



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 411**

51 Int. Cl.:  
**F21V 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07862228 .9**

96 Fecha de presentación : **27.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2089656**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.08.2009**

54 Título: **Procedimientos y aparato para proporcionar iluminación por proyección uniforme.**

30 Prioridad: **27.11.2006 US 867206 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**05.07.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**05.07.2011**

73 Titular/es: **PHILIPS SOLID-STATE LIGHTING SOLUTIONS, Inc.**  
**Three Burlington Woods Drive 4th Floor**  
**Burlington, Massachusetts 01803, US**

72 Inventor/es: **Williamson, Ryan C.**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

**ES 2 362 411 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

Procedimientos y aparato para proporcionar iluminación por proyección uniforme.

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general a luminarias de proyección y a procedimientos para disponer fuentes de luz y estructuras ópticas dentro de tales luminarias para proporcionar una iluminación por proyección sustancialmente uniforme.

### Antecedentes

10 Las luminarias de proyección concentran la luz en una dirección específica. Estas luminarias se han usado durante muchos años en diversas aplicaciones para la iluminación en teatro, televisión, arquitectónica y general (por ejemplo, proyección de transparencias, iluminación concentrada, ensamblaje semiconductor, instrumentación médica/científica, iluminación de pistas de aeropuertos y edificios de muchas plantas, etc.). Normalmente, estas luminarias incluyen una lámpara incandescente o de descarga de gas montada adyacente a un reflector cóncavo, que refleja la luz a través de un ensamblaje de lentes para proyectar un haz estrecho de luz por una distancia considerable hacia un objeto objetivo.

15 En los últimos años, los diodos emisores de luz (LED) también se han usado en algunos tipos de luminarias de proyección. En particular, los ensamblajes de chip sobre placa o de montaje superficial de un único LED o de múltiples LED han llamado la atención en la industria para su uso en aplicaciones que requieren una elevada luminancia en combinación con la generación de luz en haz estrecho (para proporcionar un enfoque perfecto/de baja dispersión geométrica de iluminación). Un ensamblaje de LED "chip sobre placa" (COB) se refiere en general a uno o más chips semiconductores (o "dados") en el que se fabrican una o más uniones de LED, en el que el (los) chip(s) se monta(n) (por ejemplo, adhiere(n)) directamente a una placa de placa de circuito impreso (PCB). Entonces, el (los) chip(s) se une(n) por hilo a la PCB, tras lo cual puede usarse una aplicación de resina epoxídica o plástico para cubrir el (los) chip(s) y las conexiones de hilos. A su vez, uno o más de tales ensamblajes de LED, o "paquetes de LED", pueden montarse para formar un sustrato o placa de montaje común de una luminaria.

25 Para algunas aplicaciones de haz estrecho que implican chips o dados de LED, pueden usarse elementos ópticos con el ensamblaje de chip sobre placa de LED para facilitar el enfoque de la luz generada para crear un haz estrecho de luz colimada. La luz colimada es luz cuyos rayos son paralelos y por tanto tiene un frente de onda plano. Las estructuras ópticas para colimar la luz visible, a menudo denominadas "lentes de colimador" o "colimadores", se conocen en la técnica. Estas estructuras captan y redirigen la luz emitida por una fuente de luz para mejorar su direccionalidad. Un colimador de este tipo es un colimador de reflexión interna total ("TIR"). Un colimador de TIR incluye una superficie interna reflectante que está colocada para captar mucha de la luz emitida por una fuente de luz subtendida por el colimador. La superficie reflectante de los colimadores de TIR convencionales es normalmente cónica, es decir, derivada de una curva parabólica, elíptica o hiperbólica.

35 Con referencia a la figura 1, un colimador 100 de TIR convencional recoge la luz emitida por una fuente 112 de luz de LED (que puede incluir un ensamblaje de chip sobre placa de LED, o "paquete de LED," que incluye una o más uniones de LED) y dirige la luz de modo que sale del colimador en una parte 113 superior. Parte de la luz se desplaza desde la fuente 112 a través de una óptica 114 primaria, al interior de una primera cavidad 116, a través de una lente 118 ubicada de manera central, y hacia fuera a través de una segunda cavidad 120. El resto de la luz sale a través de una superficie 122 transparente o reborde 124, que se usa para retener el colimador 100 en un soporte (no mostrado). 40 La luz que no pasa a través de la lente central incide en una pared 126 lateral interna y se refracta cuando pasa del aire en la primera cavidad al interior del material de plástico del colimador. Después se refleja en una superficie 129 reflectante interna. La luz reflejada se refracta de nuevo cuando se desplaza desde el cuerpo de plástico del colimador al aire ambiente, en la superficie 122 transparente. La superficie reflectante es cónica, de modo que un perfil de sección transversal del colimador es parabólico en la superficie reflectante, tal como se muestra en la figura 1.

45 En el colimador mostrado en la figura 1, la reflexión en la superficie 129 reflectante se produce por reflexión interna total, estableciendo limitaciones sobre la curvatura y forma global del perfil de sección transversal de la superficie reflectante. Debido a la diferencia entre el índice de refracción del colimador 100 y el índice de refracción del aire ambiente, se aplica la ley de Snell y define un ángulo crítico para el ángulo de incidencia, que se forma por un rayo de luz incidente con respecto a una normal de la superficie reflectante. Es decir, para ángulos incidentes por encima del 50 ángulo crítico se refleja toda la luz y no se transmite nada a través de la superficie 129 reflectante o a lo largo de la superficie 129, proporcionando así una reflexión interna total. Para una superficie de contacto plástico (índice de refracción de aproximadamente 1,59) - aire (índice de refracción de 1), el ángulo crítico es de aproximadamente 39 grados. Por tanto, la superficie 129 reflectante se inclina para proporcionar un ángulo de incidencia para la mayor parte de la luz que es superior a aproximadamente 39 grados.

55 En teoría, los colimadores convencionales pueden producir luz perfectamente colimada desde una fuente puntual ideal en el enfoque. Sin embargo, cuando se usan estos colimadores en aplicaciones de la vida real con una fuente de luz de un área de superficie apreciable (tal como una fuente de luz de LED), la luz no se colima por completo,

5 sino que se dirige hacia un haz cónico divergente. Por ejemplo, la luz proporcionada por una fuente de LED convencional (por ejemplo, un ensamblaje de LED de COB) puede emitirse en un cono que tiene una divergencia del haz de aproximadamente 110 grados (es decir, aproximadamente 55 grados a cada lado de un eje central en una dirección de propagación de la luz), y un colimador similar al mostrado en la figura 1 puede redirigir la luz generada hacia un haz en forma de cono más estrecho con una divergencia de aproximadamente 10 grados (es decir, aproximadamente 5 grados a cada lado del eje central).

10 En algunas aplicaciones de haz estrecho que implican un paquete de LED (por ejemplo, un ensamblaje de LED de COB que incluye una o más uniones) y un colimador correspondiente, el fenómeno de formación de imágenes por el dado o chip puede ser problemático. En particular, con colimadores relativamente pequeños usados en conjunción con un paquete de LED, la forma generalmente cuadrada o rectangular de la parte emisora de luz de un paquete de LED (es decir, la disposición de uno o más chips en el paquete) puede crear una forma cuadrada o rectangular similar en el patrón de distribución de irradiancia de campo lejano de la luz proyectada desde el colimador. De este modo, puede "formarse una imagen" de la forma cuadrada o rectangular de la parte emisora de luz del paquete de LED en el campo lejano debido a la colimación, que puede dar como resultado una falta de uniformidad de irradiación no deseable en algunas circunstancias. Además, con paquetes de LED que incluyen múltiples uniones que generan diferentes longitudes de onda respectivas de luz ("paquetes de múltiples colores", tales como RGG, BGG y RGBW), el reto del diseño óptico de haz estrecho es incluso superior, por la disparidad de los colores dentro del paquete.

15 Ejemplos de luminarias convencionales o aparatos se dan a conocer en los documentos GB 2 401 928 A, US 2004/184270 A1 y US 6 367 950 B1.

## 20 Sumario de la invención

Diversas realizaciones de la presente invención se refieren en general a luminarias de proyección basadas en LED, y a procedimientos para disponer las fuentes de luz y la óptica en tales luminarias para facilitar la iluminación uniforme en un campo de iluminación objetivo.

25 Como se comenta a continuación con más detalle, una realización de la presente invención se refiere a un aparato de iluminación, tal como se define en la reivindicación independiente 1.

Otra realización de la presente invención se refiere a un procedimiento para proporcionar iluminación por proyección uniforme tal como se define en la reivindicación independiente 8.

30 Tal como se usa en el presente documento para la presente descripción, el término "LED" debe entenderse incluyendo cualquier diodo electroluminiscente u otro tipo de sistema basado en unión/inyección de portador que pueda generar radiación en respuesta a una señal eléctrica. Por tanto, el término LED incluye, pero no se limita a, diversas estructuras basadas en semiconductores que emiten luz en respuesta a corriente, polímeros emisores de luz, diodos emisores de luz orgánicos (OLED), tiras electroluminiscentes, y similares.

35 En particular, el término LED se refiere a diodos emisores de luz de todos los tipos (incluyendo diodos emisores de luz orgánicos y semiconductores) que pueden configurarse para generar radiación en uno o más del espectro infrarrojo, espectro ultravioleta, y diversas partes del espectro visible (que generalmente incluye longitudes de onda de radiación de desde aproximadamente 400 nanómetros hasta aproximadamente 700 nanómetros). Algunos ejemplos de LED incluyen, pero no se limitan a, diversos tipos de LED infrarrojos, LED ultravioleta, LED rojos, LED azules, LED verdes, LED amarillos, LED de color ámbar, LED naranjas y LED blancos (que se comentarán más abajo). También se apreciará que los LED pueden configurarse y/o controlarse para generar radiación con diversos anchos de banda (por ejemplo, anchos totales a mitad de máximo, o FWHM) para un espectro dado (por ejemplo, ancho de banda estrecho, ancho de banda ancho), y una diversidad de longitudes de onda dominantes dentro de una categorización de colores general.

45 Por ejemplo, una implementación de un LED configurado para generar luz esencialmente blanca (por ejemplo, un LED blanco) puede incluir una serie de dados que respectivamente emiten diferentes espectros de electroluminiscencia que, en combinación, se mezclan para formar luz esencialmente blanca. En otra implementación, un LED de luz blanca puede asociarse con un material de fósforo que convierte la electroluminiscencia con un primer espectro en un segundo espectro diferente. En un ejemplo de esta implementación, la electroluminiscencia que tiene una longitud de onda relativamente corta y un espectro de ancho de banda estrecho "bombea" el material de fósforo, que a su vez radia una radiación con una longitud de onda más larga con un espectro algo más ancho.

50 También se entenderá que el término LED no limita el tipo de paquete físico y/o eléctrico de un LED. Por ejemplo, como se comentó anteriormente, un LED puede referirse a un dispositivo emisor de luz único con múltiples dados configurados para emitir respectivamente diferentes espectros de radiación (por ejemplo, que pueden o no controlarse individualmente). Además, un LED puede asociarse con un fósforo considerado como parte integral del LED (por ejemplo, algunos tipos de LED blancos). En general, el término LED puede referirse a LED empaquetados, LED no empaquetados, LED de montaje superficial, LED de chip sobre placa, LED de montaje en paquete en T, LED de paquete radial, LED de paquete de potencia, LED que incluyen cierto tipo de revestimiento y/u elemento óptico (por ejemplo, una lente de difusión), etc.

El término “fuente de luz” se entenderá para hacer referencia a cualquier o más de una diversidad de fuentes de radiación, incluyendo, pero sin limitarse a, fuentes basadas en LED (incluyendo uno o más LED como se definió anteriormente), fuentes incandescentes (por ejemplo, lámparas de filamentos, lámparas halógenas), fuentes fluorescentes, fuentes fosforescentes, fuentes de descarga de alta intensidad (por ejemplo, vapor de sodio, vapor de mercurio y lámparas de halogenuro metálico), láseres, otros tipos de fuentes electroluminiscentes, fuentes piroluminiscentes (por ejemplo, llamas), fuentes luminiscentes de tipo vela (por ejemplo, manguitos de incandescencia, fuentes de radiación de arco de carbón), fuentes de fotoluminiscencia (por ejemplo, fuentes de descarga gaseosa), fuentes luminiscentes de cátodos que usan saturación electrónica, fuentes galvanoluminiscentes, fuentes cristalluminiscentes, fuentes cineluminiscentes, fuentes termoluminiscentes, fuentes triboluminiscentes, fuentes sonoluminiscentes, fuentes radioluminiscentes y polímeros luminiscentes.

Una fuente de luz dada puede configurarse para generar radiación electromagnética dentro del espectro visible, fuera del espectro visible, o una combinación de ambos. Por tanto, en el presente documento los términos “luz” y “radiación” se usan de manera intercambiable. Adicionalmente, una fuente de luz puede incluir como componente integral uno o más filtros (por ejemplo, filtros de colores), lentes, u otros componentes ópticos. Además, se entenderá que las fuentes de luz pueden configurarse para una diversidad de aplicaciones, incluyendo, pero sin limitarse a, indicación, visualización y/o iluminación. Una “fuente de iluminación” es una fuente de luz configurada particularmente para generar radiación que tiene una intensidad suficiente para iluminar de manera eficaz un espacio interior o exterior. En este contexto, “intensidad suficiente” se refiere a suficiente potencia radiante en el espectro visible generado en el espacio o entorno (la unidad “lúmenes” se emplea a menudo para representar la luz total proporcionada desde una fuente de luz en todas las direcciones, en términos de potencia radiante o “flujo luminoso”) para proporcionar una iluminación del ambiente (es decir, luz que puede percibirse indirectamente y que, por ejemplo, puede reflejarse desde una o más de una diversidad de superficies interpuestas antes de percibirse por completo o en parte).

El término “espectro” se entenderá para referirse a cualquier o más frecuencias (o longitudes de onda) de radiación producida por una o más fuentes de luz. Por consiguiente, el término “espectro” se refiere a frecuencias (o longitudes de onda) no sólo en el rango visible, sino también a frecuencias (o longitudes de onda) en las áreas infrarroja, ultravioleta y otras áreas del espectro electromagnético global. Además, un espectro dado puede tener un ancho de banda relativamente estrecho (por ejemplo, un FWHM con esencialmente pocas componentes de longitud de onda o frecuencia) o un ancho de banda relativamente ancho (varias componentes de frecuencia o longitud de onda con diversas intensidades relativas). También se apreciará que un espectro dado puede ser el resultado de una mezcla de dos o más espectros diferentes (por ejemplo, radiación mixta emitida respectivamente desde múltiples fuentes de luz).

Para esta descripción, el término “color” se usa de manera intercambiable con el término “espectro.” Sin embargo, el término “color” se usa generalmente para referirse principalmente a una propiedad de radiación perceptible por un observador (aunque no se pretende que este uso limite el alcance de este término). Por consiguiente, los términos “diferentes colores” se refieren de manera implícita a múltiples espectros que tienen anchos de banda y/o componentes de longitud de onda diferentes. También debe apreciarse que el término “color” puede usarse en conexión con luz tanto blanca como no blanca.

El término “temperatura de color” se usa generalmente en el presente documento en conexión con la luz blanca, aunque no se pretende que este uso limite el alcance de este término. Temperatura de color se refiere esencialmente a un tono o contenido de color particular (por ejemplo, rojizo, azulado) de luz blanca. La temperatura de color de una muestra de radiación dada se caracteriza de manera convencional según la temperatura en grados Kelvin (K) de un radiador de cuerpo negro que radia esencialmente el mismo espectro que la muestra de radiación en cuestión. Las temperaturas de color de radiadores de cuerpo negro se encuentran generalmente dentro de un intervalo de desde aproximadamente 700 grados K (considerado normalmente el primero visible al ojo humano) hasta por encima de 10.000 grados K; la luz blanca se percibe generalmente a temperaturas de color superiores a 1500-2000 grados K.

Temperaturas de color inferiores indican generalmente luz blanca que tiene una componente roja más significativa o una “sensación más cálida”, mientras que las temperaturas de color superiores indican generalmente luz blanca que tiene una componente azul más significativa o una “sensación más fría.” A modo de ejemplo, el fuego tiene una temperatura de color de aproximadamente 1.800 grados K, una bombilla incandescente convencional tiene una temperatura de color de aproximadamente 2848 grados K, la luz de la madrugada tiene una temperatura de color de aproximadamente 3.000 grados K, y los cielos de mediodía nublados tienen una temperatura de color de aproximadamente 10.000 grados K. Una imagen de color observada bajo luz blanca que tiene una temperatura de color de aproximadamente 3.000 grados K tiene un tono relativamente rojizo, mientras que la misma imagen de color observada bajo luz blanca que tiene una temperatura de color de aproximadamente 10.000 grados K tiene un tono relativamente azulado.

El término “luminaria” se usa en el presente documento para referirse a una implementación o disposición de una o más unidades de iluminación en un paquete, ensamblaje o factor de forma particular. El término “unidad de iluminación” se usa en el presente documento para referirse a un aparato que incluye una o más fuentes de luz del mismo tipo o tipos diferentes. Una unidad de iluminación dada puede tener cualquiera de una diversidad de disposiciones de montaje para la(s) fuente(s) de luz, formas y disposiciones de contención/alojamiento, y/o configuraciones de conexión eléctrica y mecánica. Adicionalmente, una unidad de iluminación dada puede estar

asociada opcionalmente con (por ejemplo incluir, estar acoplada con y/o empaquetada junto con) diversos otros componentes (por ejemplo, sistema de circuitos de control) en relación con el funcionamiento de la(s) fuente(s) de luz. Una “unidad de iluminación basada en LED” se refiere a una unidad de iluminación que incluye una o más fuentes de luz de LED como se comentó anteriormente, solas o en combinación con otras fuentes de luz que no son de LED.

5

### **Breve descripción de los dibujos**

En los dibujos, los mismos caracteres de referencia se refieren generalmente a las mismas partes a lo largo de las diferentes vistas. Además, los dibujos no son necesariamente a escala, poniéndose en su lugar énfasis generalmente en la ilustración de los principios de la invención.

La figura 1 es una vista en sección transversal de un colimador de LED convencional.

10

La figura 2 ilustra una vista en perspectiva superior simplificada de una luminaria de proyección a modo de ejemplo según una realización de la presente invención.

La figura 3 ilustra una vista lateral esquemática de la luminaria de la figura 2, que muestra un campo objetivo iluminado por la luminaria, según una realización de la presente invención.

15

La figura 4 es una vista exagerada de un patrón de distribución de irradiancia de campo lejano para una luminaria de proyección para demostrar el fenómeno de formación de imágenes por el dado o chip.

La figura 5 ilustra una luminaria de proyección que emplea paquetes de LED de múltiples colores, según otra realización de la presente invención.

La figura 6 ilustra una luminaria de proyección que emplea paquetes de LED del mismo color, según otra realización de la presente invención.

20

### **Descripción detallada**

A continuación siguen descripciones más detalladas de diversos conceptos relacionados con, y realizaciones de, procedimientos y un aparato según la presente descripción para proporcionar una iluminación por proyección uniforme. Debe apreciarse que pueden implementarse diversos aspectos del contenido introducido anteriormente y comentado con más detalle a continuación de numerosas maneras, porque el contenido no está limitado a ninguna manera particular de implementación. Se proporcionan ejemplos de implementaciones y aplicaciones específicas principalmente con fines ilustrativos.

25

La figura 2 ilustra una vista en perspectiva superior simplificada de una luminaria 300 de proyección a modo de ejemplo, según una realización de la presente invención. La luminaria 300 incluye una pluralidad de fuentes 301 de luz dispuestas en una en una placa 302 de montaje común. En un aspecto de esta realización, cada una de las fuentes 301 de luz puede comprender un “paquete de LED,” por ejemplo, un ensamblaje de LED de chip sobre placa que incluye uno o más chips (o “dados”) semiconductores en los que se fabrican una o más uniones de LED, en el que el (los) chip(s) se monta/n (por ejemplo, se adhieren) directamente en una placa de circuito impreso (PCB). En la luminaria a modo de ejemplo de la figura 2, cada una de las fuentes 301 de luz se muestra con fines de ilustración incluyendo uno o más chips 303 de LED esencialmente rectangulares dispuestos en una PCB 307 de forma hexagonal correspondiente, en la que cada fuente 301 de luz que comprende el (los) chip(s) 303 y la PCB 307 se dispone a su vez en la placa 302 de montaje común.

30

35

En varios aspectos, una fuente 301 de luz dada de la luminaria 300 mostrada en la figura 2 puede incluir una única unión de LED formada en un único chip 303, o múltiples uniones de LED formadas en múltiples chips 303 y dispuestas en la misma PCB 307. Por ejemplo, en un aspecto, una fuente 301 de luz dada que incluye una o más uniones de LED genera esencialmente un único espectro de radiación cuando se energiza. En otras implementaciones, una fuente 301 de luz dada puede ser un “paquete de LED de múltiples colores” e incluir múltiples uniones de LED (por ejemplo, múltiples chips 303) que generan múltiples espectros de radiación diferentes cuando se energizan. Por tanto, debe apreciarse que una luminaria 300 dada según la presente invención puede configurarse para generar esencialmente un único espectro de radiación (en el que cada fuente 301 de luz genera esencialmente un mismo espectro de radiación), o puede configurarse para generar múltiples espectros de radiación (en los que algunas o todas las fuentes 301 de luz son paquetes de LED de múltiples colores). En una implementación a modo de ejemplo, una o más fuentes 301 de luz de la luminaria 300 puede ser un paquete de LED Cree® XLamp® XR-E para generar un único espectro de radiación (disponible de Cree, Inc. de Durham, Carolina del Norte). En otra implementación a modo de ejemplo, una o más fuentes 301 de luz de la luminaria 300 puede ser un paquete de LED OSTAR-Projection LE ATB A2A, que es un paquete de cuatro uniones configurado para generar colores ámbar, verde y azul (disponible de OSRAM Opto Semiconductors GmbH). Adicionalmente, aunque la figura 2 ilustra diez fuentes 301 de luz dispuestas en la placa 302 de montaje común, debe apreciarse que las luminarias según diversas realizaciones de la presente invención no se limitan a este respecto, porque diferentes números de fuentes de luz pueden colocarse y disponerse en la placa 302 de montaje común e incluirse en la luminaria 300.

40

45

Como también se muestra en la figura 2, cada fuente 301 de luz puede estar asociada con un sistema óptico de colimación o "colimador" 315, similar al mostrado en la figura 1, que incluye un reflector 305 y una lente 309. En un aspecto, la lente 309 puede incluir un sistema de lente de proyección, por ejemplo, una lente convexa adecuada para captar y dirigir la luz en una dirección deseada. En otro aspecto, los colimadores 315 pueden basarse en principios de TIR como se comentó anteriormente en conexión con la figura 1. En el dibujo de la figura 2, los colimadores se muestran ligeramente descentrados con respecto a las fuentes de luz correspondientes debido a la vista en perspectiva de la ilustración. La figura 3 ilustra una vista lateral esquemática de la luminaria 300, que muestra cuatro fuentes 301 de luz y sus colimadores 315 correspondientes. Como se muestra en la figura 3, según una realización, las fuentes de luz y los colimadores se disponen de manera que la luminaria 300 produce un haz 320 estrecho de alta intensidad de radiación que incide en un campo 310 de iluminación objetivo, y los haces 320A, 320B, 320C y 320D de radiación respectivos proyectados desde cada par colimador/fuente de luz se solapan sustancialmente en el campo de iluminación objetivo para formar el haz 320 estrecho.

En ciertas aplicaciones de haz estrecho que implican un paquete de LED (por ejemplo, un ensamblaje de LED de COB que incluye una o más uniones) y un colimador correspondiente, el fenómeno de formación de imágenes por el dado o chip puede ser problemático. En particular, con colimadores relativamente pequeños usados en conjunción con un paquete de LED, la forma global geométrica de la parte emisora de luz del propio paquete de LED (por ejemplo, el uno o más chips) puede crear un perfil similar en el patrón de distribución de irradiancia de campo lejano de la radiación proyectada desde el colimador. La figura 4 muestra una ilustración exagerada de este fenómeno. Una luminaria 300 a modo de ejemplo incluye seis fuentes 301 de luz de forma hexagonal montadas en una placa 302 de montaje común; para la siguiente explicación, se supone que la parte emisora de luz real de cada fuente tiene una forma hexagonal y está acoplada a colimadores correspondientes (no mostrados en la figura 4), y que las fuentes de luz proyectan haces de radiación respectivos (por ejemplo, los haces 320A, 320B y 320C) hacia un campo 310 de iluminación objetivo (en la práctica, como se comentó anteriormente, la parte emisora de luz de un paquete de LED que incluye uno o más chips generalmente es cuadrada o rectangular). Los haces proyectados desde cada par fuente de luz/colimador se solapan al menos parcialmente para formar un haz 320 estrecho de radiación que incide sobre el campo 310 de iluminación objetivo. Como se muestra en la figura 4, en algunos casos el patrón de distribución de irradiancia de campo lejano del haz 320 de radiación estrecho que incide sobre el campo 310 de iluminación objetivo puede tener una forma general semejante a la del (de los) chip(s) de fuente de luz; de este modo, puede "formarse una imagen" de la parte emisora de luz de un paquete de LED en el campo lejano debido a la colimación, y puede dar como resultado una falta de uniformidad de irradiación no deseable en algunas circunstancias. Además, con paquetes de LED que incluyen múltiples uniones que generan diferentes longitudes de onda respectivas de luz ("paquetes de múltiples colores", tales como RGGB, BGGA y RGBW), las faltas de uniformidad espectrales pueden dar como resultado el campo 310 de iluminación objetivo, en el que diferentes espectros de fuente respectivos de los paquetes de múltiples colores se concentran en diferentes áreas del campo de iluminación objetivo (en lugar de combinarse/mezclarse por todo el campo de iluminación objetivo).

Según una realización de la presente invención, para reducir de manera significativa y en algunos casos eliminar una irradiancia y/o falta de uniformidad espectral no deseable del campo 310 de iluminación objetivo, la orientación de las fuentes de luz individuales una en relación con otra en la placa 302 de montaje común se selecciona de modo que sus proyecciones de luz respectivas, que se solapan al menos parcialmente en el campo de iluminación objetivo, producen una iluminación sustancialmente uniforme en el campo de iluminación objetivo.

Con referencia de nuevo a la figura 2, en una realización, se selecciona un primer eje de referencia para la placa 302 de montaje común de la luminaria. Por ejemplo, si la placa de montaje común es de forma rectangular como se muestra en la figura 2, cualquier línea paralela a un lado de la placa de montaje común puede seleccionarse como primer eje de referencia. En la figura 2, se selecciona un primer eje 510 de referencia como eje "vertical" paralelo a los lados verticales de la placa 302 de montaje común rectangular; sin embargo, debe apreciarse que un eje horizontal paralelo a uno de los lados horizontales de la placa de montaje común rectangular puede servir alternativamente como eje de referencia. Más en general, prácticamente cualquier línea en el plano de la placa 302 de montaje común puede servir como eje de referencia para la placa de montaje.

Adicionalmente, se designa/selecciona un segundo eje de referencia para cada fuente 301 de luz. Puede seleccionarse un segundo eje de referencia para cada fuente de luz según cualquiera de una diversidad de criterios, siempre que el eje de referencia de la fuente de luz para cada fuente se designe de manera idéntica para todas las fuentes de luz que van a emplearse en una luminaria dada, de modo que cuando todos los ejes de referencia de la fuente de luz se alineen en la misma dirección, todas las fuentes de luz tienen una misma orientación en relación con el primer eje de referencia de la placa de montaje común. En la figura 2, el área de chip de cada uno de los paquetes de LED que sirve como fuente 301 de luz tiene una forma esencialmente cuadrada o rectangular, y con fines ilustrativos se toma un eje de fuente de luz a través del centro del área de chip, paralelo al lado más largo de la forma rectangular. De nuevo, pueden usarse otros criterios para seleccionar un eje de referencia para indicar una orientación de cualquier fuente de luz dada de la luminaria. Como se muestra en la figura 2, la fuente 301A de luz tiene un segundo eje 512A de referencia correspondiente, la fuente 301B de luz tiene un segundo eje 512B de referencia correspondiente, y la fuente 301C de luz tiene un segundo eje 512C de referencia correspondiente.

Según una realización, cualquier línea paralela al primer eje 510 de referencia de la placa 302 de montaje común puede servir como referencia para la rotación de cualquier fuente de luz en la luminaria. Una vez seleccionado el primer eje de referencia para la placa 302 de montaje común, los paquetes de LED que sirven como fuentes 301 de luz se disponen en la placa 302 de montaje común de modo que las orientaciones de al menos dos fuentes de luz en relación con el primer eje de referencia son diferentes. Más específicamente, como se muestra en el ejemplo de la figura 2, la fuente 301A de luz se hace rotar de modo que su eje 512A forma un ángulo 514A con respecto a una línea 510A que es paralela al primer eje 510 de referencia. De manera similar, la fuente 301B de luz se hace rotar de modo que su eje 512B forma un ángulo 514B con respecto a una línea 510B que es paralela al primer eje 510 de referencia, y la fuente 301C de luz se hace rotar de modo que su eje 512C forma un ángulo 514C con respecto a una línea 510C que es paralela al primer eje 510 de referencia. En general, puede hacerse rotar una cualquiera o más de las fuentes 301 de luz en sentido horario o antihorario, dentro de un plano paralelo al plano de la placa 302 de montaje común, y en relación con una línea paralela al primer eje 510 de referencia, de modo que al menos dos de las fuentes de luz tienen diferentes rotaciones/orientaciones (por ejemplo, una fuente de luz puede no rotarse, es decir, 0 grados de rotación, mientras que al menos otra fuente de luz tiene una rotación diferente de cero, o al menos dos fuentes de luz pueden tener distintas rotaciones diferentes de cero respectivas, etc.). Debe apreciarse que la rotación de una fuente de luz dada puede medirse con respecto al primer eje 510 de referencia, o pueden medirse rotaciones entre diferentes fuentes de luz. Por ejemplo, en el diagrama de la figura 2, el ángulo de rotación total entre las fuentes 301A y 301B de luz se determina restando el ángulo 514B del ángulo 514A, mientras que el ángulo de rotación total entre las fuentes 301B y 301C de luz se determina restando el ángulo 514C del ángulo 514B.

En una realización, cada paquete de LED que sirve como fuente 301 de luz tiene una única orientación/rotación en la placa 302 de montaje común de la luminaria 300. Por ejemplo, para un número M dado de paquetes de LED en la luminaria 300, dos paquetes de LED cualesquiera pueden disponerse con un ángulo de rotación total entre sus ejes respectivos de nA, donde n es un número entero que oscila entre 1 y M-1, y A es un ángulo determinado dividiendo un arco de rotación deseada máxima  $R_{max}$  entre M (y donde el ángulo de rotación de cada fuente en relación con el segundo eje 510 de referencia se mide en una misma dirección, es decir, o bien en sentido horario o bien en sentido antihorario).

Como se explica más adelante, en una implementación a modo de ejemplo que implica paquetes de LED de múltiples colores, el arco de rotación deseada máxima  $R_{max}$  se considera de 360 grados; dicho de otro modo, el total de M paquetes de una luminaria dada se hacen rotar en incrementos uniformes o aproximadamente uniformes determinados por  $360/M$  para cubrir un arco de rotación máxima de 360 grados. En otra implementación a modo de ejemplo que implica paquetes de LED de un único color, el arco de rotación deseada máxima  $R_{max}$  se considera de 90 grados (es decir, los M paquetes se hacen rotar en incrementos uniformes o aproximadamente uniformes determinados por  $90/M$  para cubrir un arco de rotación máxima de 90 grados. Más generalmente, el arco de rotación deseada máxima  $R_{max}$  puede seleccionarse al menos en parte basándose en la simetría rotacional de los paquetes de LED en cuestión para una luminaria dada. Por ejemplo, considérese un paquete de LED de múltiples colores que incluye cuatro chips de diferentes colores que forman un área emisora de luz esencialmente cuadrada. La simetría rotacional de tal paquete es de 360 grados; es decir, si el paquete se hace rotar en el plano 360 grados, tiene el mismo aspecto (por tanto, una  $R_{max}$  apropiada para tal paquete es 360 grados). En otro ejemplo, un paquete de LED de un único color puede incluir cuatro chips del mismo color que forman un área emisora de luz esencialmente cuadrada; en este ejemplo, la simetría rotacional es de 90 grados (es decir, si el paquete se hace rotar 90 grados, tiene el mismo aspecto), y por tanto una  $R_{max}$  apropiada es 90 grados. Los paquetes de LED orientados de manera única pueden disponerse en la placa de montaje común en diversos patrones, siempre que sus proyecciones se solapen al menos parcialmente en el campo 310 de iluminación objetivo, como se muestra en las figuras 3 y 4.

La figura 5 ilustra una luminaria 400 de proyección que emplea paquetes de LED de múltiples colores, según una realización de la presente invención. Una implementación simplificada que implica sólo cuatro fuentes 401A, 401B, 401C y 401D de luz de múltiples colores se muestra en la figura 5 para ilustrar los conceptos comentados anteriormente en conexión con la rotación de fuentes de luz respectivas de múltiples colores. Debe apreciarse que los conceptos comentados a continuación en conexión con la figura 5 pueden extenderse a una luminaria de proyección según la presente invención que incluye prácticamente cualquier número de fuentes de luz de múltiples colores.

Con referencia a la figura 5, las cuatro fuentes 401A, 401B, 401C y 401D de luz de múltiples colores de la luminaria 400 se disponen en una placa 402 de montaje común. Un eje de referencia para la placa 402 se indica como eje 510. En un aspecto de esta realización, las fuentes de luz son paquetes de LED de múltiples colores, donde cada paquete de LED puede comprender un ensamblaje de LED de COB que incluye al menos cuatro uniones de LED configuradas para generar radiación de cuatro espectros diferentes (por ejemplo, RGBW). En otro aspecto, cada paquete de LED puede incluir cuatro dados o chips, uno para cada espectro diferente, de modo que la parte que genera luz del ensamblaje de LED de COB para cada fuente de luz tiene una forma cuadrada. Como se comentó anteriormente, en ausencia de una rotación apropiada de una o más fuentes en relación con una o más otras fuentes de la luminaria, el perfil de distribución de irradiancia del campo lejano de un haz estrecho proyectado desde la luminaria puede tener un aspecto "casi cuadrado" debido al fenómeno de formación de imágenes por la fuente (chip o dado). Adicionalmente, y en algunos casos más significativamente, la ausencia de cualquier rotación de las fuentes de luz, el campo de iluminación objetivo puede sufrir una falta de uniformidad espectral si los mismos colores de cada paquete de LED de múltiples colores están en una misma orientación unos en relación con otros. En particular, si todos los paquetes tienen

esencialmente una misma orientación, diferentes espectros de fuente respectivos de los paquetes de múltiples colores pueden concentrarse en diferentes áreas del campo de iluminación objetivo (en lugar de combinarse/mezclarse por todo el campo de iluminación objetivo).

5 Debido a una simetría rotacional de 360 grados de los cuatro paquetes de LED de múltiples colores de la figura 5, cada paquete se dispone a un ángulo de 90 grados ( $360/4$ ) en relación con el paquete adyacente. Más específicamente, el paquete 401A tiene un eje 512A de referencia que se hace rotar un ángulo 514A de 0 grados con respecto al eje 510 de referencia para la placa 402 de montaje común; de manera similar, el paquete 401B tiene un eje 512B de referencia que se hace rotar un ángulo 514B de 90 grados con respecto al eje 510 de referencia, el paquete 401C tiene un eje 512C de referencia que se hace rotar un ángulo 514C de 180 grados con respecto al eje 510 de referencia, y el paquete 401D tiene un eje 512D de referencia que se hace rotar un ángulo 514D con respecto al eje 510 de referencia. Cuando se proyectan sobre un campo 410 de iluminación objetivo, las imágenes de las fuentes 401A, 401B, 401C y 401D de luz respectivas se solapan, de modo que los diferentes espectros R (rojo), G (verde), B (azul) y W (blanco) se proyectan en cada cuadrante en el campo de iluminación y se mezclan entre sí, mejorando la uniformidad espectral en el campo 410 de iluminación objetivo. En esta realización a modo de ejemplo, el fenómeno de formación de imágenes por la fuente puede dar todavía como resultado un aspecto potencialmente casi cuadrado en el patrón del haz; sin embargo, se mejora significativamente la uniformidad espectral. Mediante el empleo de un mayor número de fuentes de luz de modo que las rotaciones respectivas son menores de 90 grados, puede reducirse significativamente el fenómeno de formación de imágenes por la fuente además del aumento de la uniformidad espectral.

20 Los conceptos descritos anteriormente en conexión con las figuras 2-5 pueden aplicarse por completo también a paquetes de múltiples LED de un único color. Por ejemplo, la figura 6 ilustra una luminaria 600 de proyección según otra realización de la presente invención que emplea paquetes de LED del mismo color. En un aspecto, la luminaria 600 incluye una carcasa 670 formada para alojar una placa 602 de montaje común esencialmente circular en la que se disponen múltiples fuentes 601 de luz. En otro aspecto, la carcasa 670 incluye una chaveta 660 y la placa 602 de montaje común incluye una muesca 650 para determinar una orientación de la placa 602 en la luminaria, y establecer el eje 510 de referencia para la placa 602 de montaje común. En una implementación a modo de ejemplo, cada una de las fuentes 601 de luz incluye un colimador 615 correspondiente, y puede comprender un paquete de LED de un único color, tal como el paquete de LED Cree<sup>®</sup> XLamp<sup>®</sup> XR-E (disponible de Cree, Inc. de Durham, Carolina del Norte) que tiene una parte emisora de luz esencialmente cuadrada del paquete. Debido a la geometría cuadrada y al color único, la simetría rotacional para tal paquete es de 90 grados. Por tanto, en la realización a modo de ejemplo ilustrada en la figura 6,  $R_{\max}$  puede considerarse de 90 grados, y dadas nueve fuentes de luz empleadas en la luminaria, el ángulo A es de 10 grados, y dos paquetes de LED cualesquiera se disponen con un ángulo de rotación total entre sus ejes respectivos de  $nA$ , donde n es un número entero que oscila entre 1 y 8.

35 Habiendo descrito así varias realizaciones ilustrativas, debe apreciarse que a los expertos en la técnica se les ocurrirán fácilmente diversas modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones. Por consiguiente, la descripción anterior y los dibujos adjuntos son únicamente a modo de ejemplo, y no se pretende que sean limitativos.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato (300) de iluminación, que comprende:  
una placa (302) de montaje esencialmente plana que tiene un primer eje (510) de referencia en un primer plano definido por la placa de montaje; y
- 5 una pluralidad de fuentes (301) de luz basadas en LED dispuestas sobre la placa de montaje, teniendo cada fuente de luz un segundo eje (512A, 512B, 512C) de referencia que indica una orientación de la fuente de luz en dicho primer plano, estando designado el segundo eje de referencia de cada fuente de luz para todas las fuentes de luz de la pluralidad de fuentes de luz, caracterizado porque la pluralidad de fuentes de luz basadas en LED están dispuestas sobre la placa de montaje de modo que una primera orientación (514A) de una primera fuente (301A) de luz de la pluralidad de fuentes de luz tal como se define por su segundo eje (512A) de referencia en relación con el primer eje (510) de referencia de la placa de montaje, es diferente de al menos otra primera orientación (514B) de al menos otra fuente (301B) de luz de la pluralidad de fuentes de luz tal como se define por su segundo eje (512B) de referencia en relación con el primer eje (510) de referencia de la placa de montaje.
- 10
- 15 2. Aparato según la reivindicación 1, en el que cada fuente (301) de luz basada en LED comprende un paquete de LED que incluye un ensamblaje de chip sobre placa de chips de múltiples LED.
3. Aparato según la reivindicación 2, en el que cada fuente de luz basada en LED comprende además un colimador (315) acoplado al paquete de LED.
4. Aparato según la reivindicación 2, en el que al menos la primera orientación (514A) de la primera fuente (301A) de luz se basa al menos en parte en al menos un espectro de emisión de los chips de múltiples LED.
- 20 5. Aparato según la reivindicación 4, en el que al menos la primera orientación de la primera fuente de luz se basa al menos en parte en una simetría de rotación del al menos un espectro de emisión de los chips de múltiples LED.
6. Aparato según la reivindicación 2, en el que los chips de múltiples LED están dispuestos en el ensamblaje de chip sobre placa para formar un área de emisión de luz que tiene una forma geométrica, y en el que al menos la primera orientación de la primera fuente de luz se basa al menos en parte en una simetría de rotación de la forma geométrica.
- 25 7. Aparato según la reivindicación 1, en el que cada fuente de luz de la pluralidad de fuentes de luz tiene una orientación única en relación con el primer eje de referencia de la placa de montaje.
8. Procedimiento para proporcionar iluminación por proyección uniforme, comprendiendo el procedimiento la etapa de: disponer una pluralidad de fuentes (301) de luz basadas en LED sobre una placa (302) de montaje esencialmente plana de modo que al menos dos fuentes (301A, 301B) de luz basadas en LED de la pluralidad de fuentes de luz basadas en LED tienen diferentes orientaciones (514A, 514B) con respecto a un primer eje de referencia en un plano definido por la placa de montaje común, en el que la pluralidad de fuentes de luz basadas en LED, cuando se energizan, proyectan una pluralidad correspondiente de haces colimados hacia un campo de iluminación objetivo, solapándose los haces al menos parcialmente en el campo de iluminación objetivo.
- 30
- 35 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que la placa (302) de montaje esencialmente plana tiene un primer eje (510) de referencia en un primer plano definido por la placa de montaje; cada fuente de luz tiene un segundo eje (512A, 512B) de referencia que indica una orientación (514A, 514B) de la fuente de luz, estando designado el segundo eje de referencia para cada fuente de luz de manera idéntica para todas las fuentes de luz de la pluralidad de fuentes de luz; y la pluralidad de fuentes de luz basadas en LED están dispuestas sobre la placa de montaje de modo que una primera orientación (514A) de una primera fuente (301A) de luz de la pluralidad de fuentes de luz tal como se define por su segundo eje (512A) de referencia en relación con el primer eje (510) de referencia de la placa de montaje, es diferente de al menos otra orientación (514B) de al menos otra fuente (301B) de luz de la pluralidad de fuentes de luz tal como se define por su segundo eje (512B) de referencia en relación con el primer eje (510) de referencia de la placa de montaje.
- 40
- 45 10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que cada fuente de luz basada en LED comprende un paquete de LED que incluye un ensamblaje de chip sobre placa de chips de múltiples LED y un colimador acoplado al paquete de LED.
11. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que al menos la primera orientación de la primera fuente de luz se basa al menos en parte en al menos un espectro de emisión de los chips de múltiples LED.
- 50 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que al menos la primera orientación de la primera fuente de luz se basa al menos en parte en una simetría de al menos un espectro de emisión de los chips de múltiples LED.
13. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que los chips de múltiples LED están dispuestos en el ensamblaje de chip sobre placa para formar un área de emisión de luz que tiene una forma geométrica, y en el que al

menos la primera orientación de la primera fuente de luz se basa al menos en parte en una simetría de rotación de la forma geométrica.

14. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que cada fuente de luz de la pluralidad de fuentes de luz tiene una orientación única respecto al primer eje de referencia de la placa de montaje.



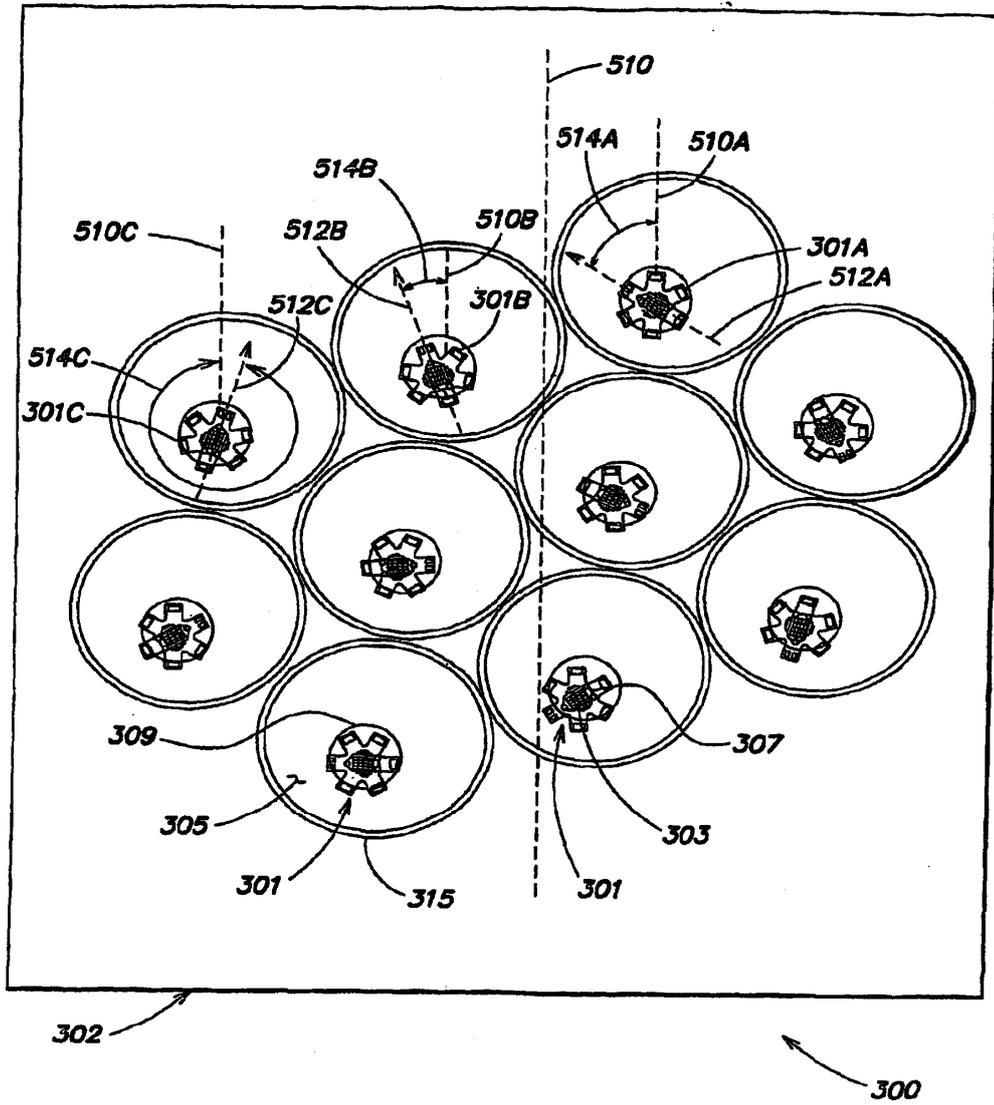
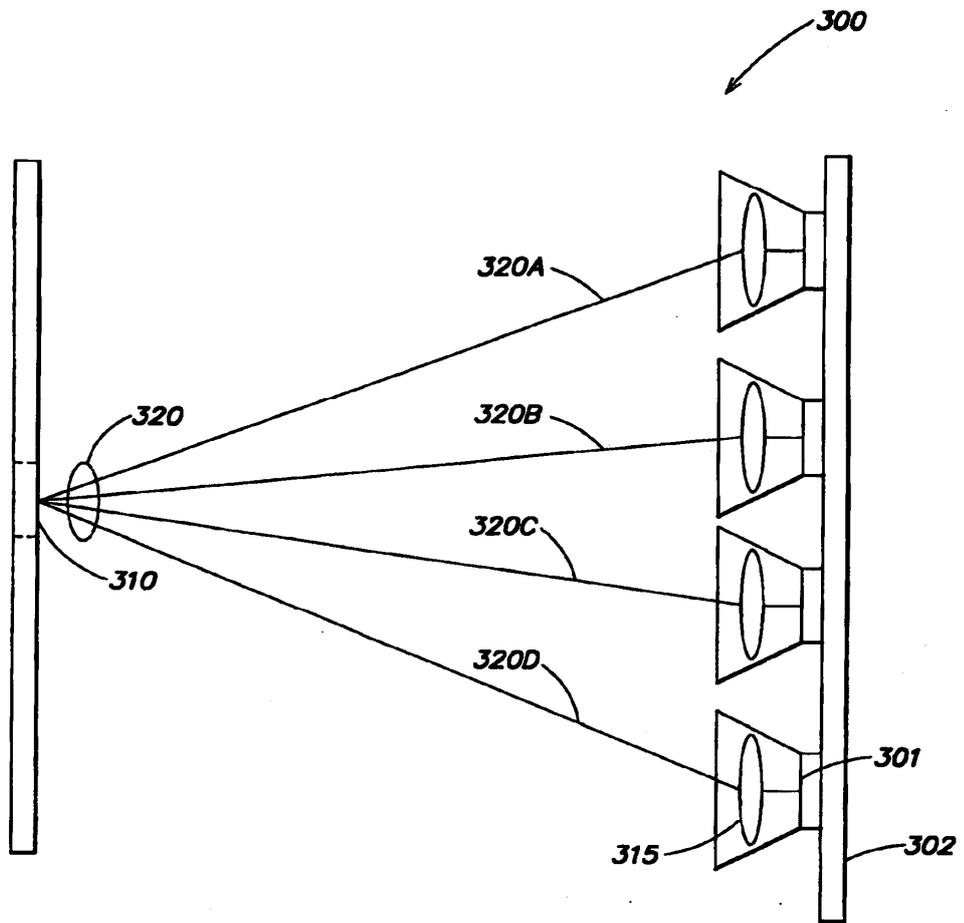
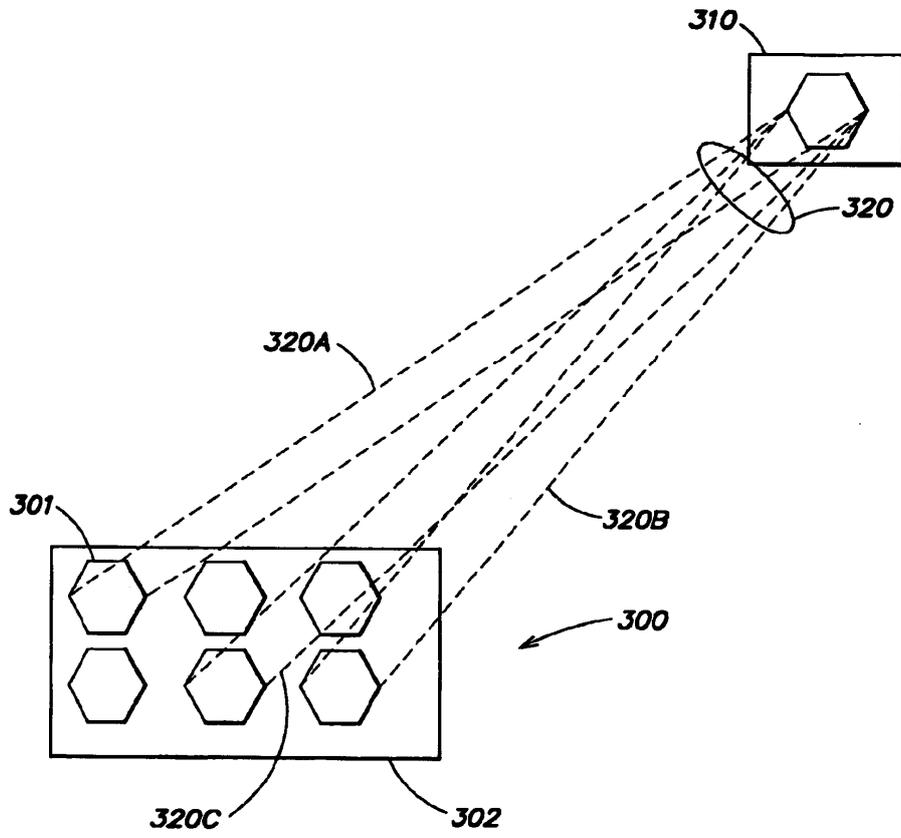


FIG. 2



**FIG. 3**



**FIG. 4**

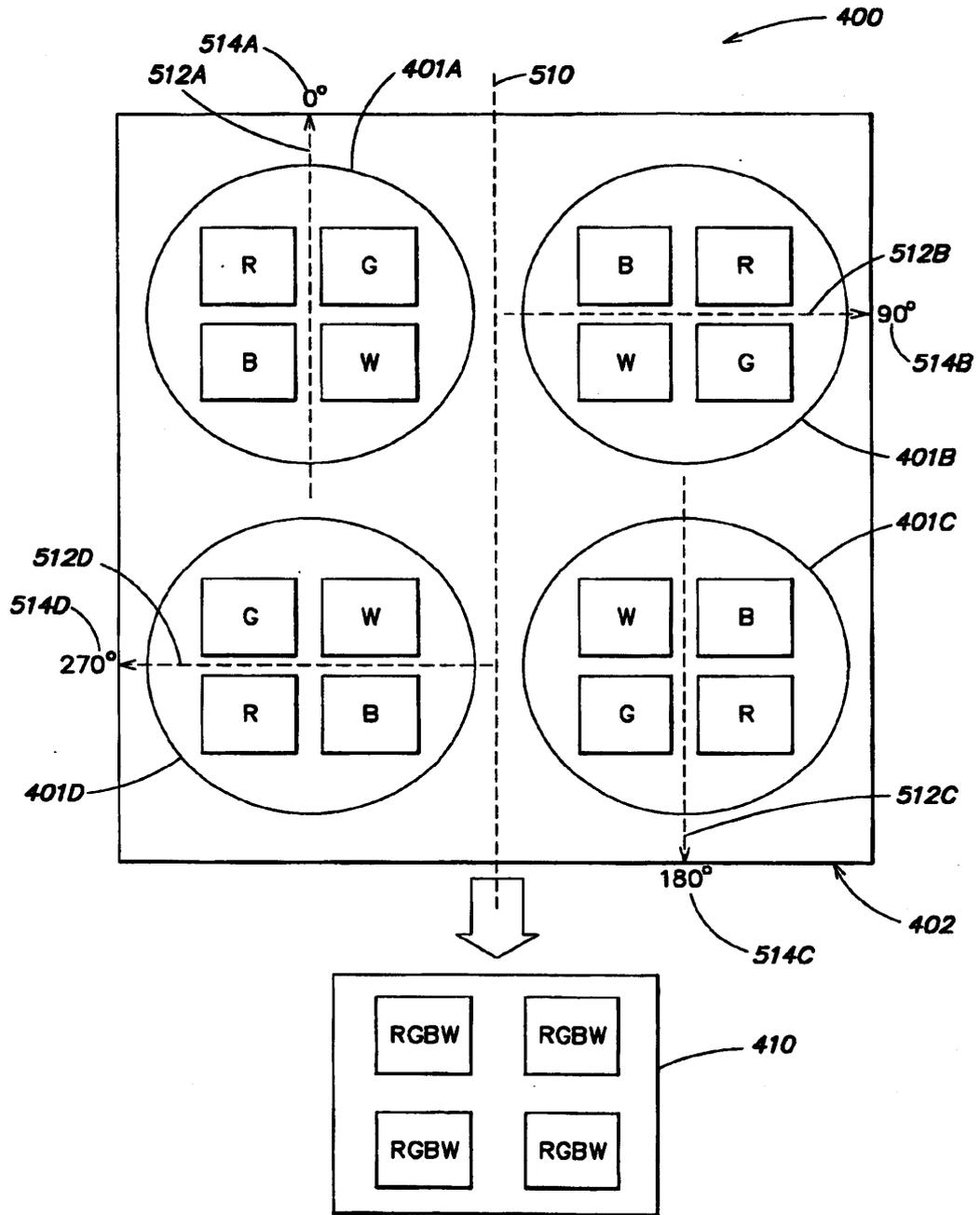
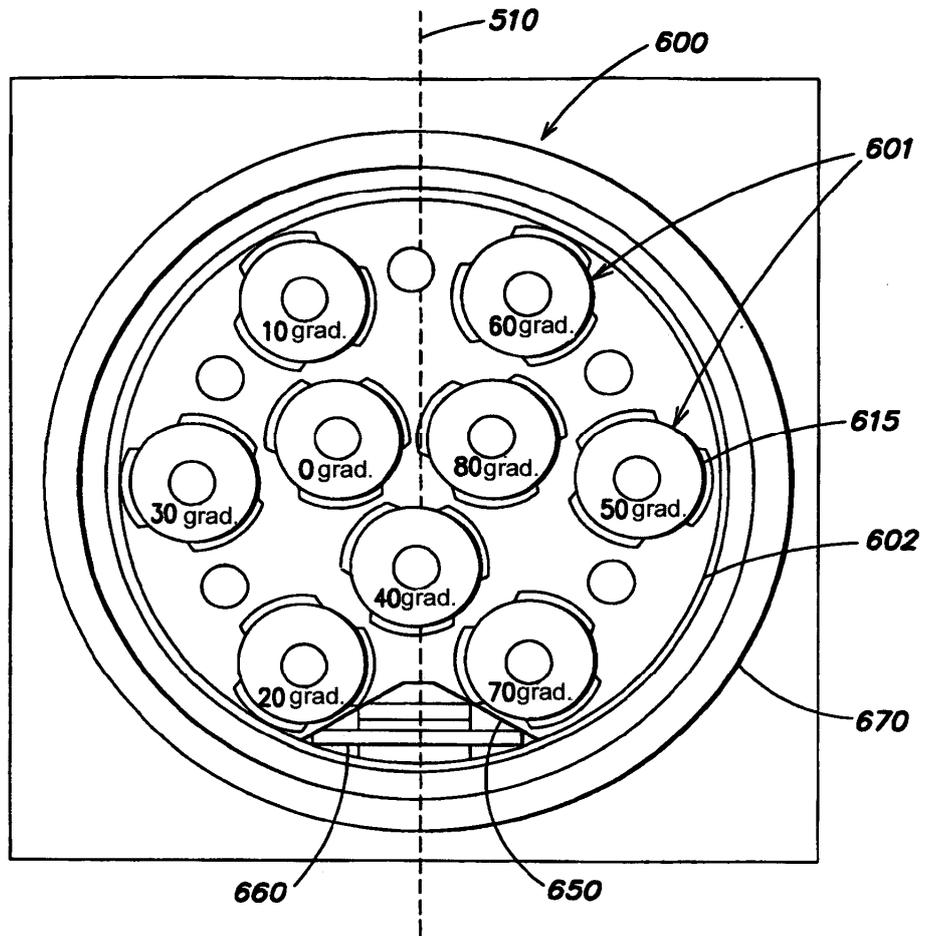


FIG. 5



**FIG. 6**