

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 849**

51 Int. Cl.:

**F21V 9/16** (2006.01)

**H01L 33/50** (2010.01)

**G02B 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.03.2011 PCT/US2011/027936**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2011 WO11123227**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2011 E 11763204 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 2553324**

54 Título: **Aparato para mejorar la luminosidad de un elemento convertidor de longitudes de onda**

30 Prioridad:

**31.03.2010 US 751127**

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

**07.03.2018**

73 Titular/es:

**ALCON RESEARCH, LTD. (100.0%)  
6201 South Freeway TB4-8  
Fort Worth, TX 76134, US**

72 Inventor/es:

**PAPAC, MICHAEL, JAMES y  
HORVATH, CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 657 849 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

Aparato para mejorar la luminosidad de un elemento convertidor de longitudes de onda

## ANTECEDENTES

- 5 Anatomícamente, un ojo puede ser dividido en dos partes distintas - un segmento anterior y un segmento posterior. El segmento anterior incluye una lente (llamada cristalino) y se extiende desde una capa más exterior de la córnea (el endotelio corneal) a una posterior de una cápsula del cristalino. El segmento posterior incluye una parte del ojo situada detrás de la cápsula del cristalino. El segmento posterior se extiende desde una cara hialoidea anterior (parte de un cuerpo vítreo) a una retina, con la que la cara hialoidea posterior está en contacto directo. El segmento posterior es mucho mayor que el segmento anterior.
- 10 El segmento posterior incluye el cuerpo vítreo - una sustancia transparente, incolora, similar a un gel. Forma aproximadamente las dos terceras partes del volumen del ojo, dándole forma y configuración antes del nacimiento. El cuerpo vítreo está compuesto de 1% de colágeno y hialuronato de sodio y 99% de agua. El límite anterior del cuerpo vítreo es la cara hialoidea anterior, que toca la cápsula posterior del cristalino, mientras la cara hialoidea posterior forma su límite posterior, y está en contacto con la retina. El cuerpo vítreo no tiene libre circulación como el humor acuoso y
- 15 tiene zonas de unión anatómica normales. Una de estas zonas es la base vítrea, que es una banda de aproximadamente 3-4 mm de ancho que se superponen al serrato de ora. La cabeza del nervio óptico, la mácula lútea, y la arcada vascular son también zonas de unión. Las funciones principales del cuerpo vítreo son mantener la retina en su sitio, mantener la integridad y forma del globo, absorber choques debido al movimiento, y proporcionar soporte para el cristalino posteriormente. En contraste con el humor acuoso, el cuerpo vítreo no es reemplazado continuamente. El cuerpo vítreo resulta más fluido con la edad en un proceso conocido como sinéresis. La sinéresis da como resultado la contracción del cuerpo vítreo, que puede ejercer presión o tracción sobre sus zonas de unión normales. Si se aplica suficiente tracción, el cuerpo vítreo puede estirar por sí mismo de su unión a la retina y crear un desgarro o agujero en la retina.
- 20 Distintos procedimientos quirúrgicos, denominados procedimientos vítreo-retinianos, son realizados corrientemente en el segmento posterior del ojo. Los procedimientos vítreo-retinianos son apropiados para tratar muchas enfermedades serias del segmento posterior. Los procedimientos vítreo-retinianos tratan enfermedades tales como la degeneración macular relacionada con la edad (AMD), la retinopatía diabética y la hemorragia vítrea diabética, el orificio macular, el desprendimiento retiniano, la membrana epirretiniana, la retinitis CMV, y muchas otras condiciones oftálmicas.
- 25 Un cirujano realiza procedimientos vítreo-retinianos con un microscopio y lentes especiales diseñadas para proporcionar una imagen clara del segmento posterior. Se hacen varias incisiones finas de sólo 1 mm o similar de longitud sobre la esclerótica y la pars plana. El cirujano inserta instrumentos microquirúrgicos a través de las incisiones, tales como una fuente de luz de fibra óptica, para iluminar dentro del ojo, una línea de infusión para mantener la forma del ojo durante la cirugía, e instrumentos para cortar y retirar el cuerpo vítreo.
- 30 Durante tales procedimientos quirúrgicos, es importante una iluminación apropiada del interior del ojo. Típicamente, se inserta una fibra óptica delgada en el ojo para proporcionar la iluminación. Una fuente de luz, tal como una lámpara halógena de tungsteno o una lámpara de descarga en arco de alta presión (halogenuros metálicos, Xe), puede ser utilizada para producir la luz transportada por la fibra óptica al interior del ojo. La luz pasa a través de varios elementos ópticos (típicamente lentes, espejos y atenuadores), y es transmitida a la fibra óptica que transporta la luz al interior del ojo. La ventaja de las lámparas de descarga en arco es un área de emisión pequeña (<1 mm), una temperatura de color próxima a la luz del día, típicamente una vida más larga que la de las lámparas halógenas (es decir, 400 horas frente a
- 35 50 horas). La desventaja de las lámparas de descarga en arco es su elevado coste, la pérdida de potencia a lo largo del tiempo, la complejidad de los sistemas y la necesidad de cambiar las lámparas varias veces a lo largo de la vida del sistema.
- 40 En un esfuerzo para superar algunas de las limitaciones de las lámparas halógenas de tungsteno y de las lámparas de descarga en arco de alta presión, otras fuentes de luz, tales como los diodos emisores de luz (LED), pueden ser utilizadas para producir la luz transmitida a través de la fibra óptica al interior del ojo. Los iluminadores a base de LED pueden ser proporcionados a un coste y con una complejidad considerablemente menores, y pueden exhibir una vida característica de 50.000 a 100.000 horas, lo que puede permitir el funcionamiento de un iluminador oftálmico de fibra durante toda la vida del instrumento con muy poca depreciación de flujo luminoso y sin necesidad de reemplazar los LED. Las fuentes de luz de LED, sin embargo, exhiben generalmente una menor eficacia luminosa y un flujo luminoso disminuido que las lámparas halógenas de tungsteno comparables y las lámparas de descarga en arco de alta presión.
- 50 El estado de la técnica está representado por el documento US 2009/0154137 A1 que describe un dispositivo de iluminación (100, párrafo 20) que comprende:
- un elemento convertidor de ondas (110, párrafo 21);
  - un primer elemento dicróico (elemento 116 de separación de color, párrafo 28) que cubre directamente el elemento convertidor de ondas (párrafos 28-29);
- 55

- un segundo elemento dicroico (elemento 118 de separación de color, párrafo 32) que reviste directamente el elemento convertidor de ondas (párrafo 32);

- un elemento reflectante que reviste el lado del elemento convertidor de ondas (122, párrafo 33).

La presente invención proporciona un dispositivo de iluminación según las reivindicaciones siguientes más abajo.

## 5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 es una vista en sección transversal de un ojo que ilustra una anatomía interna del ojo;

La fig. 2 es una ilustración esquemática de un endoiluminador (iluminador de endoscopia) ejemplar mostrado iluminando una región interior del ojo de la fig. 1;

10 La fig. 3 es una vista en sección transversal parcial esquemática de una bomba de luz ejemplar que puede ser empleada con el endoiluminador de la fig. 2;

La fig. 4 es una vista en sección transversal parcial esquemática de una bomba de luz ejemplar que emplea un elemento óptico reflectante y un par de elementos dicroicos dispuestos en lados opuestos de un elemento convertidor de longitudes de onda;

15 La fig. 5 es una vista en sección transversal parcial esquemática de la bomba de luz ejemplar de la fig. 4, con uno de los elementos dicroicos desplazado lejos del elemento convertidor de longitudes de onda;

La fig. 6 es una vista en sección transversal parcial esquemática de una bomba de luz ejemplar que emplea un elemento óptico reflectante y un elemento dicroico dispuesto junto a un elemento convertidor de longitudes de onda;

La fig. 7 es una vista en sección transversal parcial esquemática de la bomba de luz ejemplar de la fig. 6, con el elemento dicroico desplazado lejos del elemento convertidor de longitudes de onda;

20 La fig. 8 es una vista en sección transversal parcial esquemática de una bomba de luz ejemplar que emplea las características de la bomba de luz de la fig. 5 y de la bomba de luz de la fig. 7; y

La fig. 9 es una vista en sección transversal parcial de una bomba de luz ejemplar acoplada ópticamente a una fibra óptica.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 Con referencia ahora a la descripción que sigue y también a los dibujos, se han mostrado en detalle aproximaciones ilustrativas a los sistemas y métodos descritos. Aunque los dibujos representan algunas aproximaciones posibles, los dibujos no están necesariamente a escala y ciertas características pueden haber sido exageradas, eliminadas, o parcialmente seccionadas para ilustrar y explicar mejor la presente descripción. Además, las descripciones recogidas en este documento no pretenden ser exhaustivas, limitar de otro modo, o restringir las reivindicaciones a las formas y configuraciones precisas mostradas en los dibujos y descritas en la siguiente descripción detallada.

30 La fig. 1 ilustra una anatomía de un ojo 20, que incluye una córnea 22, un iris 24, una pupila 26, un cristalino 28, una cápsula 30 de cristalino, zónulas 32, un cuerpo ciliar 34, una esclerótica 36, una región vítrea 38, la retina 40, la mácula 42, y el nervio óptico 44. La córnea 22 es una estructura en forma de cúpula, transparente, sobre la superficie del ojo 20 que actúa como una ventana, dejando pasar la luz al ojo. El iris 24, que corresponde a la parte coloreada del ojo, es un músculo que rodea a la pupila 26 que relaja y contrae para controlar la cantidad de luz que entra en el ojo 20. La pupila 26 es una abertura central, redonda en el iris 24. El cristalino 28 es una estructura interior del ojo 20 que ayuda a focalizar la luz sobre la retina 40. La cápsula 30 del cristalino es una bolsa elástica que encapsula al cristalino 30, ayudando a controlar la forma del cristalino 28 cuando el ojo enfoca sobre objetos situados a diferentes distancias. Las zónulas 32 son ligamentos esbeltos que unen la cápsula 30 del cristalino al interior del ojo 20, manteniendo el cristalino 28 en su sitio. El cuerpo ciliar 34 es un área tubular unida al cristalino 28 que contrae y relaja para controlar el tamaño del cristalino para enfocar. La esclerótica 36 es una capa más exterior, resistente del ojo 20 que mantiene la forma del ojo. La región vítrea 38 es una gran sección, llena de gel situada hacia una parte posterior del ojo 20 que ayuda a mantener la curvatura del ojo. La retina 40 es una capa de nervios sensibles a la luz situada en la parte posterior del ojo 20 que recibe luz y la convierte en señales para enviar al cerebro. La mácula 42 es un área en la parte posterior del ojo 20 que incluye receptores para detectar un detalle fino en una imagen visionada. El nervio óptico 44 transmite las señales desde el ojo 20 al cerebro.

35 Con referencia a la fig. 2, un endoiluminador oftálmico 46 para iluminar el interior de un ojo 20 se ha mostrado insertado a través de la esclerótica 36 en la región vítrea 38. El endoiluminador 46 puede incluir una pieza manual 48 y una sonda 50. La sonda 50 puede ser insertada en el ojo 20 a través de una incisión en la esclerótica 36. La sonda 50 puede incluir un cable de fibra óptica para transferir luz desde una fuente de luz para iluminar el interior de la región vítrea 38 del ojo 20 durante distintos procedimientos ópticos dentro del ojo, tales como cirugía vítreo-retiniana. El endoiluminador 46 puede

emplear distintas fuentes de luz, tales como una lámpara halógena de tungsteno, una lámpara de descarga en arco de alta presión (halogenuros metálicos, Xe), y un diodo emisor de luz (LED). Puede emplearse una bomba de luz con el endoiluminador 46, particularmente cuando se utiliza una fuente de luz de LED, para ayudar a mejorar la luminosidad de la luz. Se han ilustrado distintas configuraciones de una bomba de luz que puede ser empleada con el endoiluminador 46 en las figs. 3-9.

Con referencia a la fig. 3, una bomba de luz 52 (que no pertenece a la invención reivindicada) puede incluir un elemento 54 convertidor de longitudes de onda (WCE) que recibe luz procedente de una fuente de luz 56. El elemento 54 convertidor de longitudes de onda puede tener una configuración a modo de placa generalmente plana, aunque pueden emplearse también otras formas, por ejemplo, para acomodar las restricciones de producción o para optimizar el rendimiento óptico. Dispuesto junto a un primer lado 58 del elemento 56 convertidor de longitudes de onda hay un primer elemento dicroico 60, y dispuesto junto a un segundo lado 62 del elemento 56 convertidor de longitudes de onda hay un segundo elemento dicroico 64. En la configuración ejemplar ilustrada, los elementos dicroicos 60 y 64 están mostrados en aplicación con el elemento 54 convertidor de longitudes de onda, pero uno o ambos de los elementos dicroicos pueden estar separados del elemento convertidor de longitudes de onda. La bomba de luz 52 puede también incluir un elemento 66 óptico reflectante dispuesto a lo largo de un borde lateral 68 del elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El elemento óptico reflectante 66 puede aplicarse con el elemento 54 convertidor de longitudes de onda, como se ha mostrado en la fig. 3, o puede estar separado del elemento 54 convertidor de longitudes de onda.

La fuente de luz 56 puede incluir uno o más LED monocromáticos configurados para emitir luz dentro de un rango relativamente estrecho de longitudes de onda, tal como luz ultravioleta (UV), violeta, o azul. La banda de luz relativamente estrecha producida por la fuente de luz 56 cuando utiliza LED monocromáticos no es generalmente adecuada para iluminación. Para producir luz que tenga un rango más amplio de longitudes de onda, al menos una parte de la luz procedente de la fuente de luz 56 es dirigida sobre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda, donde la luz es convertida a luz con un rango más amplio de longitudes de onda.

El elemento 54 convertidor de longitudes de onda puede tener una variedad de configuraciones. El término "elemento convertidor de longitudes de onda", como es utilizado en este documento, se refiere en general a cualquier estructura formada a partir de un material capaz de convertir radiación electromagnética, en un rango particular del espectro electromagnético, a otro rango dentro del espectro electromagnético, incluyendo pero no estando limitado a, la conversión en sentido descendente de fotones de elevada energía (por ejemplo, rayos de partículas, rayos x, UV, y luz visible de longitud de onda baja) a fotones de energía inferior o la conversión en sentido ascendente de fotones de energía baja (por ejemplo, infrarrojos, próximos a los infrarrojos, o rojo visible) a fotones de energía elevada. Puede emplearse cualquier tipo adecuado de elemento convertidor de longitudes de onda para producir iluminación. El proceso de luminiscencia utilizado para la conversión puede estar basado bien en emisión lenta (fosforescencia) o emisión rápida (fluorescencia), dependiendo del tipo de materiales utilizados en el elemento 54 convertidor de longitudes de onda.

Por conveniencia, la luz con una longitud de onda comprendida dentro del rango producido por la fuente de luz 56 será denominada en lo que sigue como "luz sin convertir", mientras que la luz que tiene una longitud de onda comprendida dentro del rango producida por el elemento 54 convertidor de longitudes de onda será denominada en lo que sigue como "luz convertida". Además, la luz que tiene una longitud de onda comprendida dentro del rango producido por la fuente de luz 56 (es decir sin convertir) es representada a lo largo de toda las figuras mediante una línea continua, y la luz que tiene una longitud de onda comprendida dentro del rango producido por el elemento 54 convertidor de longitudes de onda (es decir luz sin convertir) es representada a lo largo de todas las figuras por una línea discontinua.

El elemento 54 convertidor de longitudes de onda puede ser utilizado, por ejemplo, para convertir iluminación de luz UV/violeta/luz procedente de la fuente de luz 56 en una luz de banda amplia o luz blanca mediante luminiscencia o fosforescencia. La luminiscencia/fosforescencia ocurre generalmente en todas direcciones (es decir isotrópicamente), en lugar de a lo largo de un trayecto de haz de luz particular (es decir, direccionalmente). Además, no toda la luz sin convertir procedente de la fuente de luz 56 que alcanza el elemento 54 convertidor de longitudes de onda es convertida al rango de longitud de onda deseado. En lugar de ello, una parte de la luz puede ser reflejada de nuevo hacia la fuente de luz 56, o puede pasar totalmente a través del elemento 54 convertidor de longitudes de onda. Ambos fenómenos funcionan para reducir la eficiencia operativa de la bomba de luz 52. La eficiencia operativa de la bomba de luz 52 puede ser mejorada mediante el uso de elementos dicroicos 60 y 64, y del elemento óptico reflectante 66.

Para ayudar a mejorar la eficiencia de conversión del elemento 54 convertidor de longitudes de onda, el primer elemento dicroico 60 puede estar configurado para permitir que luz sin convertir procedente de la fuente de luz 56 pase a través del primer elemento dicroico 60 al elemento 54 convertidor de longitudes de onda, y reflejar la luz convertida de nuevo sobre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El segundo elemento dicroico 64 puede estar configurado para permitir que la luz convertida pase a través del elemento dicroico 64, y reflejar de nuevo la luz sin convertir sobre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. Además, el elemento óptico reflectante 66 puede estar configurado como un reflector de banda amplia para reflejar tanto la luz convertida como la luz sin convertir de nuevo sobre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. Los elementos dicroicos 60 y 64, y el elemento óptico reflectante 66 funcionan juntos para ayudar a impedir que la luz sin convertir escape del elemento 54 convertidor de longitudes de onda, lo que puede por ello aumentar la eficiencia de conversión del elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El primer elemento dicroico 60 y el elemento óptico reflectante 66 también funcionan juntos para ayudar a dirigir la luz convertida fuera de la parte frontal

del elemento 54 convertidor de longitudes de onda (es decir lejos de la fuente de luz 56) minimizando la cantidad de luz convertida emitida desde el borde lateral 68 y el primer lado 58 (es decir hacia la fuente de luz 56) del elemento 54 convertidor de longitudes de onda.

5 Con referencia a la fig. 4, se ha ilustrado una bomba de luz 152 configurada alternativamente. La bomba de luz 152 puede incluir características para controlar mejor el tamaño y dirección de un haz de luz convertida emitido desde la fuente de luz 152. La fuente de luz 152 puede estar configurada de manera similar a la bomba de luz 52, mostrada en la fig. 3, con la excepción de que un elemento óptico reflectante 166 puede sustituir al elemento óptico reflectante 66 (fig. 3). El elemento óptico reflectante 166 puede estar configurado como un reflector de banda amplia para reflejar tanto la luz convertida como la luz sin convertir de nuevo sobre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. La bomba de luz 10 152 incluye también el elemento 54 convertidor de longitudes de onda y los elementos dicróicos 60 y 64, cada uno de los cuales está configurado y funciona de la misma manera general que como se ha descrito previamente con respecto a la bomba de luz 52 (fig. 3).

El elemento óptico reflectante 166 puede tener una forma generalmente cóncava con relación al elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El elemento óptico reflectante 166 incluye una extremidad proximal 168 y una extremidad distal opuesta 170. La extremidad proximal 168 puede estar dispuesta axialmente a lo largo de un eje óptico 172 de la bomba de luz 152 en una cercanía general a un elemento 54 convertidor de longitudes de onda o más allá del mismo. La extremidad distal 170 puede estar dispuesta a lo largo del eje óptico 172 a una distancia del elemento 54 convertidor de longitudes de onda que es mayor que una distancia entre la extremidad proximal 168 y el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. Debido a la curvatura del elemento óptico reflectante 166, una distancia entre la extremidad proximal 168 y el eje óptico 172 es mayor que una distancia entre la extremidad distal 170 y el eje óptico 172. El segundo elemento dicróico 64 puede ser posicionado a lo largo del eje óptico 172 entre la extremidad proximal 168 y la extremidad distal 170 del elemento óptico reflectante 166.

Con referencia a la fig. 5, se ha ilustrado una bomba de luz 252 configurada alternativamente. La bomba de luz 252 puede estar configurada de manera similar a la bomba de luz 152, mostrada en la fig. 4, con la excepción de que un segundo elemento dicróico 264 puede sustituir al segundo elemento dicróico 64 (fig. 4). El segundo elemento dicróico 264 puede estar configurado para permitir que la luz convertida pase a través del elemento dicróico 264, y reflejar la luz sin convertir de nuevo sobre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. La bomba de luz 252 incluye también el elemento 54 convertidor de longitudes de onda, un primer elemento dicróico 60 (fig. 4), y el elemento óptico reflectante 166 (fig. 4), cada uno de los cuales está configurado y funciona de la misma manera general que se ha descrito previamente con respecto a la bomba de luz 152 (fig. 4).

El segundo elemento dicróico 264 tiene una forma generalmente cóncava con relación al elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El segundo elemento dicróico 264 está desplazado generalmente lejos del elemento 54 convertidor de longitudes de onda, de tal modo que ninguna parte del elemento dicróico hace contacto con el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. En la configuración ejemplar ilustrada en la fig. 5, sustancialmente el segundo elemento dicróico 264 completo esta posicionado a una distancia mayor del elemento 54 convertidor de longitudes de onda que la extremidad distal 170 del elemento óptico reflectante 166. El segundo elemento dicróico 264 puede estar también posicionado en otras ubicaciones a lo largo de un eje óptico 272 con relación a la extremidad distal 170 del elemento óptico reflectante 166, que pueden incluir posiciones que están más cerca o más lejos del elemento 54 convertidor de longitudes de onda. Por ejemplo, la totalidad o una parte del segundo elemento dicróico 264 puede estar posicionada a lo largo del eje óptico 272, entre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda y la extremidad distal 170 del elemento óptico reflectante 166. El segundo elemento dicróico 264 puede estar dimensionado de modo que no se superponga al elemento óptico reflectante 166, como se ha mostrado en la fig. 5, o puede estar dimensionado para superponerse al elemento óptico reflectante 166, en cuyo caso una extremidad 266 del segundo elemento dicróico 264 estaría a una distancia mayor del eje óptico 272 que la extremidad distal 170 del elemento óptico reflectante 166.

45 Con referencia a la fig. 6, se ha ilustrado una bomba de luz 352 configurada alternativamente. La bomba de luz 352 puede incluir características para controlar mejor un ángulo de incidencia con el que la luz procedente de la fuente de luz 56 llega al primer elemento dicróico 60, y para aumentar la cantidad de luz sin convertir que alcanza el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. La bomba de luz 352 puede estar configurada similarmente a la bomba de luz 52, mostrada en la fig. 3, con la excepción de que un elemento óptico reflectante 366 puede sustituir al elemento óptico reflectante 66 (fig. 3). La bomba de luz 352 incluye también un elemento 54 convertidor de longitudes de onda y un primer elemento dicróico 60, cada uno de los cuales está configurado y funciona de la misma manera general como se ha descrito previamente con respecto a la bomba de luz 52 (fig. 3). Aunque no se ha mostrado en la fig. 6, la bomba de luz 352 también incluye un segundo elemento dicróico 64, que está configurado y funciona de la misma manera general que se ha descrito previamente.

55 Los elementos ópticos dicróicos, tales como el primer elemento dicróico 60, tienen típicamente un rango limitado de ángulos de incidencia a los que la luz que llega al elemento dicróico será dejara pasar a través del elemento óptico. La luz que llega con un ángulo de incidencia fuera del rango permisible será generalmente reflejada desde el elemento dicróico. Por ejemplo, en la fig. 6, la luz sin convertir procedente de la fuente de luz 56 que llega al primer elemento dicróico 60 con un ángulo de incidencia menor de  $\theta_L$  pasará a través del primer elemento dicróico 60 al elemento 54 convertidor de longitudes de onda. La luz sin convertir que llega con un ángulo de incidencia mayor de  $\theta_L$  se reflejará

fuera del primer elemento dicroico 60 y no alcanzará el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El elemento óptico reflectante 366 puede ser utilizado para volver a dirigir la luz sin convertir reflejada de nuevo al elemento dicroico 60. El elemento óptico reflectante 366 puede estar configurado para reflejar solamente la luz sin convertir, o puede estar configurado como un reflector de banda amplia para reflejar tanto la luz convertida como la luz sin convertir de nuevo sobre el primer elemento dicroico 60.

El elemento óptico reflectante 366 puede tener una forma generalmente cóncava con relación al elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El elemento óptico reflectante 366 incluye una extremidad proximal 368 y una extremidad distal opuesta 370. La extremidad proximal 368 puede estar dispuesta axialmente a lo largo de un eje óptico 372 de la bomba de luz 352 en una cercanía general a un elemento 54 convertidor de longitudes de onda. La extremidad distal 370 puede estar dispuesta a lo largo del eje óptico 372 a una distancia desde el elemento 54 convertidor de longitudes de onda que es mayor que una distancia desde la extremidad proximal 368 al elemento 54 convertidor de longitudes de onda. Debido a la curvatura del elemento óptico reflectante 366, una distancia desde la extremidad proximal 368 al eje óptico 372 es mayor que una distancia desde la extremidad distal 370 al eje óptico 372. El primer elemento dicroico 64 puede estar posicionado a lo largo del eje óptico 372 entre la extremidad proximal 368 y la extremidad distal 370 del elemento óptico reflectante 166.

Con referencia a la fig. 7, se ha ilustrado una bomba de luz 452 configurada alternativamente. La bomba de luz 452 puede estar configurada similarmente a la bomba de luz 352, mostrada en la fig. 6, con la excepción de que un primer elemento dicroico 460 puede sustituir al primer elemento dicroico 60 (fig. 6). El primer elemento dicroico 460 puede estar configurado para permitir que luz sin convertir pase a través del elemento dicroico 460, y para reflejar la luz convertida de nuevo sobre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. La bomba de luz 452 incluye también un elemento 54 convertidor de longitudes de onda y un elemento óptico reflectante 366 (fig. 6), cada uno de los cuales está configurado y funciona de la misma manera general como se ha descrito previamente con respecto a la bomba de luz 352 (fig. 6). El elemento 54 convertidor de longitudes de onda puede ser unido a un miembro 454 de soporte ópticamente transparente. Aunque no se ha mostrado en la fig. 7, la bomba de luz 452 puede también incluir un segundo elemento dicroico 64, que está configurado y funciona de la misma manera general que se ha descrito previamente.

El primer elemento dicroico 460 puede tener una forma generalmente cóncava con relación al elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El primer elemento dicroico 460 está generalmente desplazado lejos del elemento 54 convertidor de longitudes de onda, de tal manera que ninguna parte del elemento dicroico contacte con el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. En la configuración ejemplar ilustrado en la fig. 7, sustancialmente el primer elemento dicroico completo 460 esta posicionado a una distancia mayor del elemento 54 convertidor de longitudes de onda que la extremidad distal 370 del elemento óptico reflectante 366. El primer elemento dicroico 460 puede estar posicionado en otras ubicaciones a lo largo de un eje óptico 472 con relación a la extremidad distal 370 del elemento óptico reflectante 366, que puede incluir posiciones que están más cerca o más lejos del elemento 54 convertidor de longitudes de onda. Por ejemplo, la totalidad o una parte del primer elemento dicroico 460 puede estar posicionada a lo largo del eje óptico 472 entre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda y la extremidad distal 370 del elemento óptico reflectante 366. El primer elemento dicroico 460 puede estar dimensionado que no se superponga al elemento óptico reflectante 366, como se ha mostrado en la fig. 7, o puede estar dimensionado para superponerse al elemento óptico reflectante 366, en cuyo caso una extremidad 466 del primer elemento dicroico 460 estaría a una distancia mayor del eje óptico 472 que la extremidad distal 370 del elemento óptico reflectante 366.

Con referencia a la fig. 8, se ha ilustrado una bomba de luz 552 configurada alternativamente. La bomba de luz 552 combina las características de la bomba de luz 252 (fig. 5) y de la bomba de luz 452 (fig. 7). Cada uno de los elementos ópticos puede estar configurado y funcionar como se ha descrito en general previamente con respecto a la bomba de luz 252 y a la bomba de luz 452. Un eje óptico 572 de la bomba de luz 552 corresponde al eje óptico 272 de la bomba de luz 252, y al eje óptico 472 de la bomba de luz 452.

Con referencia a la fig. 9, se ha ilustrado un mecanismo para conectar ópticamente la bomba de luz 662 a una fibra óptica 664 del endoiluminador 46. La bomba de luz 662 puede incluir una variedad de configuraciones. En una configuración ejemplar, la bomba de luz 662 está configurada de manera similar a la bomba de luz 352 (fig. 6), y puede incluir el elemento 54 convertidor de longitudes de onda, el primer elemento dicroico 60, el segundo elemento dicroico 64, y el elemento óptico reflectante 366, cada uno de los cuales está configurado y funciona de la misma manera general que se ha descrito previamente.

El primer elemento óptico dicroico 60 puede estar configurado para dejar pasar luz sin convertir procedente de la fuente de luz 56, y para reflejar luz convertida de nuevo sobre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El segundo elemento óptico dicroico 64 puede estar configurado para dejar pasar luz convertida emitida desde el elemento 54 convertidor de longitudes de onda, y para reflejar luz sin convertir de nuevo sobre el elemento 54 convertidor de longitudes de onda. El elemento óptico reflectante 366, puede ser utilizado para volver a dirigir luz sin convertir reflejada procedente del primer elemento dicroico 60 de nuevo al elemento dicroico 60. El elemento óptico reflectante 366 puede estar configurado para reflejar sólo la luz sin convertir, o puede estar configurado como un reflector de banda amplia para reflejar tanto luz convertida como luz sin convertir de nuevo sobre el primer elemento dicroico 60.

La bomba de luz 662 puede incluir un elemento 666 sensible al ángulo de incidencia posicionado entre el segundo

5 elemento dicroico 64 y la fibra óptica 664. El elemento 666 sensible a la incidencia puede estar configurado para bloquear el paso de luz convertida que sale del segundo elemento dicroico 64 con un ángulo de incidencia que excede de un límite predeterminado. La fibra óptica 664 incluye un ángulo de emisión máximo 668, que es un ángulo con relación a un eje 668 de la fibra al que la luz puede entrar en la fibra y desplazarse a lo largo de su longitud. Una abertura numérica (NA) puede ser determinada para la fibra óptica 664 basado en el ángulo de aceptación máximo de la fibra. El elemento 666 sensible a la incidencia puede estar configurado para tener una abertura numérica que es compatible con la abertura numérica de la fibra óptica 664, lo que ayudará a asegurar que la luz que sale del elemento 666 sensible a la incidencia será capaz de entrar y desplazarse dentro de la fibra óptica 664.

10 Se apreciará que el aparato ejemplar que mejora la luminosidad descrito en este documento tiene amplias aplicaciones. Las configuraciones anteriores fueron elegidas y descritas para ilustrar los principios de los métodos y aparatos así como algunas aplicaciones prácticas. La descripción precedente permite a otros expertos en la técnica utilizar métodos y aparatos en distintas configuraciones y con distintas modificaciones según sean adecuados al uso particular contemplado. De acuerdo con las previsiones de los estatutos de patente, los principios y modos de funcionamiento del dispositivo de iluminación descrito han sido explicados e ilustrados en configuraciones ejemplares.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un endoiluminador oftálmico (46) para iluminar el interior del ojo, que comprende:

5 un elemento (54) convertidor de longitudes de onda que se puede utilizar para recibir luz procedente de una fuente de luz (56) en un primer rango de longitudes de onda y convertir la luz a un segundo rango de longitudes de onda, incluyendo el elemento convertidor de longitudes de onda una primera cara (58) para recibir la luz procedente de la fuente de luz, una segunda cara (62) opuesta a la primera cara, y un borde lateral (68) que se extiende entre la primera y la segunda caras;

un primer elemento dicroico (60) dispuesto junto a la primera cara del elemento convertidor de longitudes de onda;

10 un segundo elemento dicroico (64) dispuesto junto a la segunda cara del elemento convertidor de longitudes de onda;

en donde uno del primer elemento dicroico y del segundo elemento dicroico se aplican al elemento convertidor de longitudes de onda, y el elemento dicroico restante está dispuesto lejos del elemento convertidor de longitudes de onda y tiene una forma cóncava con relación al elemento convertidor de longitudes de onda; y

15 un elemento óptico reflectante (166) dispuesto junto al borde lateral (68) del elemento (54) convertidor de longitudes de onda, estando el elemento óptico reflectante configurado para reflejar al menos una de la luz en el primer rango de longitudes de onda y de la luz en el segundo rango de longitudes de onda hacia el elemento convertidor de longitudes de onda.

20 2. El dispositivo de iluminación de la reivindicación 1, en donde el primer elemento dicroico (60) está configurado para dejar pasar luz en el primer rango de longitudes de onda y para reflejar luz en el segundo rango de longitudes de onda.

3. El dispositivo de iluminación de la reivindicación 2, en donde el primer elemento dicroico (60) está dispuesto entre la fuente de luz y el elemento (54) convertidor de longitudes de onda.

4. El dispositivo de iluminación de la reivindicación 1, en donde el segundo elemento dicroico (64) está configurado para dejar pasar luz en el segundo rango de longitudes de onda y para reflejar luz en el primer rango de longitudes de onda.

25 5. El dispositivo de iluminación de la reivindicación 4, en donde el elemento (54) convertidor de longitudes de onda está dispuesto entre la fuente de luz y el segundo elemento dicroico (64).

6. El dispositivo de iluminación de la reivindicación 1, en donde el elemento óptico reflectante (166) se aplica al menos a uno del primer y segundo elementos dicroicos (60, 64).

30 7. El dispositivo de iluminación de la reivindicación 1, en donde sustancialmente el elemento óptico reflectante completo (166) está desplazado lejos del elemento (54) convertidor de longitudes de onda.

8. El dispositivo de iluminación de la reivindicación 1, en donde el elemento óptico reflectante (166) incluye una región cóncava con relación al elemento (54) convertidor de longitudes de onda.

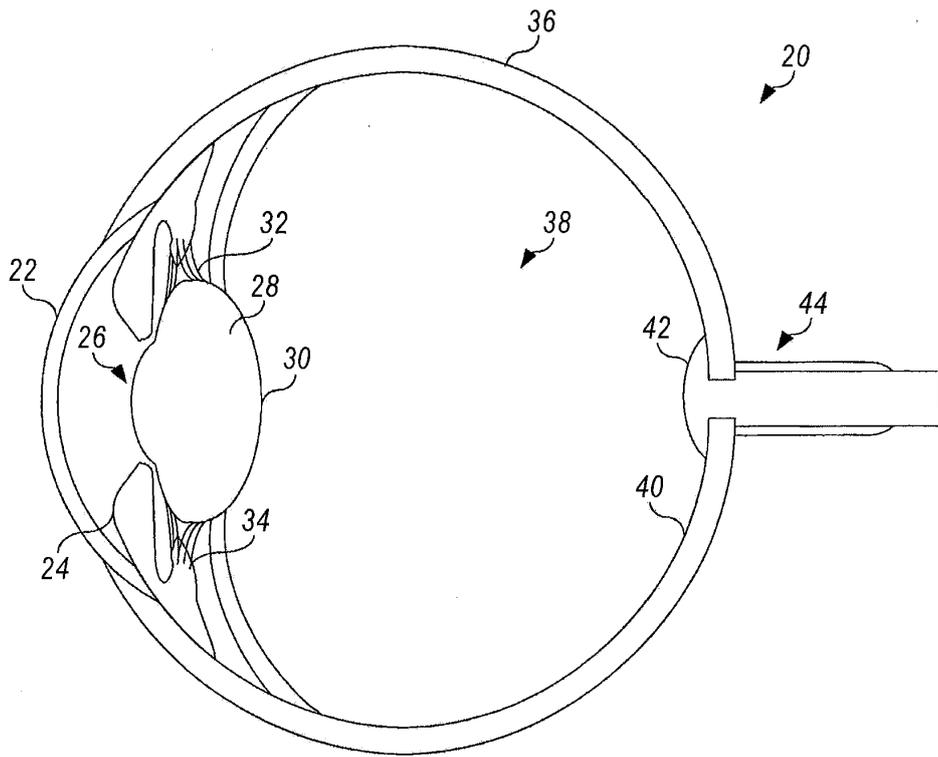
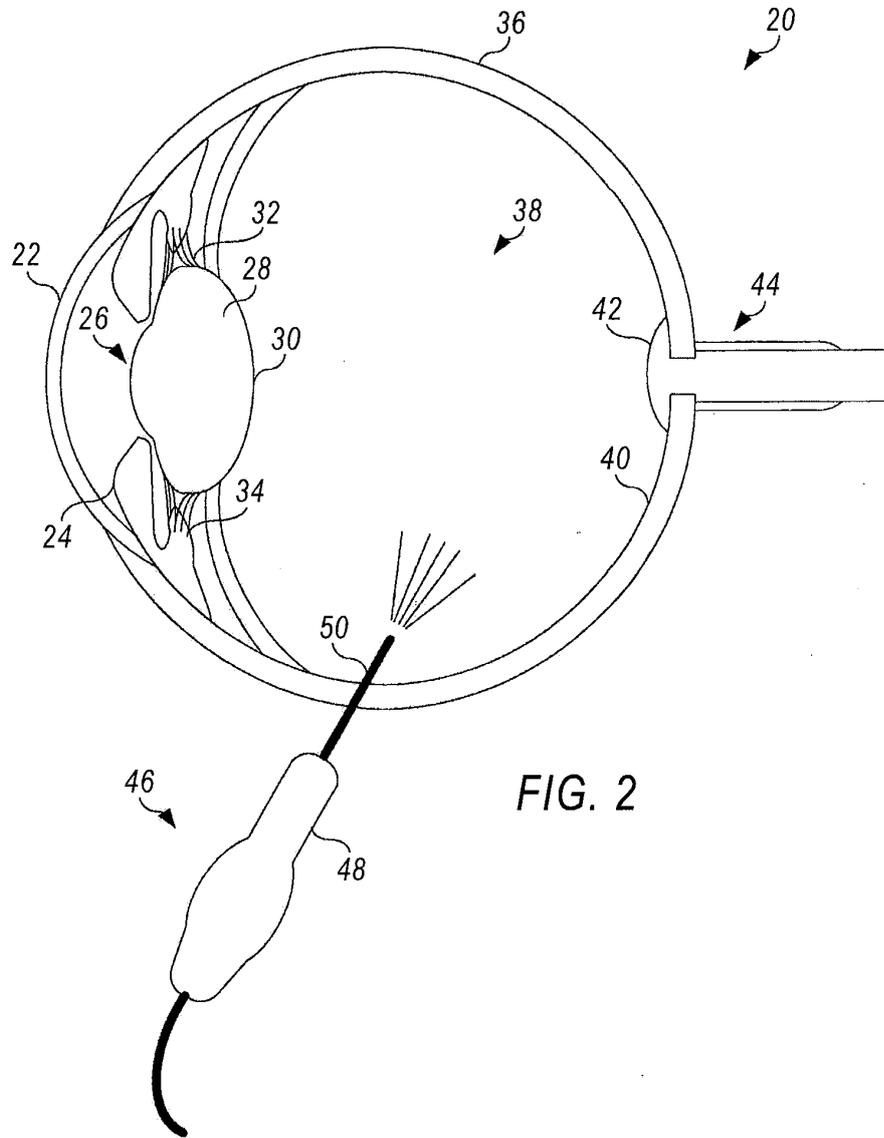
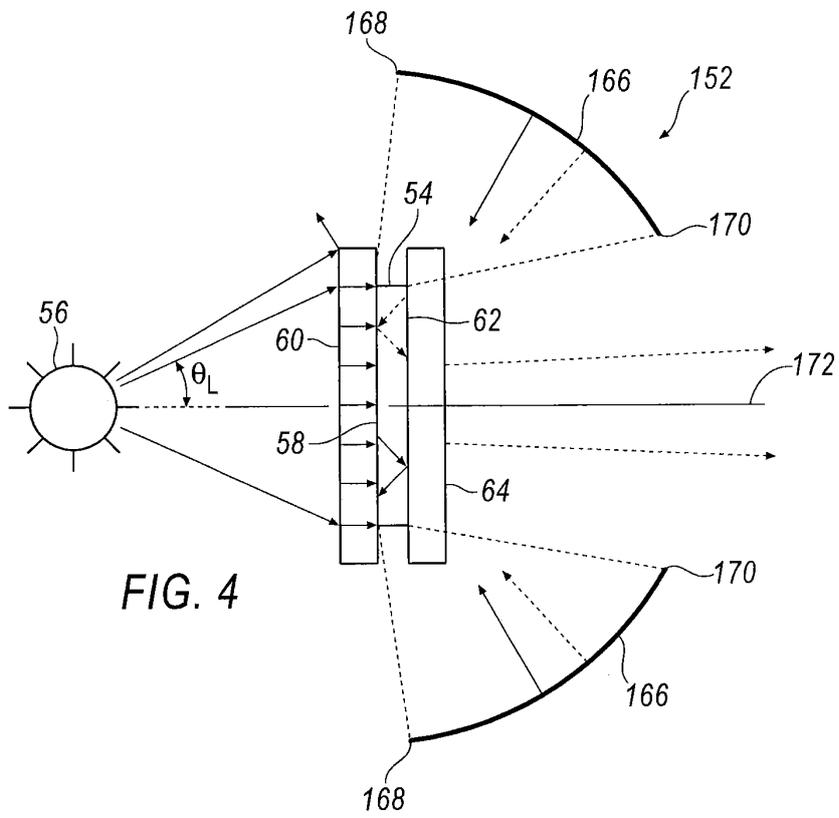
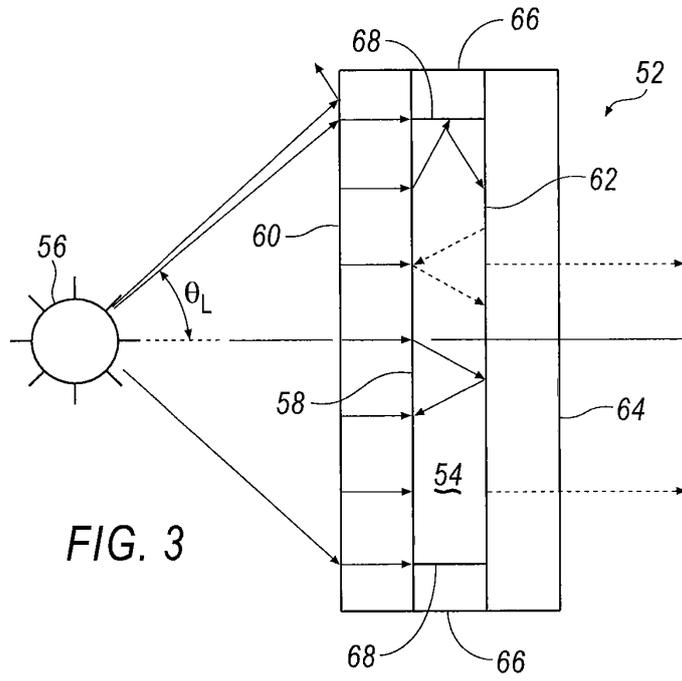


FIG. 1





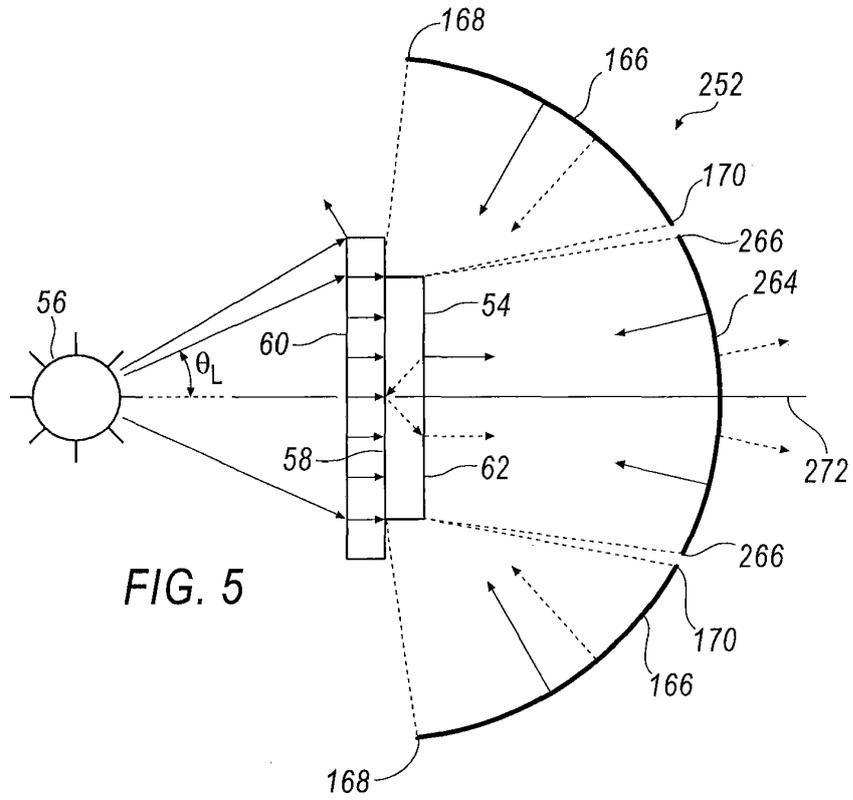


FIG. 5

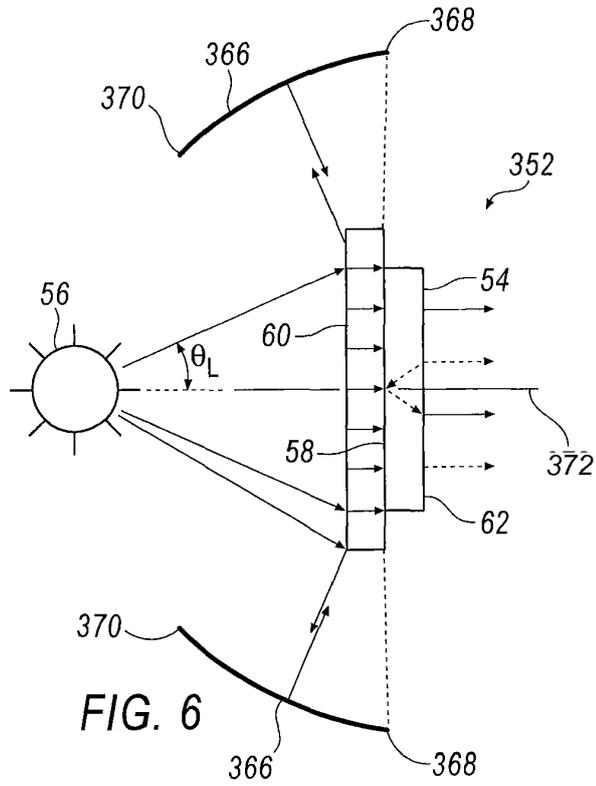


FIG. 6

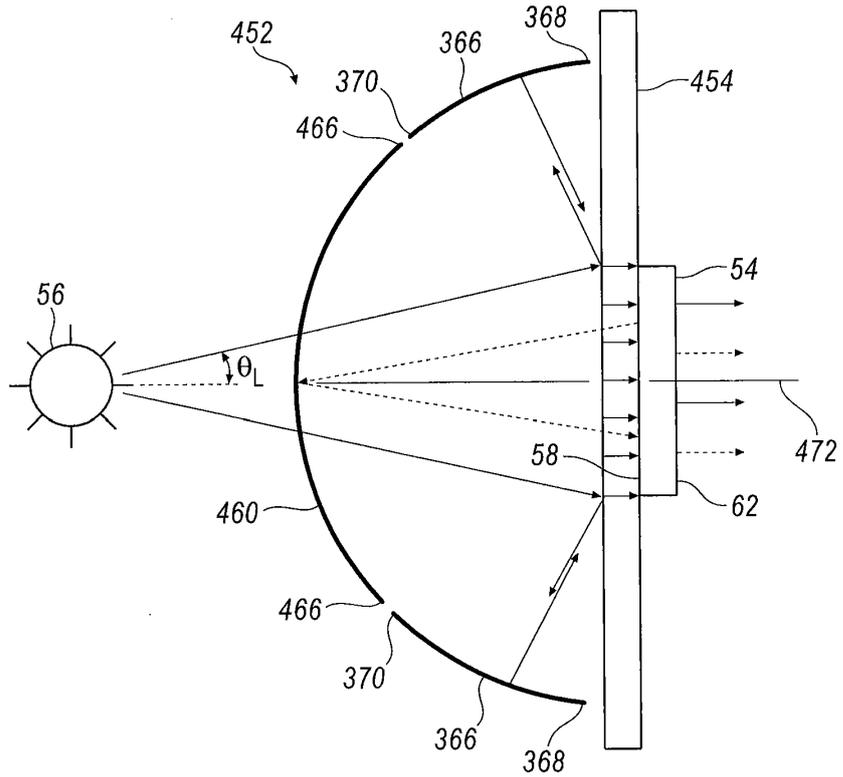


FIG. 7

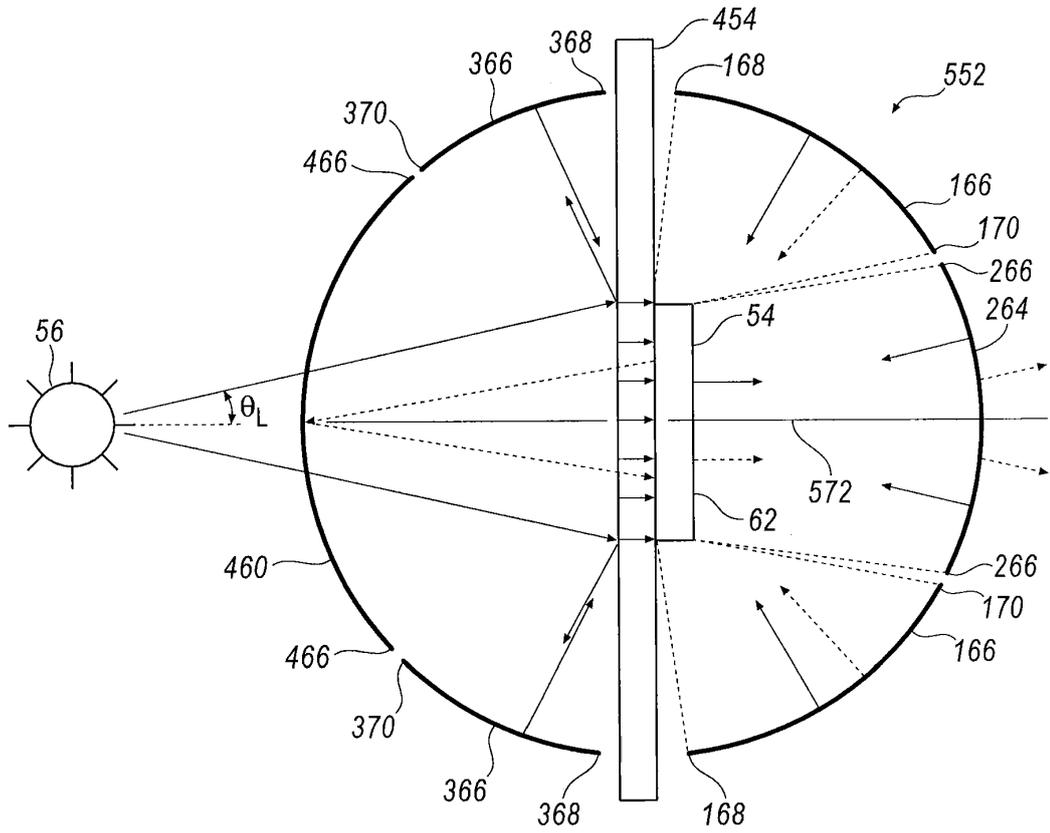


FIG. 8

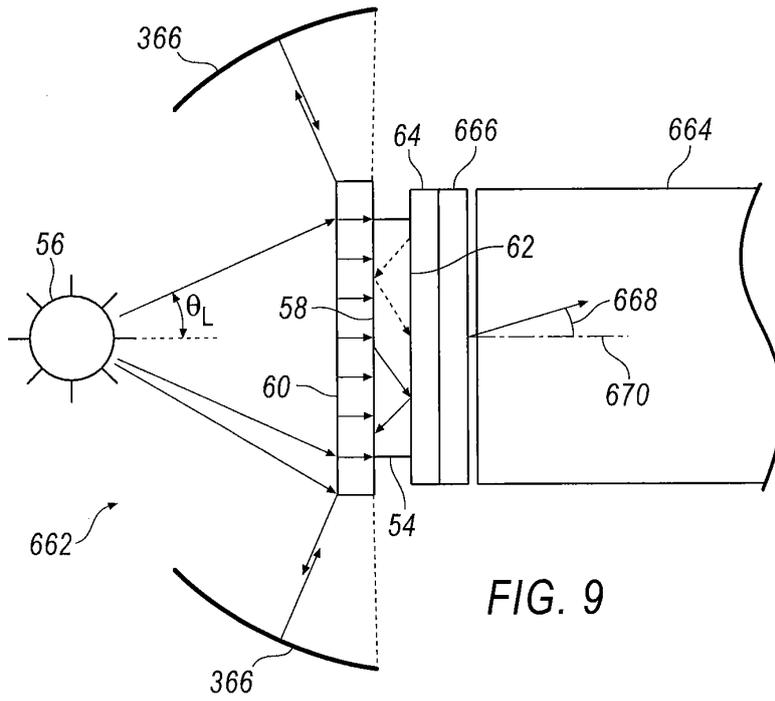


FIG. 9