

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 208**

51 Int. Cl.:

**F21V 9/10** (2006.01)

**H01L 25/00** (2006.01)

**H01L 33/50** (2010.01)

**F21Y 101/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2009 E 09791320 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2012 EP 2321576**

54 Título: **Fuente de luz de color regulable**

30 Prioridad:

**07.08.2009 US 538003**  
**08.08.2008 US 87570 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.03.2013**

73 Titular/es:

**XICATO, INC. (100.0%)**  
**4880 Stevens Creek Blvd., Suite 204**  
**San Jose, CA 95129, US**

72 Inventor/es:

**HARBERS, GERARD;**  
**PUGH, MARK, A.;**  
**DEROOS, MENNE, T. y**  
**TSENG, PETER, K.**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 397 208 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

Fuente de luz de color regulable.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a fuentes de luz y, en particular, a fuentes de luz de color regulable.

10 **Antecedentes**

10 La luz natural del día, directa o indirectamente proporcionada por el Sol, varía en su composición espectral a lo largo del día, debido a los cambios de latitud y longitud del Sol en relación con un observador, lo cual modifica la transmisión y los trayectos de dispersión en la atmósfera de la Tierra, así como la reflexión y la dispersión de los objetos cercanos al observador. Se desea recrear (por lo menos hasta cierto punto) estos efectos en fuentes de luz artificial al cambiar la composición espectral y el color de emisión de las fuentes de luz o, para ser más específicos, para cambiar la temperatura de color correlacionada de su salida de luz. Una posible aplicación sería, en los entornos comerciales o residenciales, el cambio del ambiente de la iluminación y del estado de ánimo y bienestar de las personas. Adicionalmente, se desea implantar dicha funcionalidad con solo un coste añadido limitado y un número mínimo de componentes añadidos, a la vez que se mantiene un elevado grado de eficiencia (salida de flujo luminoso comparada con la energía eléctrica que se introduce, manteniendo a la vez un buen índice de rendimiento cromático (en inglés, CRI o *Colour Rendering Index*).

25 También se desea cambiar el punto de color de las fuentes de luz de estado sólido que no satisfagan las especificaciones de punto de color que se tienen como objetivo. Estas desviaciones se producen, por ejemplo, debido a las variaciones de producción en materia de longitud de onda o eficiencia, o debido a las variaciones en la eficiencia de conversión de fósforo en aquellos casos en los que se utilicen fósforos para crear diferentes componentes espectrales de la salida de luz. Estas eficiencias de conversión pueden variar debido a las diferencias en espesores de capa, o a las variaciones de la concentración de partículas de fósforo en la capa (o capas) de fósforo, o debido a las variaciones en la composición química del fósforo. En este caso, también se desea contar con la capacidad de regular el punto de color de un módulo de iluminación de estado sólido después de haber sido montado, de manera que el módulo cumpla los objetivos de punto de color. El documento WO-A-2007/102098 divulga este tipo de módulo LED.

35 Es bien sabido que los módulos pueden estar fabricados con cadenas de diodos emisores de luz (LED) rojos, verdes y azules, estando cada cadena unida a una fuente de corriente, y en donde puede ajustarse cada una de las fuentes de corriente para cambiar la salida de luz relativa de los LED emisores de rojo, verde y azul, de tal manera que se puedan producir diferentes tonos de blanco o de cualquier otro color. Algunos inconvenientes de este enfoque son que se requieren múltiples controladores, lo que incrementa el número de componentes necesarios y los costes, y que sólo se utiliza una parte de todos los LED a plena capacidad en un momento dado. Si, por ejemplo, se desea luz con una temperatura de color correlacionada alta, la cual posee un contenido de azul relativamente alto, se activan los LED azules a su potencia máxima, mientras que se activan los LED verdes y, específicamente, los LED rojos con una corriente muy por debajo de sus corrientes normales de operación. Sin embargo, si se requiere una salida de luz con una temperatura de color correlacionada baja, se activan los LED rojos a su potencia máxima, mientras que se activan los LED azules a una corriente mucho más baja que la normal. Por término medio, el número de LED que se requiere es más elevado que si el sistema se optimizara para un punto de color único.

50 Además, debido a las distintas condiciones de operación, la eficacia de los LED puede variar (debido al denominado declive (en inglés, *droop*) de corriente y temperatura), lo que requiere más componentes electrónicos para predecir el color real de la salida de luz en relación con la generación de corriente de accionamiento. Normalmente esto se consigue mediante un microcontrolador, y muy a menudo se requieren mediciones adicionales de, por ejemplo, la temperatura de placa como entradas para los algoritmos programados en el microcontrolador. Este planteamiento presenta un inconveniente adicional, ya que los dispositivos experimentan un envejecimiento diferencial. Por ejemplo, los LED rojos pueden degradarse con mayor rapidez que los LED azules si se activan con una potencia más alta, o los LED azules pueden degradarse con mayor rapidez cuando el dispositivo se opera a temperaturas de color relativamente altas. Con respecto al envejecimiento diferencial la situación es incluso peor, ya que se sabe que el envejecimiento de los LED (la degradación de la salida de luz a la misma potencia de entrada con el paso del tiempo) puede variar en diferentes dispositivos.

60 Una solución para este problema consiste en usar una técnica, en la que se utilizan por lo menos tres sensores, teniendo cada uno de los sensores diferentes respuestas espectrales, y las señales de los tres sensores se miden y utilizan para obtener una estimación del punto de color real de la salida del módulo. A continuación, se utiliza esta medición para controlar las corrientes a través de las cadenas de LED rojos, verdes y azules utilizando un control de realimentación electrónico. Dicha técnica se denomina comúnmente una técnica de realimentación óptica. Entre los posibles inconvenientes de este enfoque figuran un número cada vez mayor de componentes y la necesidad de microcontroladores incorporados, lo cual evidentemente tiene como consecuencia costes adicionales y una mayor probabilidad de que se produzca un fallo electrónico.

Además de utilizar diodos emisores de luz rojos, verdes y azules en estos sistemas, también se pueden utilizar combinaciones de otros colores, como por ejemplo LED blancos o una combinación de LED blancos que posean diferentes temperaturas de color correlacionadas.

5 Un ejemplo de un sistema, en el que se utilizan LED blancos y rojos es el sistema producido por *LED Lighting Fixtures* (Carolina del Norte, Estados Unidos de América), que fue adquirida recientemente por CREE (Carolina del Norte, Estados Unidos de América). Este sistema consiste en un módulo de iluminación con luz descendente (*down light*) que cuenta con una cavidad de mezcla que utiliza LED amarillos en combinación con LED rojos para producir un color blanco cálido, y un sensor que se utiliza para medir la salida de luz relativa de los LED amarillos en comparación con los LED rojos y para mantener un color constante para la salida de luz de la luz descendente. Este sistema no está diseñado para cambiar el color de la salida de luz si así lo requiere el usuario del sistema, pero se puede ajustar el color mediante el ajuste de las condiciones de control en la fábrica.

15 **Sumario**

Un módulo de iluminación incluye una ventana de salida de luz, por lo menos una pared lateral que define una cavidad y una placa de montaje, por lo menos una fuente de luz y por lo menos un reflectante que se encuentra dentro de la cavidad. La ventana de salida de luz puede ser una de las paredes laterales en una configuración de emisión lateral. Se puede cambiar la distribución espectral de la luz que sale de la ventana de salida de luz mediante la manipulación de la posición relativa de la pared lateral con respecto al reflectante o reflectantes que se encuentran dentro de la cavidad.

25 **Breve descripción de los dibujos**

- 25 En la figura 1A, se ilustra una vista en perspectiva de un módulo cilíndrico emisor de luz superior.
- En la figura 1B, se ilustra esquemáticamente el funcionamiento de un módulo emisor de luz.
- 30 En la figura 2, se ilustra una vista en perspectiva de un módulo cilíndrico emisor de luz lateral.
- En la figura 3A, se ilustra una vista en perspectiva de un módulo lineal emisor de luz superior.
- En la figura 3B, se ilustra una vista en perspectiva de un módulo lineal emisor de luz lateral.
- 35 En las figuras 4A, 4B y 4C, se ilustran vistas en perspectiva del módulo emisor de luz superior cilíndrico de la figura 1 con la ventana superior retirada en diversas configuraciones.
- En la figura 5, se ilustra una vista en perspectiva explosionada del módulo emisor de luz superior cilíndrico de la figura 1.
- En la figura 6, se ilustra una vista en perspectiva explosionada del módulo emisor de luz lateral cilíndrico de la figura 2.
- 45 En la figura 7, se ilustra una vista en perspectiva explosionada del módulo lineal emisor de luz superior de la figura 3A.
- En la figura 8, se ilustra una vista en perspectiva explosionada del módulo lineal emisor de luz lateral de la figura 3B.
- 50 En la figura 9, se ilustra un ejemplo de un módulo lineal emisor de luz lateral que se utiliza como una luz de estante.
- En la figura 10, se ilustra una forma de realización, en la que se utiliza un motor para girar la pared lateral de un módulo cilíndrico.

55 **Descripción detallada**

En la figura 1A, se muestra una forma de realización de un módulo cilíndrico 100. El módulo cuenta con una ventana de salida de luz 102 en su parte superior 104, una sección central 106 con paredes laterales 107, una sección inferior 108 que puede incluir una placa de montaje y un difusor de calor 109 y una cavidad 110 (véase la figura 4A) dentro del módulo.

En esta forma de realización, la sección central 106 puede ser girada en relación con la sección inferior 108, como ilustra la flecha 101. La rotación cambiará las características ópticas de la cavidad 110 formada por las secciones superior 104, central 106 e inferior 108, de tal manera que se modifica la salida espectral de la luz que atraviesa la ventana de salida 102. En las siguientes secciones se explicará este proceso de forma más detallada.

Las secciones central 106 e inferior 108 pueden contar con líneas, letras o cualesquiera otras indicaciones grabadas 112 que proporcionan al instalador o usuario del módulo de iluminación una indicación de la salida de luz correlacionada con la orientación relativa de la sección central con respecto a la sección superior. Como se ilustra en la figura 1A, se indican tres líneas en la sección inferior 108 y una línea en la sección central 106. Si la línea de la sección central 106 está alineada con la línea derecha en la sección inferior 108, el módulo 100 genera una luz blanca a través de la ventana superior 102 con una temperatura de color correlacionada (CCT, por sus siglas en inglés, *correlated color temperature*) de aproximadamente 2700K. Al girar la sección central 106 hacia la izquierda, se puede generar una luz blanca con una CCT de 3000K o 4000K mediante la alineación de la línea en la sección central 106 con la línea central o izquierda de las secciones inferiores, respectivamente.

En la figura 1B, se ilustra esquemáticamente el módulo de color regulable 100 en su función de recepción de entradas eléctricas 120 y producción de una salida de luz 130 con un espectro variable.

En la figura 2, se muestra una forma de realización de un módulo cilíndrico 200, similar al mostrado en la figura 1 con líneas indicadoras 112, pero que está configurada para emitir luz a través de las paredes laterales 202, y la parte superior 204 está fabricada con un material reflectante. En esta configuración, se puede cambiar el color de la salida de luz girando la sección superior 204 y/o la sección central 206, es decir, las paredes laterales 202 con la ventana de salida de luz, en relación con la sección inferior 208 al cambiar las características ópticas de la cavidad interna formada por el reflector superior, las paredes laterales translúcidas 202 de la sección central 206 y la sección inferior 208, la cual puede incluir una placa de montaje y un difusor de calor.

En la figura 3A, se muestra una forma realización de un módulo lineal 300. Este módulo posee una ventana de salida de luz rectangular 302 en la sección superior 304 e incluye una sección central 306 con unas paredes laterales 307 y una sección inferior 308 que puede incluir una placa de montaje y un difusor de calor 309. En esta forma de realización, el módulo 300 cuenta con un botón de ajuste 312, el cual puede girarse para cambiar las propiedades espectrales de la luz emitida a través de la ventana de salida de luz 302. En este caso, el botón 312 y la sección central 306 pueden tener líneas, letras o cualesquiera otras indicaciones grabadas 314 que proporcionan al instalador o usuario del módulo de iluminación 300 una indicación de la salida de luz correlacionada con la orientación relativa del botón 312 con respecto a la caja definida por la sección central 306.

En la figura 3B, se muestra una forma de realización de un módulo lineal 350 con una estructura de emisión lateral, en la que se coloca la ventana de salida de luz 352 en una sección lateral 356 del módulo 350. El módulo 350 tiene una ventana de salida de luz rectangular 352 en un lado de la sección lateral 356 y unas paredes reflectantes en la sección lateral 356 en el lado 360 opuesto de la ventana 352 y adyacente a la ventana de salida de luz 352 en la sección superior 354 y la sección inferior 358, la cual puede incluir una placa de montaje y un difusor de calor. En esta forma de realización, el módulo 350 también posee un botón de ajuste 312, el cual puede girarse para cambiar las propiedades espectrales de la luz emitida a través de la ventana de salida de luz 352. Una vez más, el botón 312 y la sección central 356 pueden contar con líneas o letras o cualesquiera otras indicaciones grabadas 314 que proporcionan al instalador o usuario del módulo de iluminación una indicación de la salida de luz correlacionada con la orientación relativa que tiene el botón con respecto a la caja.

En la figura 4A, se muestra una vista en perspectiva del módulo cilíndrico 100 de la figura 1 con la ventana de salida de luz 102 retirada para mostrar la cavidad interna 110 del módulo. La ventana de salida de luz 102 se compone de una placa translúcida y puede contener elementos de conversiones de longitud de onda, como por ejemplo fósforos, que podrían estar dispersados en el material de la ventana 102 o podrían ser aplicados como un revestimiento a la superficie orientada hacia la cavidad interna, a la superficie orientada hacia el exterior o a ambas superficies. Si se utiliza un fósforo, resulta beneficioso el uso de placas que poseen una alta conductividad térmica, como por ejemplo placas que contienen óxido de aluminio o están fabricadas a partir del mismo, que en su forma monocristalina se denomina zafiro o en su forma policristalina se denomina alúmina. La ventana de salida de luz 102 posee una baja absorción en las longitudes de onda emitidas.

Como se puede observar en la figura 4A, el módulo cilíndrico 100 incluye una serie de emisores de luz 152, un reflector inferior 154, una serie de reflectores laterales 156 y la pared interior 158 de la sección central 106.

Los emisores de luz 152 son, por ejemplo, diodos emisores de luz, tales como los fabricados por Philips Lumileds Lighting (California, Estados Unidos de América), Nichia Corporation (Japón) o Cree (Carolina del Norte, Estados Unidos de América). En particular, Luxeon Rebel, fabricado por Philips Lumileds Lighting, es un paquete de diodos emisores de luz que puede utilizarse en el módulo 100, pero también se pueden utilizar otros semiconductores emisores de luz u otras fuentes de luz, como por ejemplo láseres o pequeñas lámparas de descarga. Normalmente, se utilizan de 4 a 12 emisores de luz 152, dependiendo de la entrada eléctrica requerida y/o de la potencia de salida radiométrica.

Los emisores de luz 152 están fijados a una placa de circuito y a un disipador de calor (no visible en estos dibujos). La placa de montaje contiene conexiones eléctricas para los emisores de luz 152, áreas térmicas de contacto (preferentemente en ambos lados de la placa) y vías para reducir la resistencia térmica desde los emisores de luz

152 al disipador de calor. Se pueden utilizar emisores de luz que emiten luz azul o ultravioleta 152, pero también es posible utilizar una combinación de emisores de luz azul, ultravioleta, verde, ámbar o roja 152.

5 Con el fin de lograr una buena eficacia luminosa (una elevada relación entre la salida de luz y la potencia de alimentación eléctrica), todas las superficies internas de la cavidad 110 formada por la ventana de salida de luz 102, los reflectores laterales 156, la pared interior 158 y la sección inferior 108 pueden tener una baja absorción óptica. A tal efecto, el reflector inferior 154 puede formarse a partir de la placa de circuito recubierta con un material con alta reflectividad, o se puede montar una placa muy reflectante sobre la placa de circuito. Por ejemplo, en la figura 4A se muestra una placa muy reflectante como el reflector inferior 154, el cual posee áreas circulares perforadas para proporcionar un acceso óptico a las lentes de los emisores de luz 152. Un ejemplo de esta placa reflectante es una placa fabricada con un material denominado Miro, que es producido por la empresa Alanod (Alemania). La placa reflectante puede ser delgada, preferentemente con un grosor inferior a 0,5 mm, y preferentemente inferior a 0,25 mm.

15 Como se ilustra en la figura 4A, los reflectores laterales 156 están unidos al reflector inferior 154. El reflector inferior 154 y los reflectores laterales 156 pueden, por ejemplo, ser perforados a partir de una placa, en donde cada uno de los reflectores laterales 156 es doblado hacia arriba y se monta sobre los emisores de luz 152 al desplazar esta estructura hacia abajo al interior de la cavidad 110. Los reflectores inferiores 154 y los reflectores laterales 156 pueden estar directa o indirectamente unidos a la sección inferior 108 (por ejemplo, mediante el pegado o atornillado) y no giran con la sección central 106 con paredes laterales 107. El reflector inferior 154 y/o los reflectores de pared lateral 156 pueden estar cubiertos con un revestimiento difuso muy reflectante, como por ejemplo revestimientos que contienen partículas de dióxido de titanio, dióxido de magnesio o dióxido de aluminio, o podrían contener materiales de conversión de longitud de onda como fósforos.

20 La sección central 106 en esta forma de realización posee una pared lateral interior 158, la cual tiene una baja absorción (como, por ejemplo, un revestimiento de aluminio o plata), y está cubierta por lo menos parcialmente con una capa de conversión espectral, como, por ejemplo, una capa de fósforo.

25 En una forma de realización, se utilizan ocho emisores de luz 152 y ocho reflectores laterales 156, de tal modo que la pared lateral interior de la cavidad 110 está dividida en dieciséis secciones. Ocho de las dieciséis secciones de pared lateral están revestidas con una capa que tiene una primera propiedad de reflexión, por ejemplo reflectividad espectral (indicada por la sección A de pared lateral), mientras que las otras ocho de las dieciséis secciones de pared lateral poseen una segunda propiedad de reflexión, por ejemplo reflectividad espectral (indicada por la sección B de pared lateral). Los dos grupos de áreas con diferentes propiedades de reflexión están espaciadas entre sí.

30 En una orientación, las secciones de pared lateral A están casi completamente expuestas a los emisores de luz 152, mientras que las secciones de pared lateral B están ocultas y no expuestas debido a que se encuentran detrás del reflector lateral 156, como se ilustra en la figura 4B. En la figura 4C, el módulo tiene la orientación opuesta y la sección B de pared lateral está totalmente expuesta a la salida de luz de los emisores de luz 152, mientras que las secciones A de pared lateral están cubiertas por los reflectores laterales 156.

35 En una forma de realización, los revestimientos del reflector inferior 154 y/o los reflectores laterales 156, los revestimientos de la pared lateral interior 158 y los revestimientos de la ventana de salida de luz 102 son seleccionados de tal forma que si las secciones de pared lateral A están completamente expuestas, se genera luz blanca con una temperatura de color correlacionada de aproximadamente 4000K, mientras que si la sección de pared lateral B está completamente expuesta, se obtiene una luz blanca con una temperatura de color correlacionada de aproximadamente 2700K. Al exponer parcialmente la sección de pared lateral A y la sección de pared lateral B se puede obtener una luz blanca con temperaturas de color correlacionadas de entre 2700K y 4000K.

40 Aunque en esta forma de realización se utilizan ocho emisores de luz 152, también se pueden utilizar otros números de emisores de luz 152 y reflectores laterales 156. Asimismo, el número de secciones de pared lateral con diferentes propiedades reflectantes puede ser mayor que las dos secciones ilustradas, es decir, que la sección A y la sección B. Además, aunque las secciones de pared lateral y el reflector lateral se ilustran como franjas verticales, se pueden utilizar otras configuraciones.

45 La figura 5 es una vista explosionada de una forma de realización del módulo cilíndrico 100 de la figura 1, y en la misma se muestran individualmente las piezas. El elemento superior de la figura 5 es la ventana de salida de luz 102, la cual posee propiedades ópticas translúcidas. La ventana 102 está iluminada con una luz generada por los emisores de luz 152, ya sea directamente o indirectamente cuando es reflejada en los otros componentes de la cavidad antes de llegar a la ventana 102. Se transmite parte de esta luz por la ventana 102 y se emite desde el módulo por su parte superior. Durante la transmisión a través de la placa, la luz se redistribuye por lo menos parcialmente, por ejemplo por dispersión de la luz mediante las partículas contenidas en la ventana 102 o unidas a la misma, o mediante la dispersión de la luz al proporcionar rugosidad a por lo menos una de las dos superficies de la ventana, lo cual puede realizarse, por ejemplo, mediante la aplicación de un chorro de arena a dicha superficie.

El segundo elemento visible en esta figura es un anillo cilíndrico segmentado 160 que posee una pared interior 158 y una pared exterior 162, estando la superficie de la pared interior por lo menos parcialmente cubierta con un revestimiento óptico 159, y cambiando este revestimiento óptico 159 las propiedades espectrales de la luz reflejada por el revestimiento. Dicho revestimiento óptico 159 puede contener un tinte o un material de fósforo (por ejemplo, un material de fósforo amarillo YAG ( $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ ), o un material de fósforo verde  $Ca_3Sc_2Si_3O_{12}:Ce$ , u otro fósforo verde  $Ca_3(Sc,Mg)_2Si_3O_{12}:Ce$ , u otro fósforo verde  $CaSc_2O_4:Ce$ , o un fósforo rojo  $CaAlSiN_3:Eu$ , u otro fósforo rojo  $(Sr,Ca)AlSiN_3:Eu$ ), o podría ser un revestimiento de película fina que consiste en capas delgadas de materiales diferentes, donde el espesor y el tipo de materiales determinan las propiedades de reflexión espectral. En una forma de realización, la superficie interior 158 está subdividida en un total de 16 subsecciones, donde las subsecciones alternas poseen o no poseen este tipo de revestimiento, o poseen revestimientos alternos con diferentes composiciones de revestimientos ópticos. El anillo 160 está preferentemente fabricado con un material muy reflectante, y preferentemente está fabricado con un material que posee una buena conductividad térmica, como por ejemplo un material reflectante basado en aluminio. Este tipo de materiales reflectantes son fabricados, por ejemplo, por Alanod (Alemania), bajo el nombre de marca Miro, pero otras empresas también producen materiales similares. Se puede formar el anillo 160, por ejemplo, mediante la aplicación de revestimientos reflectantes sobre una franja plana de este material reflectante, y el doblado del reflector después de someter al revestimiento 159 a un proceso de curado.

El tercer elemento mostrado en esta figura es una pared lateral 107 que se utiliza como una pieza de ajuste y forma parte de la caja del módulo 100 en el que se coloca y fija el anillo cilíndrico revestido 160, y al que se acopla la ventana de salida 102 en su parte superior. La pared lateral 107 está fabricada con un material que posee una buena conductividad térmica, como por ejemplo el cobre o el aluminio. La pieza de pared lateral 107 puede contar con unos marcadores 112 o indicadores para marcar la orientación relativa de la pieza de ajuste (con el anillo revestido fijado 160) con respecto a la pieza inferior 108, la cual incluye una placa de montaje o un dissipador de calor inferior. Asimismo, la pieza de ajuste de la pared lateral 107 puede tener una estructura de superficie que facilita la rotación manual de la pieza de ajuste, o que podría tener características de montaje que permiten la fijación de un motor para girar la pieza de ajuste mediante control remoto.

El cuarto elemento que se muestra es una estructura de reflectores 166 que comprende un reflector inferior 154 en forma de un disco circular con orificios perforados con el fin de ajustar el disco alrededor de las aberturas de salida óptica de los emisores de luz 152, y reflectores laterales 156 formados como elementos reflectantes rectangulares unidos a este disco, los cuales se colocan en una dirección perpendicular al disco y poseen aproximadamente la misma altura que el anillo 160. Esta estructura de reflectores está fabricada preferentemente con un material muy reflectante y puede ser, por ejemplo, moldeada por inyección o puede formarse a partir de una placa de metal muy reflectante mediante técnicas de perforación y doblado. Un ejemplo de ese material de placa de metal es el material Miro que produce Alanod (Alemania).

El último elemento es la estructura inferior 108, la cual incluye una placa de montaje 168, a la que están acoplados los emisores de luz 152 y la estructura de reflectores 166. La placa de montaje 168 está compuesta, por ejemplo, de un disco de aluminio o cobre, en cuya parte superior se encuentra acoplada una placa de circuito impreso. La placa de circuito impreso proporciona una conexión eléctrica a los emisores de luz 152, los cuales están soldados a la placa mediante la técnica bien conocida de soldadura por reflujo. Se sueldan cables eléctricos a la placa de tal forma que un controlador electrónico puede operar y estar acoplado a los emisores de luz. Además de una placa de circuito independiente y un disco o placa de metal, también se puede utilizar una placa de circuito impreso con núcleo de metal (o aluminio), como produce por ejemplo Sierra Proto Express (Sunnyvale, California, Estados Unidos de América). Además de una placa, la placa de circuito también puede estar conectada directamente a un dissipador de calor, a un ventilador o a otros dispositivos de refrigeración. La estructura inferior 108 también puede contar con marcadores 170, indicadores o grabados que indican la rotación relativa de la pieza de ajuste con respecto a la placa de montaje, o que indican el color o temperatura de color asociados de la salida de luz.

La figura 6 muestra una vista explosionada del módulo emisor lateral cilíndrico 200 de la figura 2. El módulo 200 incluye el reflector superior 204, que puede ser una pieza de plástico, y que posee una superficie elevada reflectante difusa o especular en el lateral orientado hacia las fuentes de luz, o que está fabricada con un material óptico reflectante y de alta conductividad térmica, como por ejemplo el material Miro fabricado por Alanod. El reflector superior 204 también puede estar fabricado a partir de una pieza de metal y revestido con un material muy reflectante, por ejemplo un material que contiene uno o varios de los materiales indicados por las fórmulas químicas  $TiO_2$ ,  $MgO_2$ ,  $ZnO$ ,  $AlO_2$ ,  $BaSO_4$ ,  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ ,  $Sb_2O_3$ ,  $Ca_3Sc_2Si_3O_{12}:Ce$ ,  $Ca_3(Sc,Mg)_2Si_3O_{12}:Ce$ ,  $CaSc_2O_4:Ce$ ,  $CaAlSiN_3:Eu$ ,  $(Sr,Ca)AlSiN_3:Eu$ . Los materiales de esta lista que contienen los elementos químicos Ce o Eu [son] ejemplos de materiales luminiscentes llamados fósforos, que convierten la luz azul o ultravioleta en luz con componentes de longitudes de onda más largas con colores cian, verde, amarillo, ámbar o rojo. Normalmente se añaden estos materiales a un material aglutinante transparente, como por ejemplo un epoxi o una silicona, y se aplican a una superficie en calidad de revestimiento mediante serigrafía, cuchilla de racleado (*doctor blading*), colado en cinta o pulverización de pintura, o cualquier otra técnica de revestimiento apropiada. El espesor de la capa puede variar, pero normalmente se encuentra en el intervalo comprendido entre 30 y 100 micrómetros.

Acoplado al reflector superior 204 se encuentra la sección de pared lateral 206, que en esta realización está fabricada con un material de baja absorción y puede tener propiedades de dispersión. Las paredes laterales 206 poseen una sección transversal cilíndrica o poligonal. En una forma de realización, las paredes laterales 206 están fabricadas con un material que posee diferentes polvos, como por ejemplo una combinación de  $\text{AlO}_2$  y un fósforo como  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}_{3+}$ , y los polvos están comprimidos en una forma cilíndrica mediante un molde y sinterizados en un horno. En otra forma de realización, las paredes laterales 206 están fabricadas a partir de un tubo de vidrio o zafiro, y revestidas con un polvo en el interior o el exterior del tubo. El revestimiento de tubos con polvos es una tecnología muy común para la fabricación de fuentes de luz, como por ejemplo tubos fluorescentes, y en esta aplicación se pueden utilizar las mismas técnicas.

Para lograr los cambios en la composición espectral de la salida de luz del módulo en esta configuración, las paredes laterales 206 poseen por lo menos dos grupos de secciones con franjas, identificadas como A y B. Cada uno de los grupos que poseen por lo menos un miembro (sección con franjas), donde las secciones con franjas difieren en las propiedades de transmisión espectral (o "color"). Las secciones con franjas A y B en las paredes laterales 206 pueden estar formadas por la coextrusión de dos materiales, cuando estos dos materiales difieren en propiedades de transmisión espectral. Uno de los materiales puede contener una mezcla de fósforo que produce una salida de luz con una temperatura de color correlacionada aproximada de 4000K, mientras que el otro material puede contener una mezcla de fósforo que produce una salida de luz con una temperatura de color correlacionada aproximada de 2700K. Además de las mezclas de fósforo, el material posee un material aglutinante, como por ejemplo polvo de óxido de aluminio, y podría contener otros materiales para facilitar el proceso de coextrusión. La coextrusión es un proceso bien conocido: un ejemplo sencillo consiste en la producción de pajitas de beber con franjas de diferentes colores, donde por ejemplo un material de plástico rojo es coextruido con un material de plástico blanco. Si se utilizan polvos, se puede utilizar una técnica de moldeo en la que los polvos [son] inyectados y comprimidos a alta presión, y calentados para su fundición conjunta. Alternativamente, se pueden construir las paredes laterales 206 a partir de piezas rectangulares de diferentes materiales, las cuales están pegadas o montadas mecánicamente para formar una sección transversal con forma poligonal.

El módulo 100 incluye un conjunto de reflectores 220 entre las secciones con franjas A y B de las paredes laterales 206 y los emisores de luz 252. En una forma de realización, el conjunto de reflectores 220 está unido a la placa de montaje 209 en la sección inferior 208 del módulo 200. Si así se desea, los reflectores 220 pueden montarse alternativamente en el reflector superior 204, en cuyo caso el reflector superior 204 y la sección de pared lateral 206 se acoplan de forma que puedan pivotar. En la forma de realización mostrada en la figura 6, las paredes laterales 206 y el reflector superior 204 pueden girar con respecto a la sección inferior 208 con la ayuda de un anillo opcional 207 en la parte inferior de las paredes laterales 206. Se puede acoplar y cerrar a presión el anillo 207 a la placa de montaje 209, dejando suficiente espacio para que el anillo 207, las paredes laterales fijadas 206 y el reflector superior 204 puedan ser girados a mano o mediante el uso de una herramienta o un motor. El anillo 207 puede incluir marcadores 112 o indicadores que marcan la orientación relativa del anillo 207 con respecto a los marcadores 170 en la sección inferior 208. En un modo de operación, la orientación de la pared lateral 206 en comparación con los reflectores 220 es tal que principalmente las secciones con franjas A son iluminadas por los emisores de luz 252 y el módulo produce una luz con una temperatura de color correlacionada relativamente baja (por ejemplo, de 2700K o 3000K). En otro modo de operación, la orientación es tal que solo las secciones con franjas B están iluminadas, y se obtiene una luz con una temperatura de color correlacionada relativamente alta a partir del módulo (por ejemplo, de 3500K o 4000K). Los reflectores 220 preferentemente están fabricados con un material muy reflectante (un material que posee una baja absorción para la luz visible) y pueden contener partículas de fósforo u otras partículas que dispersan la luz. Estas partículas pueden estar incorporadas en el material que forma el reflector 220, como por ejemplo un material de polímero (si los reflectores están moldeados por inyección a partir de un material plástico) o pueden estar incorporadas en el material que se utiliza para revestir los reflectores 220 (para proporcionarle una alta reflectividad). Si se utilizan fósforos se prefiere elegir un material que posee una alta conductividad térmica, como por ejemplo el aluminio o el cobre. Como una alternativa al uso de los metales, también se pueden utilizar polímeros térmicamente conductores como material de base, como, por ejemplo, el producido por Cools Polymers, Inc, ubicado en Warwick (Rhode Island, Estados Unidos de América).

La sección inferior 208 del módulo 200 en esta forma de realización contiene los emisores de luz 252, los cuales están acoplados a la placa de montaje 209, que contiene trazas conductoras eléctricas para la aplicación de corriente a los emisores de luz. La tabla de montaje 209 puede estar fabricada con un material con alta conductividad térmica o contener vías térmicas con alta conductividad térmica, como por ejemplo vías de cobre en una placa de circuito impreso FR4. La tabla de montaje 209 está preferentemente acoplada a un difusor de calor fabricado con un material dotado de alta conductividad térmica, como por ejemplo el aluminio o el cobre. El difusor de calor puede estar fabricado a partir de un polímero térmicamente conductor, como por ejemplo los producidos por Cool Polymers, Inc, ubicada en Warwick (Rhode Island, Estados Unidos de América). Entre los ejemplos de estos materiales se encuentran los polímeros cristalinos líquidos (LCP, por sus siglas en inglés, *Liquid Crystalline Polymers*), los sulfuros de polifenileno (PPS, por sus siglas en inglés, *Polyphenylene Sulfides*) y los elastómeros termoplásticos (TPE, por sus siglas en inglés, *thermoplastic elastomers*), todos ellos térmicamente conductores.

En la figura 7, se ilustra una vista explosionada del módulo lineal 300 mostrado en la figura 3A. El módulo lineal 300 es similar al módulo cilíndrico 100 mostrado en las figuras 1 y 4, pero difiere del mismo en varios aspectos. El

módulo lineal 300 incluye una ventana de salida de luz 302 con forma rectangular, que puede tener una anchura de 5 a 15 mm y una longitud de 25 a 75 mm, pero también se pueden utilizar otras anchuras y longitudes. Asimismo, a diferencia del módulo cilíndrico 100, el módulo lineal 300 no se mueve o gira las paredes laterales. El módulo lineal 100 incluye un conjunto de reflectores 320 que se mueven linealmente en la cavidad 310 formada por la sección superior 304, la sección lateral 306 y la sección inferior 308. Los reflectores 320 se mueven linealmente por medio de un tornillo de ajuste 312, el cual mueve la estructura de reflectores girándola mediante una perforación roscada 322 ubicada en la pared lateral 307. La pared lateral 307 está montada en la placa de montaje 309. La pared lateral 307 está revestida con áreas de por lo menos un revestimiento óptico, lo que cambia el color de la luz en la reflexión. Preferentemente hay dos conjuntos de áreas revestidas, A y B, y cada conjunto de áreas cuenta por lo menos con el mismo número de áreas que el número de reflectores en la estructura de reflectores 320. Si una de las áreas revestidas A está expuesta a la luz de los emisores de luz 152, la salida de luz del módulo 300 posee una temperatura de color correlacionada de aproximadamente 2700K, y si el otro conjunto de áreas B está expuesto a la luz de los emisores de luz 152, la salida de luz del módulo posee una temperatura de color correlacionada de 4000K. Además de este intervalo, también es posible ajustar el módulo para que emita gamas de temperatura de color correlacionadas más pequeñas o más grandes.

En la figura 8, se muestra una vista explosionada del módulo emisor lineal lateral 350 ilustrado en la figura 3B, en el que se coloca la ventana de salida de luz 352 en una orientación ortogonal a la placa de montaje 359 de la sección inferior 358. El módulo emisor lineal lateral 350 de la figura 8 es similar al módulo de línea [sic] 300 mostrado en la figura 7, los elementos que llevan la misma designación son iguales. Sin embargo, el módulo emisor lineal lateral 350 posee la ventana de salida de luz 352 ubicada en una posición ortogonal con respecto a la placa de montaje 359. Esta configuración resulta beneficiosa en aplicaciones tales como la iluminación de estantes, ilustrada en la figura 9, donde la altura del módulo 350 debe ser pequeña. En el módulo emisor lineal lateral 350, los reflectores 370 consisten en espejos en forma de L, los cuales cubren la pared lateral 360 frente a la ventana de salida de luz 352, y la pared superior 354, que se encuentra frente a los emisores de luz 152. Se colocan las áreas revestidas A y B en esta pared lateral 360 y la pared superior 354. Por lo demás, esta configuración funciona de forma similar a la forma de realización, tal como se ha mostrado y descrito en la figura 7.

En la figura 9, se ilustra un ejemplo de un módulo emisor lineal lateral 350 que se utiliza como una luz de estante. Si así se desea, se puede utilizar el módulo lineal 300 de las figuras 3A y 7. El propio módulo 350 no está visible en la figura 9, ya que se encuentra oculto detrás del reflector 394, estando integrado en el estante superior 390 para iluminar el estante inferior 392. El estante superior 390 puede actuar como difusor de calor y disipador de calor. Como se ilustra, se pueden utilizar tres módulos 350 para iluminar el estante inferior 392 de manera uniforme. Alternativamente, se puede utilizar el módulo 350 como un montaje de iluminación homogénea para iluminar una pared, como una luz exterior o para crear otros efectos arquitectónicos.

En la figura 10, se ilustra una forma de realización, en la que se utiliza un motor 400 para girar la pared lateral 107 del módulo cilíndrico 100 mostrado en la figura 1. Sin embargo, se deberá entender que se puede utilizar el motor 400 con cualquiera de las realizaciones descritas en el presente. En la presente forma de realización, se coloca el módulo de iluminación cilíndrico 100 sobre una placa de montaje 402, y adyacente al módulo de iluminación 100 se encuentra un motor eléctrico 400 montado en la misma placa de montaje 402. Se incluye una caja de control 410 con controladores 412 para la serie de emisores de luz en el módulo, y un controlador 414 para el motor 400. La caja de control 410 está conectada a una fuente de alimentación (o directamente a la red), como ilustran las líneas de energía 416, así como a una interfaz de control, como ilustran las líneas de control 418. La interfaz de control puede ser una interfaz DMX512, la cual es una interfaz de control de iluminación definida por la norma "E1.11, USITT DMX512-A" (abreviada a "DMX512-A") y mantenida por ESTA (acrónimo de *Entertainment Services and Technology Association*, "Asociación de Servicios de Entretenimiento y Tecnología"). Los engranajes 420, 422 están acoplados al motor 400 y a la pared lateral 107, respectivamente. Cuando se activa el motor 400, la pared lateral 107 gira y, como consecuencia, se modifica la salida espectral del módulo 100, como se ha indicado anteriormente. Esta configuración cuenta con la ventaja de que si el dispositivo, que incluye el módulo 100, no es fácilmente accesible o está caliente, todavía se puede hacer funcionar fácilmente para cambiar el color.

Aunque la presente invención se ha ilustrado en relación con formas de realización específicas para fines educativos, la presente invención no está limitada a las mismas. Se pueden realizar diversas adaptaciones y modificaciones sin apartarse, por ello, del alcance de la invención. Por consiguiente, el alcance de las reivindicaciones que se adjuntan no estará limitado a la descripción anterior.

**REIVINDICACIONES**

1. Módulo de iluminación (100), que comprende:

5 una placa de montaje (209, 359) con por lo menos un emisor de luz semiconductor (152, 252) acoplado a la placa de montaje;

10 por lo menos una pared lateral (206, 360) acoplada a la placa de montaje y que rodea a dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor, en el que dicha por lo menos una pared lateral está segmentada en un primer grupo de subsecciones y un segundo grupo de subsecciones, en el que un primer grupo de subsecciones comprende un área de material de conversión de longitud de onda;

15 una pared superior reflectante (204, 354) acoplada a dicha por lo menos una pared lateral (202, 307), en la que la placa de montaje, dicha por lo menos una pared lateral, y la pared superior reflectante definen una cavidad que contiene dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor y siendo emitida luz desde la cavidad a través de dicha por lo menos una pared lateral; y

20 un elemento reflectante (220, 370) contenido dentro de la cavidad, en el que por lo menos uno de entre el elemento reflectante y dicha por lo menos una pared lateral puede moverse con respecto al otro para ubicar el elemento reflectante en una primera posición, de tal manera que la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor sea bloqueada para evitar que incida sobre el área de material de conversión de longitud de onda e incida sobre el segundo grupo de subsecciones, y para ubicar el elemento reflectante en una segunda posición, de tal manera que la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor incida sobre el área de material de conversión de longitud de onda y sea bloqueada para evitar que incida sobre el segundo grupo de subsecciones.

2. Módulo de iluminación según la reivindicación 1, en el que dicha por lo menos una pared lateral (360) incluye una pluralidad de paredes laterales que presentan una sección transversal rectangular, siendo emitida la luz desde la cavidad a través de una de la pluralidad de paredes laterales que es una ventana (352).

3. Módulo de iluminación según la reivindicación 2, que además comprende una pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda en una de entre la pluralidad de paredes laterales y una pluralidad de elementos reflectantes asociados con la pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda; en el que la pluralidad de elementos reflectantes puede moverse con respecto a la pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda, con el fin de ubicar la pluralidad de elementos reflectantes para bloquear la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor y evitar que incida sobre la pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda y con el fin de ubicar la pluralidad de elementos reflectantes, de tal manera que la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor incida sobre la pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda.

4. Módulo de iluminación según la reivindicación 3, que además comprende una segunda pluralidad de áreas de materiales de conversión de longitud de onda sobre la pared superior reflectante y una segunda pluralidad de elementos reflectantes asociados con la segunda pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda, en el que la segunda pluralidad de elementos reflectantes puede moverse con respecto a la segunda pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda, con el fin de ubicar la segunda pluralidad de elementos reflectantes para bloquear la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor y evitar que incida sobre la segunda pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda y con el fin de ubicar la segunda pluralidad de elementos reflectantes, de tal manera que la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor incida sobre la segunda pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda.

5. Módulo de iluminación según la reivindicación 3, en el que la pluralidad de elementos reflectantes se mueven linealmente con respecto a la pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda.

6. Módulo de iluminación según la reivindicación 3, en el que dicha por lo menos una de la pluralidad de áreas de material de conversión de longitud de onda contiene un material de fósforo.

7. Módulo de iluminación según la reivindicación 3, en el que la ventana (352) comprende por lo menos un material de conversión de longitud de onda.

8. Módulo de iluminación (100), que comprende:

una placa de montaje (209, 359) con por lo menos un emisor de luz semiconductor (152, 252) acoplado a la placa de montaje;

una pluralidad de paredes laterales (206, 360) acopladas a la placa de montaje y que rodea a dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor, siendo una de la pluralidad de paredes laterales una ventana translúcida (352);

una pared superior reflectante (204, 354) acoplada a la pluralidad de paredes laterales, en la que la placa de montaje, la pluralidad de paredes laterales y la pared superior reflectante definen una cavidad que contiene dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor y siendo emitida la luz desde la cavidad a través de la ventana translúcida;

una pluralidad de áreas de conversión de longitud de onda dentro de la cavidad;

una pluralidad de elementos reflectantes móviles (220, 370) dentro de la cavidad,

en el que la pluralidad de elementos reflectantes móviles se pueden mover para ubicar los elementos reflectantes, con el fin de bloquear la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor y evitar que incida sobre la pluralidad de áreas de conversión de longitud de onda y para ubicar los elementos reflectantes, de tal manera que la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor incida sobre las áreas de material de conversión de longitud de onda.

9. Módulo de iluminación según la reivindicación 8, en el que una parte de la pluralidad de áreas de conversión de longitud de onda dentro de la cavidad se encuentran en la pared superior reflectante y otra parte de la pluralidad de áreas de conversión de longitud de onda dentro de la cavidad se encuentran en una de la pluralidad de paredes laterales.

10. Módulo de iluminación según la reivindicación 8, en el que la pluralidad de elementos reflectantes se mueven linealmente con respecto a la pluralidad de áreas de conversión de longitud de onda.

11. Módulo de iluminación según la reivindicación 8, en el que la pluralidad de áreas de conversión de longitud de onda contienen un material de fósforo.

12. Módulo de iluminación según la reivindicación 8, en el que la pluralidad de áreas de conversión de longitud de onda contienen por lo menos uno de entre un material de fósforo amarillo, un material de fósforo verde o un material de fósforo rojo.

13. Módulo de iluminación según la reivindicación 8, en el que la ventana translúcida comprende por lo menos un material de conversión de longitud de onda.

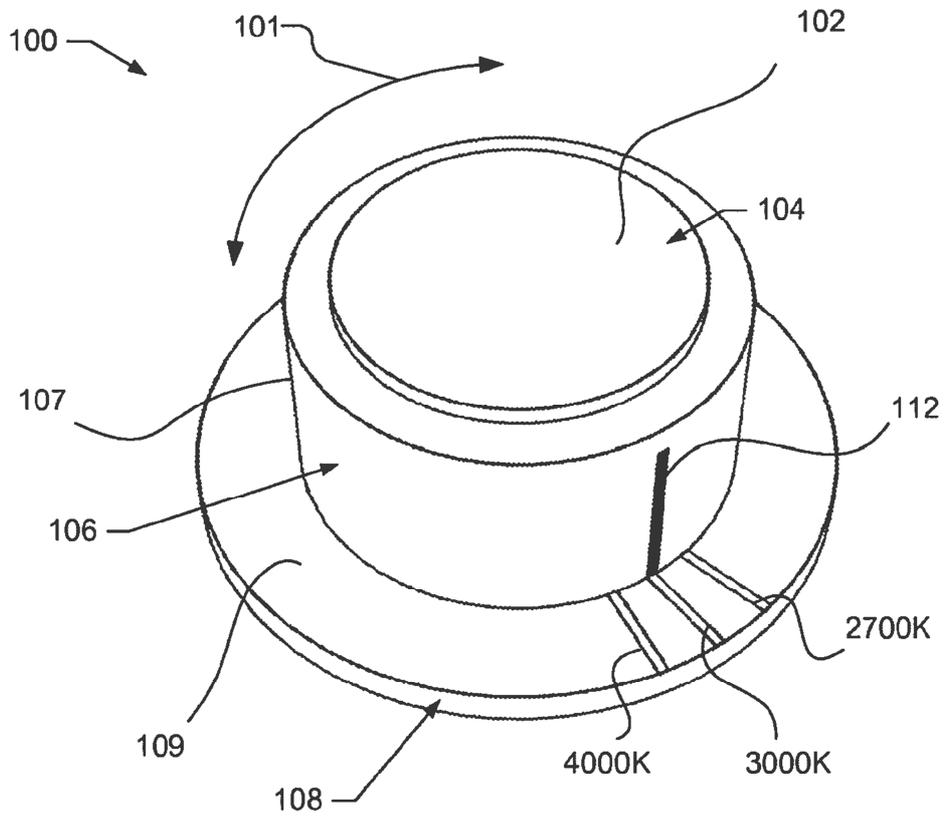
14. Módulo de iluminación (100), que comprende:

una placa de montaje (168, 309) con por lo menos un emisor de luz semiconductor (152) acoplado a la placa de montaje;

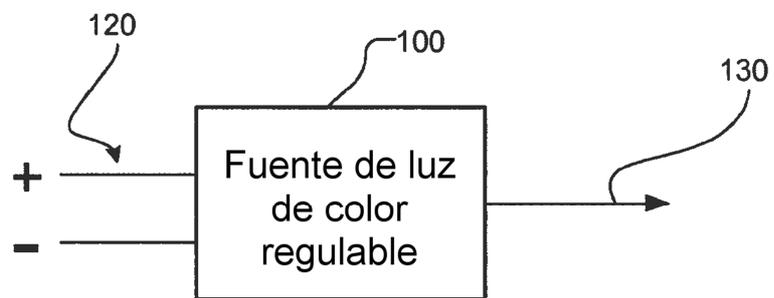
por lo menos una pared lateral (107, 307) acoplada a la placa de montaje y que rodea a dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor, en el que dicha por lo menos una pared lateral está segmentada en por lo menos dos grupos de subsecciones, en el que un primer grupo de subsecciones comprende una primera cantidad de área con un primer material de conversión de longitud de onda, y en el que un segundo grupo de subsecciones comprende una segunda cantidad de área con un segundo material de conversión de longitud de onda;

una pared superior translúcida (102, 302) acoplada a dicha por lo menos una pared lateral, en la que la placa de montaje, dicha por lo menos una pared lateral y la pared superior translúcida definen una cavidad (110) que contiene dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor y siendo emitida la luz desde la cavidad a través de la pared superior translúcida; y

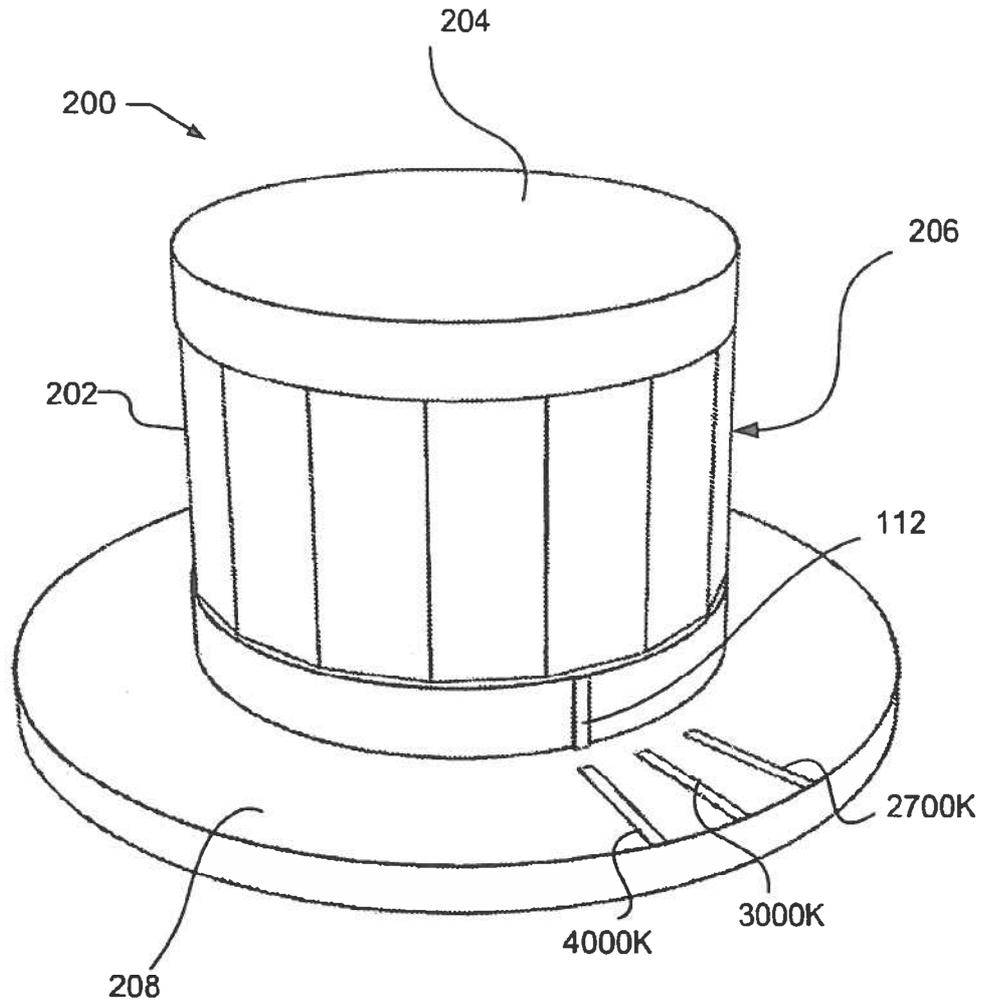
un elemento reflectante (156, 320) contenido dentro de la cavidad, en el que por lo menos uno de entre el elemento reflectante y dicha por lo menos una pared lateral puede moverse con respecto al otro, de tal manera que, en una primera posición, el elemento reflectante bloquee sustancialmente toda la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor y evite que incida sobre la primera cantidad de área del primer material de conversión de longitud de onda, y en una segunda posición, el elemento reflectante bloquee sustancialmente toda la luz procedente de dicho por lo menos un emisor de luz semiconductor y evite que incida sobre la segunda cantidad de área del segundo material de conversión de longitud de onda, presentando la luz emitida desde el módulo de iluminación en la primera posición una temperatura de color correlacionada de aproximadamente 4.000 Kelvin, y presentando la luz emitida desde el módulo de iluminación en la segunda posición una temperatura de color correlacionada de aproximadamente 2.700 Kelvin.



**FIG 1 A**



**FIG 1 B**



**FIG 2**

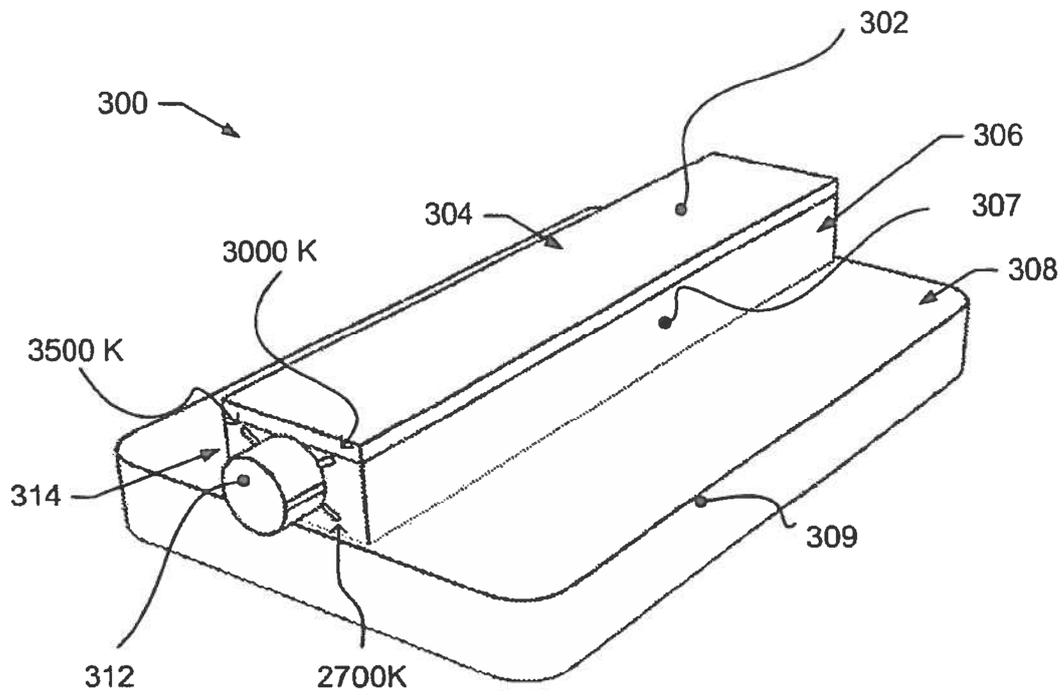


FIG 3A

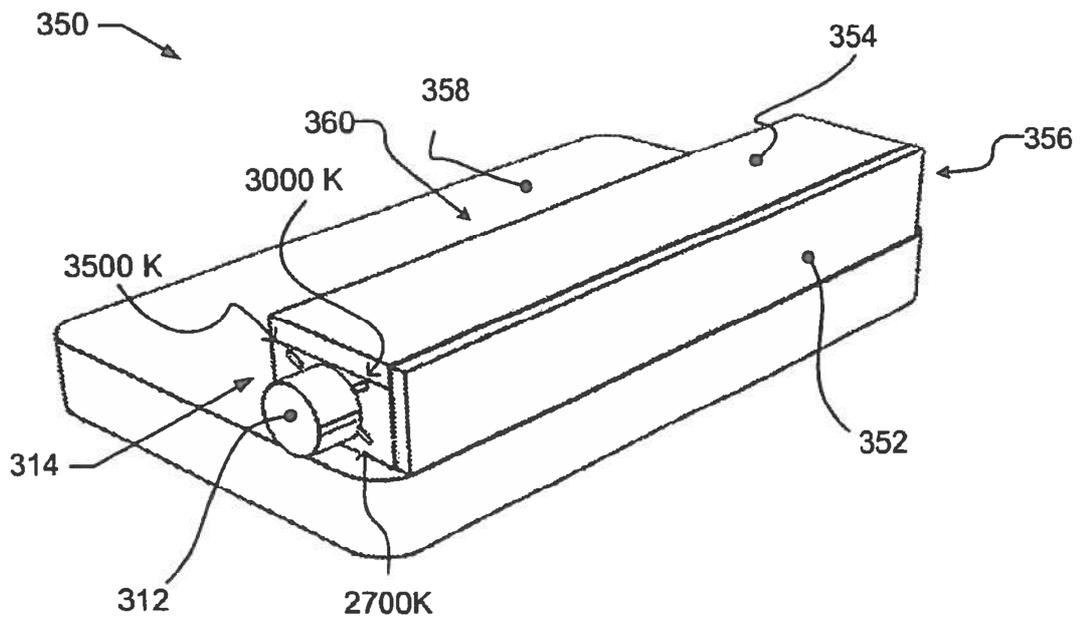
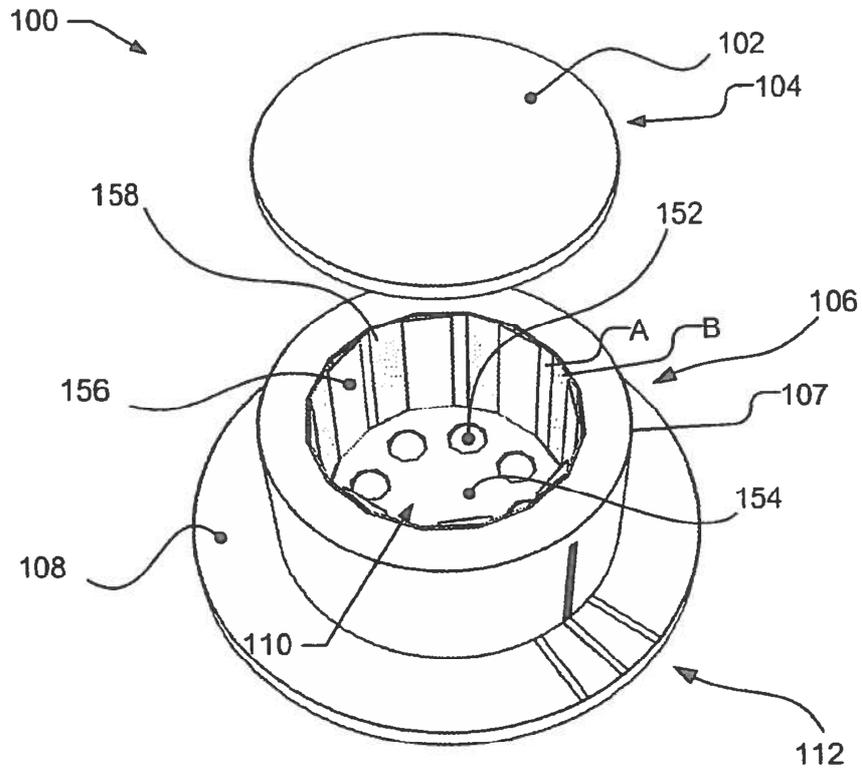
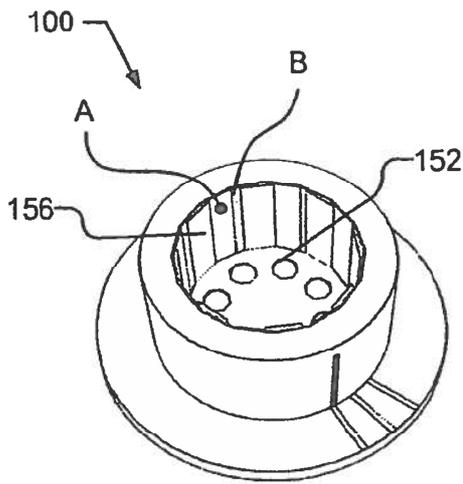


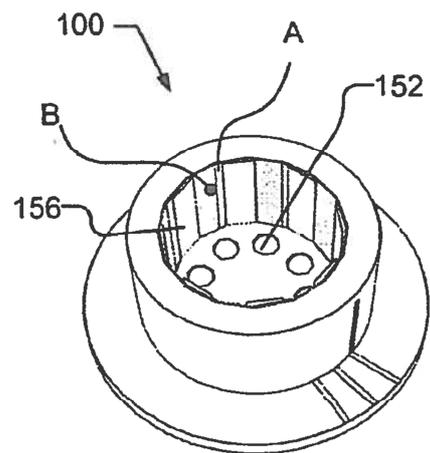
FIG 3B



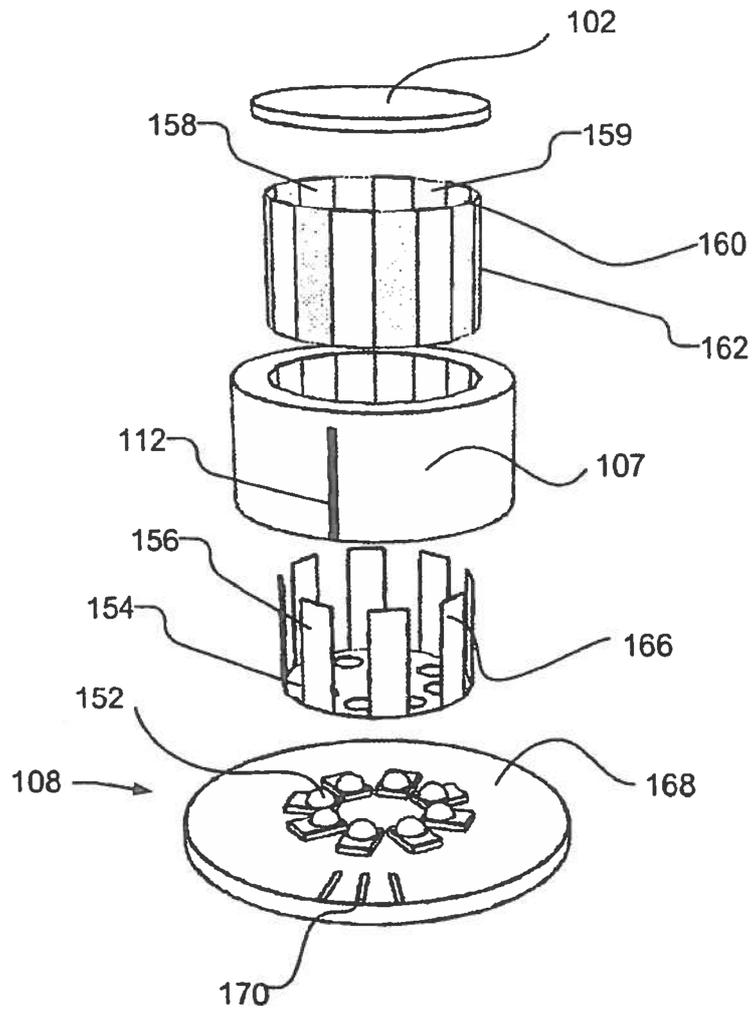
**FIG 4 A**



**FIG 4 B**



**FIG 4 C**



**FIG 5**

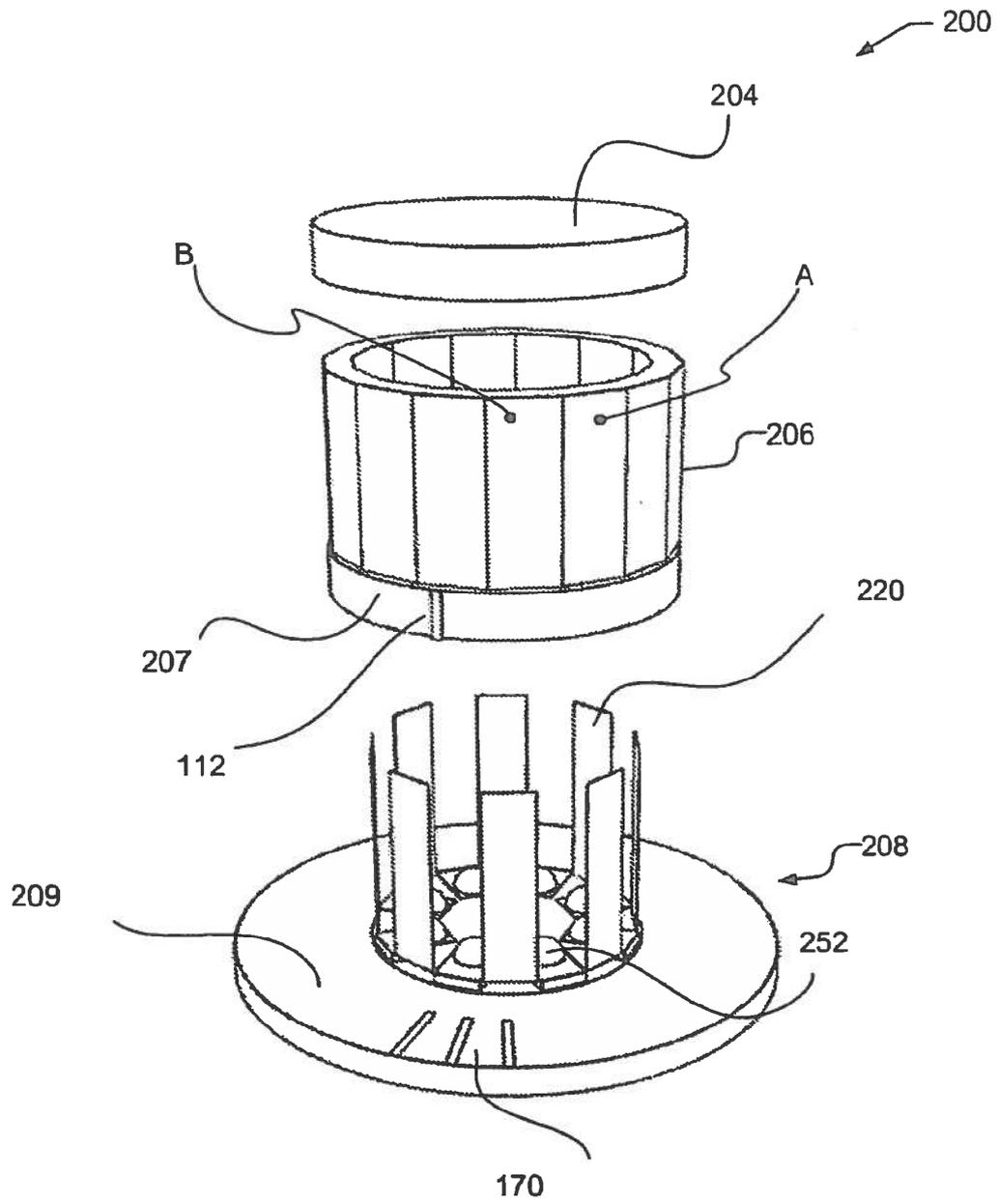


FIG 6

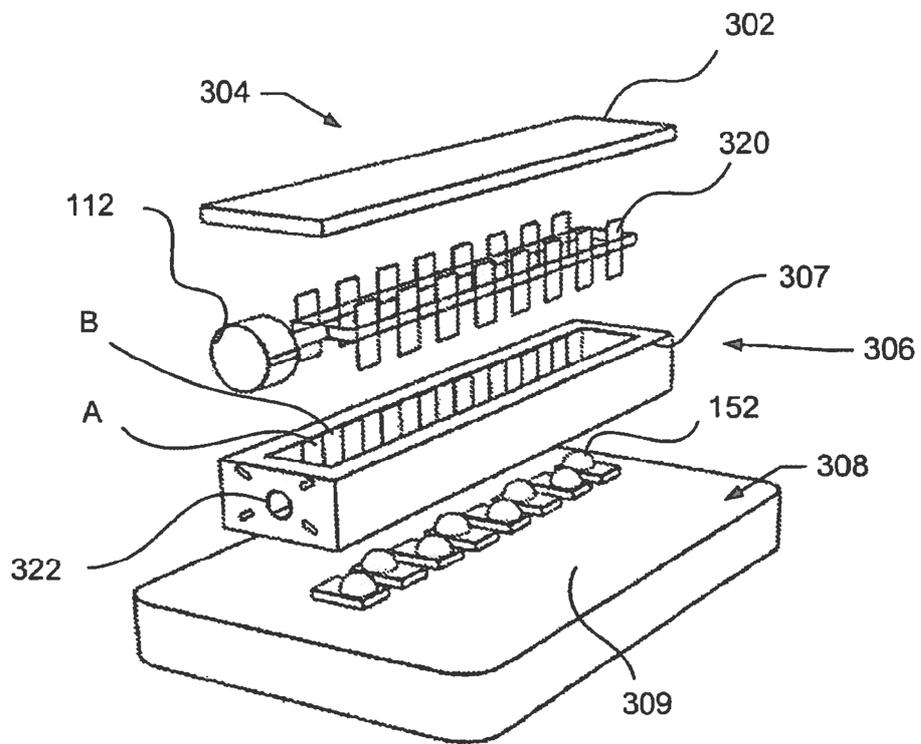


FIG 7

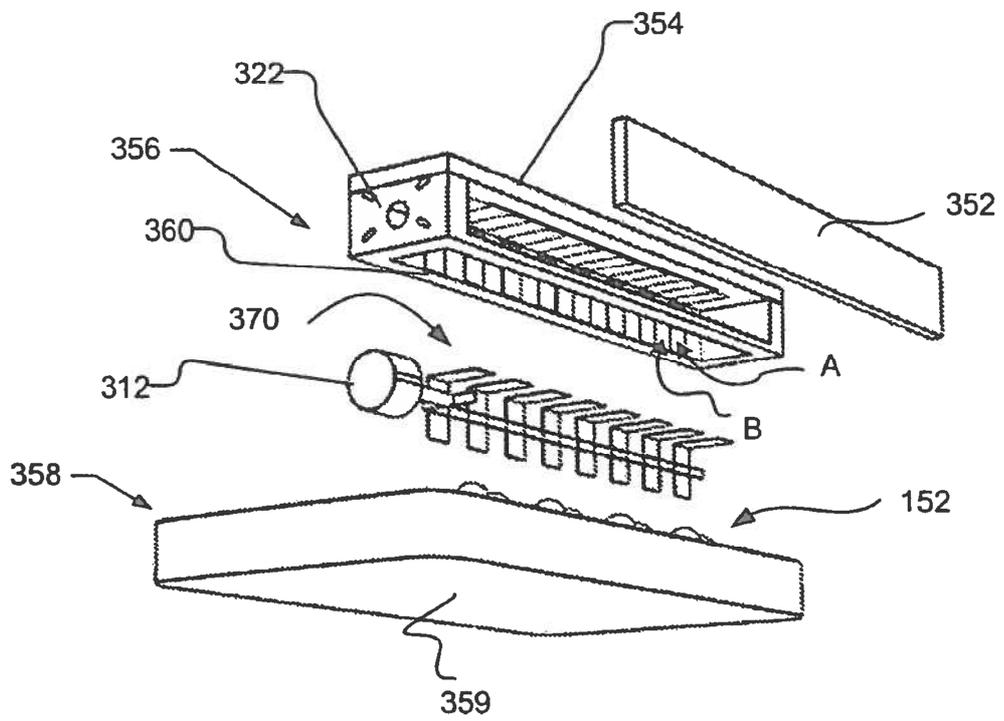
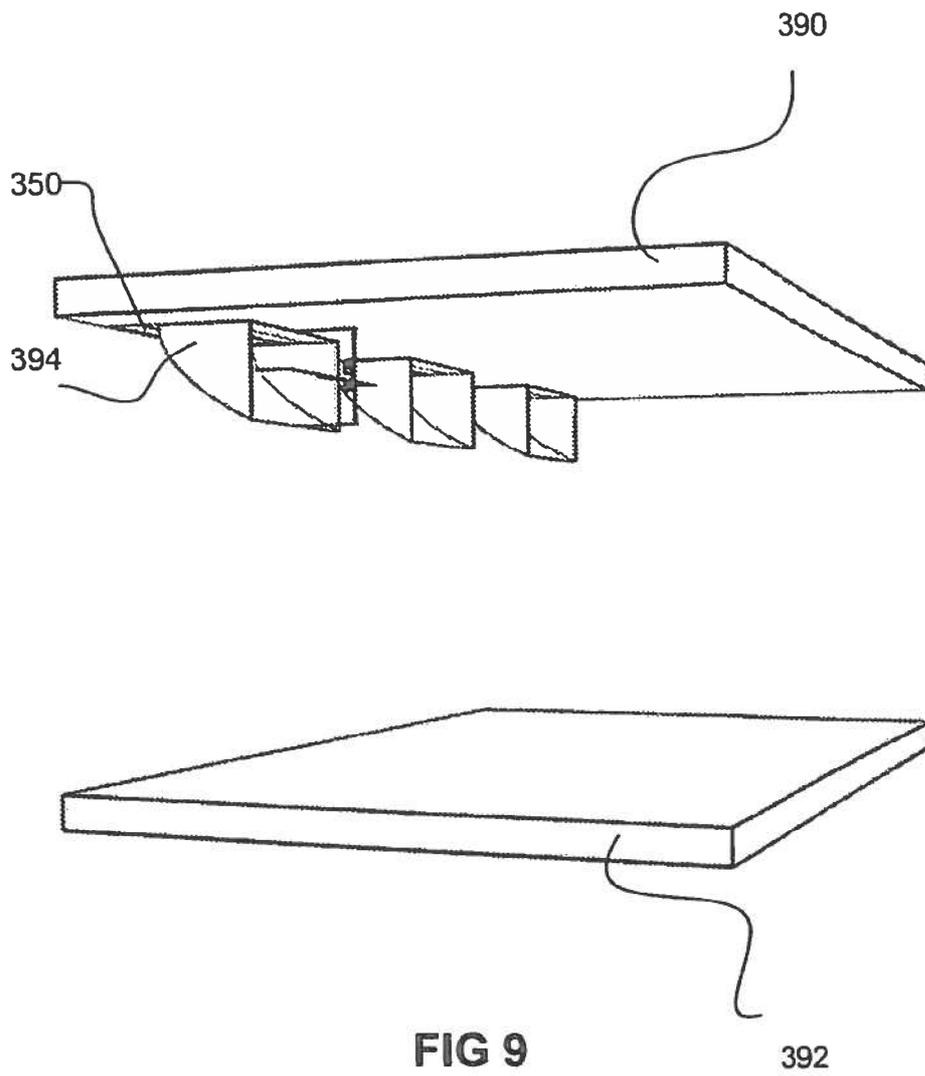


FIG 8



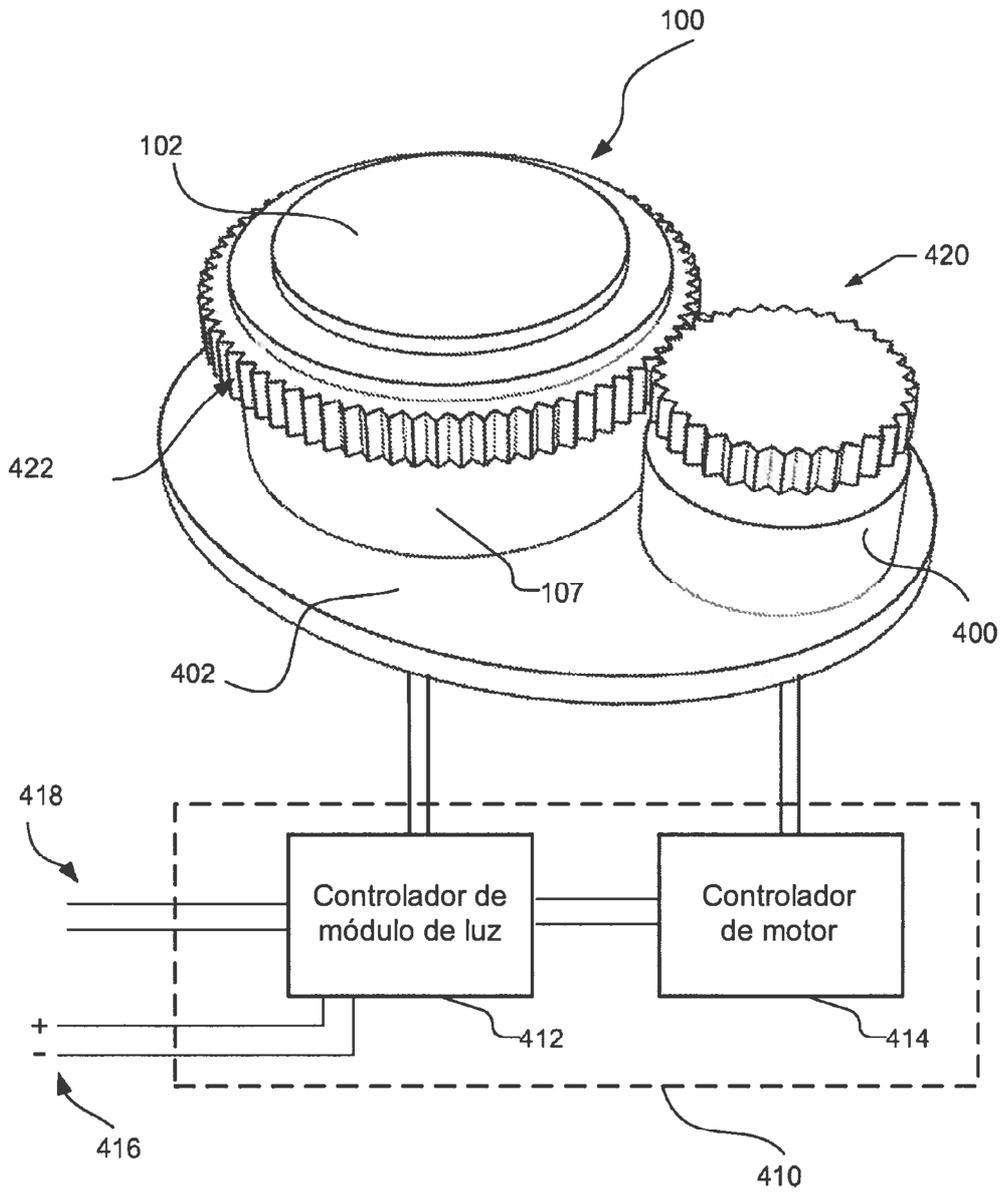


FIG 10