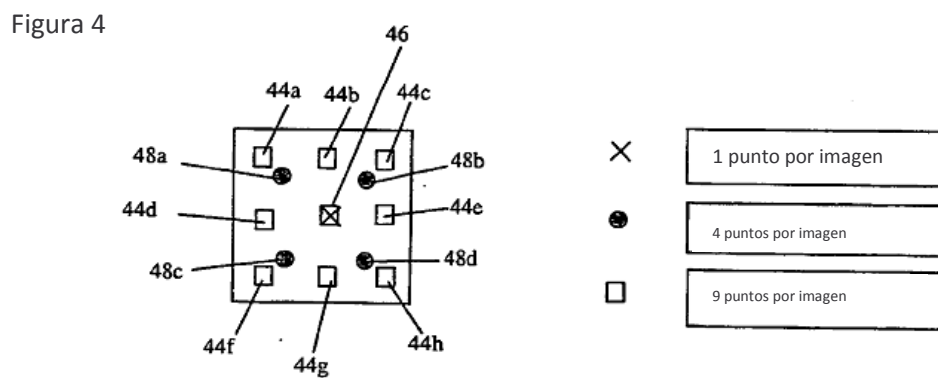
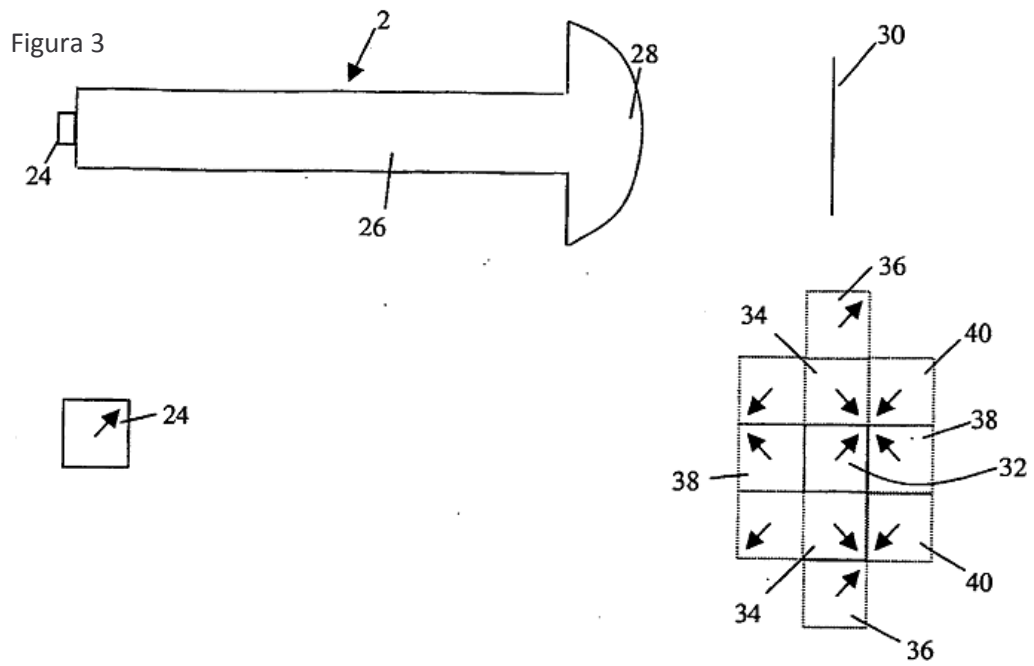


Figura 5

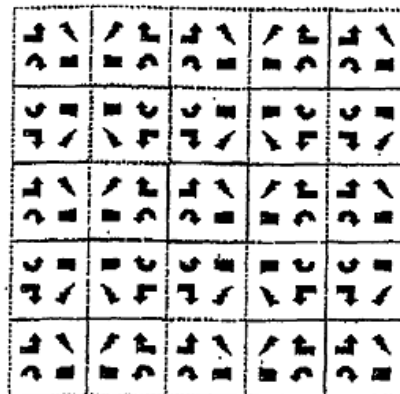
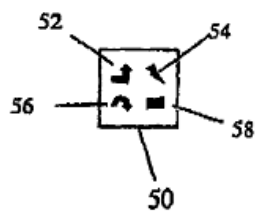


Figura 6

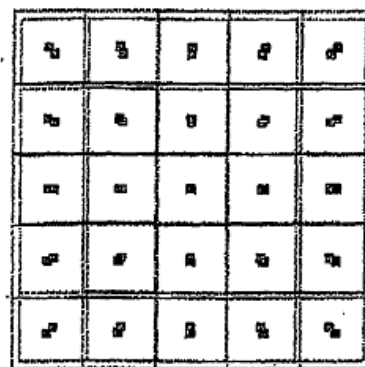
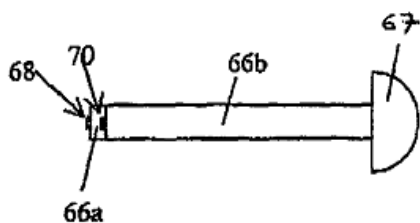


Figura 7

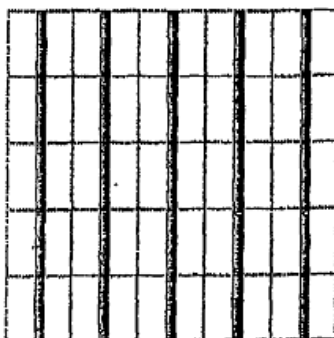


Figura 8

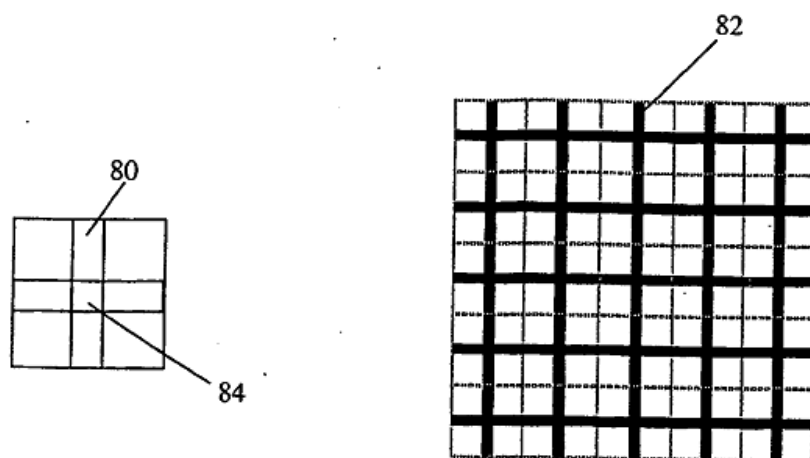


Figura 9

