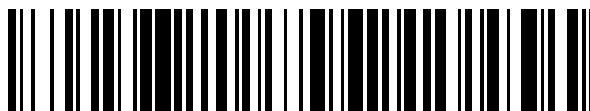


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 843**

51 Int. Cl.:

A61B 3/00 (2006.01)

A61B 3/12 (2006.01)

G02B 6/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2010** **E 10768890 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015** **EP 2488094**

54 Título: **Dispositivo de iluminación para cámaras de fondo de ojo**

30 Prioridad:

13.10.2009 IT TV20090201

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.05.2015

73 Titular/es:

CENTERVUE S.P.A. (100.0%)
Via San Marco, 9H
35129 Padova, IT

72 Inventor/es:

PLAIAN, ANDREI

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 536 843 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

Dispositivo de iluminación para cámaras de fondo de ojo

5 La presente invención se refiere al campo de las cámaras de fondo de ojo. En particular, la presente invención se refiere a un dispositivo de iluminación para cámaras de fondo de ojo.

La utilización de aparatos para el examen del fondo ocular, comúnmente definidos con el término cámaras de fondo de ojo, se conoce ampliamente.

10 Estos aparatos conjugan de manera óptica la pupila del ojo con una fuente de luz anular: el ojo se ilumina mediante un haz de luz que presenta una sección anular a nivel de la pupila y la luz reflejada desde la retina se recoge a través de la parte central de la pupila para observar o fotografiar la retina.

15 Sin embargo, existe una separación espacial entre el haz de luz y el haz reflejado desde el fondo ocular, que es necesaria para eliminar o reducir cualquier alteración que se derive de fenómenos de reflexión o dispersión de la luz en las capas posteriores del ojo que atraviesa.

20 De hecho, estas alteraciones podrían comprometer en gran medida la calidad de la observación y de las imágenes obtenidas.

La figura 1 representa esquemáticamente una cámara 100 de fondo de ojo de tipo conocido.

25 Se emite un haz de luz 200, de forma anular, mediante un iluminador 1010 y se colima con un sistema de lentes 103-104 hacia una región que comprende el centro de un espejo 105 perforado. El haz de luz 200 se refleja por el espejo 105 y se dirige, a través de la lente 106, hacia la pupila 108 del ojo 107 del paciente.

30 Por tanto, el haz de luz 200 puede penetrar a través de una sección anular de la pupila 108 e iluminar el fondo ocular.

El haz de luz 201, reflejado desde el fondo ocular, atraviesa la zona central de la pupila y se dirige, a través de la lente 106, hacia el espejo 105 perforado, atravesando el orificio del mismo.

35 Entonces se colima el haz de luz 201, a través de un sistema de lentes 109, hacia un sensor 110, lo que permite obtener una imagen de la retina.

De manera convencional, el iluminador 101 puede producir el haz de luz 200, enmascarando la radiación luminosa procedente de una fuente de luz con un diafragma anular.

40 Generalmente, en una etapa preliminar del procedimiento de examen ocular, el iluminador 101 ilumina la retina con luz infrarroja, dado que es una práctica común observar en primer lugar el fondo ocular, iluminándolo por medio de luz no visible con el fin de evitar la contracción de la pupila, para obtener una correcta alineación de toda la cámara de fondo de ojo con el ojo del paciente. La iluminación con luz infrarroja va seguida por iluminación por destellos con luz blanca, de alta intensidad y duración muy corta, lo que permite obtener una imagen en color de la retina. El
45 iluminador 101 comprende generalmente una lámpara incandescente, funcionalmente asociada con lentes y filtros apropiados para generar la luz infrarroja y un tubo de xenón, para generar el destello de luz blanca.

50 Los dispositivos de iluminación convencionales presentan generalmente una estructura relativamente voluminosa que provoca un aumento del volumen total ocupado por la cámara de fondo de ojo, haciendo a veces que su instalación sea problemática.

55 Para garantizar que la luz infrarroja y la luz de la lámpara de xenón siguen la misma trayectoria de iluminación óptica, se utilizan dispositivos divisores de haz, mecanismos o espejos dicróicos, que complican adicionalmente el ensamblaje del iluminador y aumentan su coste.

La utilización de lámparas de xenón para generar el destello de luz blanca implica la necesidad de proporcionar circuitos de control electrónicos de alta tensión y, por consiguiente, la necesidad de proporcionar un aislamiento eléctrico adecuado, para evitar riesgos para el usuario.

60 Recientemente, se han propuesto algunas soluciones técnicas que utilizan fuentes de luz que comprenden dispositivos de LED (diodo emisor de luz) para suministrar la radiación luminosa que va a proyectarse al interior del ojo del paciente.

65 En la patente US6142629, la luz procedente de una matriz rectangular de dispositivos de LED se colima, a través de un espejo cilíndrico, hacia una sección de acoplamiento lineal, desde la que se transporta adicionalmente, a través de fibras ópticas, hacia una sección anular de salida.

Los dispositivos de LED que forman la matriz rectangular pueden emitir luz con diversas longitudes de onda.

Un inconveniente de esta solución técnica consiste en el hecho de que es necesario proporcionar una superficie de emisión de luz extensa sobre la que disponer en grupos todos los dispositivos de LED requeridos para emitir luz con diversas longitudes de onda, para proporcionar suficiente potencia luminosa.

Esta gran superficie de emisión de luz debe estar ópticamente conjugada con la pequeña área útil para la entrada de radiación luminosa al interior de las fibras ópticas.

Por tanto, es necesario utilizar sistemas ópticos con alta reducción de aumentos, provocando así un aumento considerable del ángulo sólido con el que se introduce la luz al interior de las fibras ópticas.

Un ángulo sólido que es demasiado grande impide una reflexión total de radiación luminosa en las fibras ópticas, ya que se supera el ángulo útil para la entrada de luz. Esto puede provocar una pérdida considerable de eficacia del iluminador, en cuanto a la potencia luminosa transmitida.

La solicitud de patente US2008/0212027 describe un dispositivo de iluminación en el que se obtiene una fuente de luz anular proporcionando una pluralidad de dispositivos de LED, próximos entre sí, en forma de un anillo circular.

Los dispositivos de LED se dividen en grupos para emitir luz de diversas longitudes de onda.

También en este caso, para conjugar la gran superficie de emisión de luz de los dispositivos de LED con la pequeña área útil para la entrada de radiación luminosa al interior de la pupila, deben utilizarse sistemas ópticos con alta reducción de aumentos.

De la misma manera descrita anteriormente, esto provoca un aumento del ángulo sólido con el que la luz alcanza la pupila.

Teniendo en cuenta el hecho de que una cámara de fondo de ojo se diseña normalmente para fotografiar una zona de la retina correspondiente a un ángulo sólido dado de la luz incidente (normalmente de 30°-60°), un aumento del ángulo sólido hasta ser mayor que los valores mencionados anteriormente tiene el efecto de iluminar zonas periféricas de la retina no observadas generalmente, pero no el de aumentar la densidad de potencia luminosa transmitida a las zonas de la retina de interés.

La densidad de potencia del haz de luz generado encuentra por tanto un límite superior en las dimensiones máximas disponibles para la superficie de emisión de luz.

Para aumentar la densidad de potencia luminosa sobre la retina, es por tanto necesario aumentar la densidad de potencia de cada dispositivo de LED, utilizando, por ejemplo, dispositivos de LED de tipo no comercial, producidos específicamente para este fin.

Evidentemente, esto provoca un aumento de los costes totales del dispositivo iluminador.

La solicitud de patente WO2006/016366 utiliza un grupo de dispositivos de LED, cada uno de los cuales está acoplado a una fibra óptica a través de una lente.

Entonces se agrupan los extremos de salida de las fibras ópticas en un elemento de tipo anillo para obtener una sección de salida de luz de forma anular.

Esta solución permite alcanzar mayores valores de densidad de potencia, incluso utilizando dispositivos de LED de tipo comercial; sin embargo, resulta relativamente complejo y costoso de producir a nivel industrial, dado el gran número de componentes que deben ensamblarse.

La misma solicitud de patente también describe la utilización de fuentes de luz individuales o fuentes de luz concentradas en pequeñas superficies, funcionalmente asociadas con dispositivos para expandir la luz así generada, para obtener un haz de salida de luz de forma anular.

Estos dispositivos de expansión de luz comprenden, por ejemplo, superficies reflectantes cónicas o parabólicas y/o lentes y/o dispositivos de guía de luz, dispuestos apropiadamente.

Los dispositivos de iluminación de este tipo presentan la desventaja de utilizar fuentes de luz de pequeñas dimensiones, que es poco probable que puedan ofrecer la potencia requerida para la iluminación por destellos del fondo ocular.

Una desventaja adicional consiste en el hecho de que, para obtener un haz de luz con longitud de onda seleccionable (es decir, infrarroja y visible), es necesario utilizar varios emisores acoplados por medio de mecanismos o espejos dicroicos.

5 Por tanto, estas soluciones de la técnica anterior también son estructuralmente complejas y costosas de producir a nivel industrial.

La tarea principal de la presente invención es proporcionar un dispositivo de iluminación para cámaras de fondo de ojo que solucione los problemas anteriormente mencionados de la técnica anterior.

10 Dentro de esta tarea, un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de iluminación que garantice una densidad de potencia relativamente elevada, frente a menores ángulos de divergencia del haz de luz de salida emitido, utilizando también dispositivos de LED de tipo comercial para generar la radiación luminosa.

15 Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de iluminación que presente dimensiones globales limitadas y sea fácil de instalar en una cámara de fondo de ojo.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de iluminación que sea fácil de producir a nivel industrial, a costes competitivos.

20 Esta tarea y estos objetivos, junto con otros objetivos que se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción y a partir de los dibujos adjuntos, se alcanzan, según la invención, mediante un dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, propuesto a continuación en la presente memoria.

25 En un aspecto adicional de la misma, la presente invención también se refiere a un dispositivo concentrador de luz, que se incluye en la reivindicación 1.

En su definición más general, el dispositivo de iluminación según la presente invención comprende una fuente de luz dotada de una pluralidad de dispositivos de LED, y un dispositivo concentrador de luz, funcionalmente asociado con dicha fuente de luz.

30 El dispositivo concentrador de luz anteriormente mencionado comprende un cuerpo transparente sólido, preferentemente fabricado de material de plástico.

35 Para recibir la radiación luminosa emitida por la fuente de luz, una sección de entrada de luz está definida en una primera superficie de dicho cuerpo transparente.

Se define una superficie de salida de luz en una segunda superficie de dicho cuerpo transparente para transmitir un haz de luz que presenta una forma anular.

40 En la sección de entrada, el cuerpo transparente anteriormente mencionado comprende una pluralidad de salientes para realizar la colimación de la radiación luminosa procedente de la fuente de luz.

El cuerpo transparente anteriormente mencionado también comprende una pluralidad de superficies de reflexión de la radiación luminosa recibida desde dicha sección de entrada.

45 Estos salientes y estas superficies de reflexión están mutuamente colocados de modo que transportan la radiación luminosa recibida desde dicha fuente de luz a lo largo de una trayectoria predefinida, que se extiende en el interior del cuerpo transparente sólido, entre la sección de entrada de luz y la sección de salida de luz.

50 La utilización de un dispositivo concentrador de luz según la presente invención hace posible obtener una densidad de potencia relativamente alta, ángulos de divergencia relativamente pequeños y un alto nivel de uniformidad para el haz de luz de salida, que va a proyectarse al interior del ojo del paciente, también si se utilizan dispositivos de LED comerciales para generar la radiación luminosa.

55 La utilización de una fuente de luz, dotada de una pluralidad de dispositivos de LED, hace posible obtener haces de luz con diferentes frecuencias, cuya intensidad es fácilmente ajustable mediante circuitos de control electrónicos sencillos.

60 El dispositivo de iluminación según la presente invención presenta dimensiones globales relativamente limitadas, haciendo posible limitar significativamente el volumen total de la cámara de fondo de ojo relativa.

Tanto la fuente de luz como el dispositivo concentrador de luz pueden producirse con procedimientos industriales sencillos y asociarse funcionalmente entre sí de manera sencilla.

65

Por tanto, el dispositivo de iluminación según la presente invención puede producirse y ensamblarse a nivel industrial a costes muy competitivos.

Características y ventajas adicionales del dispositivo de iluminación según la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto haciendo referencia a la descripción siguiente y a las figuras adjuntas, proporcionadas únicamente a título explicativo y no limitativo, en las que:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente una cámara de fondo de ojo de la técnica anterior; y
- la figura 2 ilustra esquemáticamente una vista en perspectiva del dispositivo de iluminación según la presente invención, en una forma de realización de la misma; y
- la figura 3 ilustra esquemáticamente una vista en sección del dispositivo de iluminación de la figura 2; y
- la figura 4 ilustra esquemáticamente una vista lateral y frontal de una fuente de luz utilizada en el dispositivo de iluminación de la figura 1; y
- la figura 4A ilustra esquemáticamente una vista lateral y frontal de una fuente de luz utilizada en el dispositivo de iluminación de la figura 1, en una variante de forma de realización; y
- la figura 5 ilustra esquemáticamente una vista frontal de un dispositivo concentrador de luz utilizado en el dispositivo de iluminación de la figura 1; y
- la figura 6 ilustra esquemáticamente una vista en sección del dispositivo concentrador de luz de la figura 5; y
- la figura 7 ilustra esquemáticamente una vista en sección de una variante de forma de realización del dispositivo concentrador de luz de la figura 5; y
- la figura 8 ilustra esquemáticamente una vista en sección de una variante adicional de forma de realización del dispositivo concentrador de luz de la figura 5.

Con referencia a las figuras anteriormente mencionadas, la presente invención se refiere a un dispositivo de iluminación 1 para cámaras de fondo de ojo.

El dispositivo de iluminación 1 comprende una fuente 90 de luz, que está preferentemente constituida por una placa de circuito impreso 91 que comprende una superficie 92, sobre la que se monta una pluralidad de dispositivos de LED 93A, 93B.

Los dispositivos de LED 93A y 93B están dispuestos para formar una región 920 de emisión de luz, que presenta preferentemente una forma sustancialmente anular que se extiende alrededor de una cavidad 94, producida en el circuito impreso 91 y centrada con respecto a un eje 4 de referencia.

Ventajosamente, la fuente 90 de luz puede comprender grupos diferenciados 93A y 93B de dispositivos de LED, que pueden emitir luz con diferentes longitudes de onda.

Los grupos 93A y 93B pueden estar separados unos de otros y dispuestos a lo largo de la región 920 según patrones repetidos.

En la forma de realización de la invención ilustrada en la figura 4, cada grupo 93A comprende tres dispositivos de LED 93AW, que pueden emitir luz blanca, mientras que cada grupo 93B comprende un único dispositivo de LED que puede emitir luz infrarroja.

En la forma de realización de la invención ilustrada en la figura 4A, cada grupo 93A comprende tres dispositivos de LED 93AR, 93AG, 93AB, que pueden emitir respectivamente luz roja, luz verde y luz azul.

Esta forma de realización permite iluminar la retina con una luz que presenta un espectro de emisión dado, simplemente controlando de manera apropiada las corrientes de potencia de los dispositivos de LED 93AR, 93AG, 93AB.

De esta manera, es posible aumentar la potencia del tipo de luz reflejado en un menor grado desde la retina y, a la inversa, reducir la potencia del tipo de luz reflejado en un mayor grado desde la retina, de modo que el sensor que detecta la imagen de la retina puede funcionar con una relación señal/ruido óptima para todos los colores, mejorando así la calidad final de la imagen detectada.

El número de dispositivos de LED que forman cada grupo 93A y 93B puede variar en función de la potencia requerida para las diferentes longitudes de onda.

Preferentemente, la placa de circuito impreso 91 también comprende circuitos de control electrónicos (no ilustrados) para ajustar el funcionamiento y el suministro de potencia de los dispositivos de LED 93A-93B.

5 Según la presente invención, el dispositivo de iluminación 1 comprende un dispositivo concentrador de luz 2, compuesto por un cuerpo transparente sólido, ventajosamente fabricado de material de plástico, por medio de procedimientos de moldeo por inyección industriales conocidos.

10 Se pretende que el término "dispositivo concentrador de luz" sea un dispositivo que puede transmitir radiación luminosa de salida con una mayor densidad de potencia con respecto a la de la radiación luminosa de entrada recibida.

15 El cuerpo transparente 2 comprende una primera superficie 51, sobre la que se define una sección de entrada de luz 5.

La sección de entrada 5 está ventajosamente adaptada para recibir la radiación luminosa emitida por la fuente 90 de luz.

20 Con este fin, el dispositivo concentrador 2 está funcionalmente asociado con la fuente 90 de luz de modo que las respectivas superficies 51 y 92 están mutuamente enfrentadas y la región 920 está por tanto ópticamente acoplada a la sección de entrada de luz 5.

25 Ventajosamente, con el fin de evitar la dispersión de radiación luminosa, la distancia entre las superficies 51 y 92 es relativamente pequeña y la forma de la región 920 corresponde sustancialmente a la forma de la sección de entrada 5, preferentemente de forma anular.

El cuerpo transparente 2 también comprende una superficie 61, sobre la que se define una sección de salida de luz 6, desde la que se emite un haz de luz de forma anular.

30 Ventajosamente, la sección de salida 6 presenta un área útil para el paso de radiación luminosa que es menor con respecto a la de la sección de entrada 5, de modo que la densidad de potencia de la luz de salida transmitida es mayor con respecto a la de la luz de entrada recibida.

35 Dado que las secciones de entrada y de salida de luz 5-6 en el cuerpo transparente 2 presentan preferentemente una forma sustancialmente anular, centrada con respecto al eje 4 de referencia longitudinal, el diámetro de la región 920 de emisión de luz es, de manera preferible, sustancialmente igual al diámetro de la sección de entrada 5, mientras que la sección de salida 6 presenta un diámetro menor con respecto a la sección de entrada 5.

40 Por lo menos cerca de la segunda superficie 61, el cuerpo transparente 2 comprende preferentemente una cavidad conformada 3.

Esta cavidad es preferentemente una cavidad pasante y se extiende entre las superficies 51 y 61, a lo largo del eje 4 longitudinal.

45 La superficie interna de la cavidad 3 puede conformarse según las necesidades con la excepción de por lo menos una parte 31, colocada cerca de la sección de salida 6, que presenta preferentemente un perfil sustancialmente cónico.

50 Por motivos de simetría y simplicidad de construcción, la sección de salida 6, la sección de entrada 5 y la región 920 de emisión de luz son ventajosamente paralelas entre sí, perpendiculares al eje 4 de referencia longitudinal y coaxiales con respecto al mismo.

55 Además, la fuente 90 de luz y el cuerpo transparente 2 están de manera preferible funcionalmente asociados entre sí de modo que la cavidad 94 de la placa de circuito impreso 91 es coaxial con la cavidad 3 del cuerpo transparente 2, a lo largo del eje 4 de referencia.

Según la presente invención, el cuerpo transparente 2 comprende una pluralidad de salientes 7 que actúan como lentes de colimación de la radiación luminosa procedente de la fuente 90 de luz.

60 Los salientes 7 sobresalen de la superficie 51 del cuerpo transparente 2, en la sección de entrada 5, para recibir la luz generada por los dispositivos de LED y colimarla en haces de luz sustancialmente paralelos al eje 4 de referencia (o perpendiculares a la superficie 51 del cuerpo transparente).

65 La superficie 92 de la fuente 90 de luz está ventajosamente enfrentada a la superficie 51 del cuerpo transparente 2, de modo que cada uno de los salientes 7 está enfrentado a, y ópticamente acoplado con, un dispositivo de LED.

Por tanto, la radiación luminosa emitida por un dispositivo de LED puede convertirse en un haz de luz con divergencia mínima, tras atravesar el saliente 7 respectivo con el que está asociado el dispositivo de LED anteriormente mencionado.

- 5 Ventajosamente, los salientes 7 son equidistantes unos de otros y están en un número igual al número de dispositivos de LED de la fuente 90 de luz, tal como se ilustra en las figuras anteriormente mencionadas.

En este caso, el conjunto de los salientes 7 anteriormente mencionados puede formar en sí mismo la sección de entrada de luz 5.

- 10 Alternativamente, los salientes 7 pueden asociarse con grupos predefinidos de dispositivos de LED (es decir, sólo con los grupos 93A) y no estar presentes en las partes de la sección de entrada 5 enfrentadas a grupos de tipos diferentes (es decir, con los grupos 93B).

- 15 Por tanto, el número de los salientes 7 puede ser menor con respecto al número total de dispositivos de LED.

Los salientes 7 pueden presentar un perfil convexo de tipo esférico, un perfil convexo de tipo esférico, diseñado para mejorar la colimación de la luz procedente de los dispositivos de LED, o un perfil con una serie de secciones anulares concéntricas que forman, en conjunto, una lente de Fresnel.

- 20 El cuerpo transparente 2 también comprende una pluralidad de superficies de reflexión 8-9 de la radiación luminosa desviada por los salientes 7.

- 25 Los salientes 7 y las superficies de reflexión 8-9 están mutuamente colocados de modo que transportan la radiación luminosa, procedente de la fuente 90 de luz, a lo largo de una trayectoria 10 predefinida que se extiende a través del cuerpo transparente 2, entre la sección de entrada de luz 5 y la sección de salida de luz 6.

- 30 En otras palabras, los salientes 7 y las superficies de reflexión 8-9 están dispuestos para actuar conjuntamente entre sí para guiar la radiación luminosa, procedente de la fuente 90 de luz, y recibida por la sección de entrada 5, hacia la sección de salida 6 del cuerpo transparente 2.

Preferentemente, el cuerpo transparente 2 comprende una primera superficie 8 que realiza una primera reflexión de la radiación luminosa desviada por los salientes 7.

- 35 La superficie 8 presenta preferentemente un perfil sustancialmente cónico, con un radio medio correspondiente aproximadamente al de la sección de entrada 5.

- 40 La inclinación de la superficie cónica 8 se selecciona ventajosamente de modo que la radiación luminosa colimada, procedente de los salientes 7, experimenta reflexión total, de modo que cambia la dirección de la misma orientándola hacia una segunda superficie de reflexión 9.

- 45 Debe observarse que en el trayecto hacia la superficie 9, los haces de luz procedentes de los dispositivos de LED y colimados a través de los salientes 7 mantienen sustancialmente su colimación, incluso tras la reflexión sobre la superficie 8, que está curvada con un radio relativamente grande.

- Ventajosamente, la trayectoria desde la superficie 8 hasta la superficie 9 puede por tanto estar delimitada por superficies 30 y 82 sustancialmente paralelas a las direcciones de los haces de luz.

- 50 De esta manera, los rayos marginales de los haces de luz se guían a través de reflexiones totales sobre las superficies 30 y 82 hasta la superficie 9 reduciendo así la dispersión de radiación luminosa en direcciones no deseadas.

- 55 Sobre la superficie 9, la radiación luminosa, desviada por la superficie 8, experimenta una segunda reflexión total y se desvía hacia la sección de salida 6, en una dirección sustancialmente paralela a la del eje 4 de referencia.

La superficie 9 puede coincidir ventajosamente con por lo menos una parte 31 de la superficie interna de la cavidad 3, que está colocada cerca de la sección de salida 6.

- 60 Tal como se ilustra en las figuras anteriormente mencionadas, la superficie de reflexión 9 presenta preferentemente un perfil sustancialmente cónico, centrado con respecto al eje 4 de referencia, con un diámetro medio aproximadamente igual al diámetro medio de la sección de salida 6 de la radiación luminosa.

- 65 La radiación luminosa, desviada desde la superficie 9, mantiene por tanto la colimación en la dirección radial, es decir perpendicular al eje 4 de referencia, y se vuelve divergente en la dirección tangencial, es decir tangente al círculo medio de la superficie de salida de forma anular 6.

El ensanchamiento de los haces de luz reflejados, en la dirección tangencial, presenta la ventaja de crear un mayor solapamiento entre los mismos, mejorando la homogeneidad del haz de forma anular emitido desde la sección de salida 6.

- 5 Sin embargo, una mayor divergencia del haz de luz de salida presenta la desventaja de provocar una disminución de la eficacia de transporte total de la luz hacia la pupila del ojo del paciente.

10 Según una forma de realización adicional de la presente invención (figura 7) la segunda superficie de reflexión 9 puede presentar un perfil sustancialmente cónico que comprende una pluralidad de caras 9A equidistantes, preferentemente en el mismo número que el número total de dispositivos de LED 93A y 93B.

Estas caras se comportan como espejos planos que mantienen la colimación de la radiación luminosa tras la reflexión sobre la superficie 9.

- 15 De esta manera, es posible reducir la divergencia del haz de forma anular emitido desde la sección de salida de luz 6.

La misma sección de salida 6 puede presentar una superficie lisa o rugosa, si se desea mejorar de manera adicional, respectivamente, la densidad de potencia o la homogeneidad del haz de luz que va a enviarse a la retina.

20 El cuerpo transparente 2 está ventajosamente configurado de manera que presenta una superficie externa conformada 80 que une las superficies 51 y 61.

- 25 La superficie externa 80 comprende una primera parte 81, cerca de la sección de entrada de luz 5, y una segunda parte 82 que se extiende entre la primera parte 81 anteriormente mencionada y la superficie 61. Preferentemente, la superficie de reflexión 8 coincide por lo menos parcialmente con la primera parte de la superficie externa 81, que por tanto presenta una forma sustancialmente cónica.

30 Según una forma de realización de la presente invención (figura 8), la segunda parte 82 de la superficie externa es sustancialmente plana, con la excepción de una zona 82A de conexión opcional con la superficie 61, y presenta la forma de un anillo circular colocado alrededor de la superficie 61, en la que se define la sección de salida de luz 6.

- 35 En este caso, el cuerpo transparente 2 está sustancialmente en forma de un sólido con forma sustancialmente de disco, coaxial con el eje 4 de referencia y que presenta una superficie de base formada por la superficie 51, una superficie de base adicional formada por las superficies 82 y 61 y una superficie lateral formada por la superficie 81.

40 Esta solución presenta la ventaja de reducir la dimensión axial global del cuerpo transparente 2 y de simplificar la estructura de los moldes para su producción a nivel industrial. Sin embargo, el ángulo de reflexión medio de la radiación luminosa sobre las superficies 8 y 9 se mantiene relativamente alto (aproximadamente 45°). Esto puede impedir la reflexión total para longitudes de onda del infrarrojo, para las que el índice de refracción del material transparente disminuye.

- 45 Por tanto, en este caso, es preferible recubrir las superficies de reflexión 8 y 9 con por lo menos una capa de material metálico reflectante, con el fin de mejorar la eficacia de reflexión de la radiación luminosa.

Según algunas formas de realización de la presente invención (figuras 1 a 7), la segunda parte 82 de la superficie externa es sustancialmente cónica, con la excepción de una zona 82A de conexión opcional con la superficie 61.

- 50 En este caso, el cuerpo transparente 2 está en forma de un sólido con forma sustancialmente de cono truncado que se extiende a lo largo del eje 4 de referencia, con las superficies 51 y 61 como bases y formando las partes de la superficie externa 81 y 92 la superficie lateral del mismo.

55 En esta variante de forma de realización del cuerpo transparente 2, los ángulos de incidencia de radiación luminosa sobre las superficies de reflexión 8 y 9 pueden presentar valores que son mucho menores que el ángulo de reflexión total, eliminando la necesidad de metalizar la superficie 8 y 9.

Además, esta solución permite el refuerzo estructural del cuerpo transparente 2, que por consiguiente está menos sujeto a deformaciones provocadas por contracción del material durante la etapa de enfriamiento tras el procedimiento de moldeo por inyección.

- 60 El dispositivo de iluminación 1 según la presente invención presenta una estructura relativamente sencilla, que puede obtenerse ensamblando la fuente 90 de luz con el dispositivo concentrador de luz 2, por medio de tornillos y espaciadores apropiados insertados en los orificios de montaje 95, 510, producidos respectivamente sobre la superficie 92 de la fuente 90 de luz y sobre la superficie 51 del cuerpo transparente 2.

65

Tal como ya se mencionó, durante el montaje del dispositivo de iluminación 1, el orificio 94 de la placa de circuito impreso 91 se alinea ventajosamente con la cavidad 3 del dispositivo concentrador de luz 2, de modo que ambos son coaxiales con el eje 4 de referencia.

- 5 A través de esta cavidad coaxial, es posible, si es necesario, proyectar haces de luz al interior del ojo que van a utilizarse para un sistema de enfoque de la cámara de fondo de ojo.

En la técnica anterior, la proyección de haces de luz de enfoque a lo largo de la trayectoria de iluminación del ojo se logra utilizando dispositivos divisores de haz o a través de mecanismos de espejo.

- 10 Sin embargo, la proyección de haces de luz de enfoque a través de las cavidades coaxiales 94 y 3 no requiere proporcionar ningún medio adicional, permitiendo por tanto una simplificación de la estructura de la cámara de fondo de ojo, reduciendo los costes de producción de la misma.

- 15 El dispositivo de iluminación 1 según la invención presenta ventajas considerables con respecto a técnica anterior.

Permite la transmisión de haces de luz de salida con alta densidad de potencia y pequeños ángulos de divergencia también utilizando dispositivos de LED comerciales que pueden emitir opcionalmente luz con diversas longitudes de onda.

- 20 Los haces de luz, procedentes de los dispositivos de LED, se solapan parcialmente durante la salida desde el dispositivo concentrador 2, produciendo un alto nivel de uniformidad luminosa para el haz de luz de salida. Esta uniformidad luminosa puede mejorarse fácilmente aumentando la rugosidad de superficie de la sección de salida 6, de modo que esta última realiza la función de difusor óptico para la luz que atraviesa la misma.

- 25 La colimación de la luz de los dispositivos de LED, por medio de las superficies de reflexión 7, y el transporte de la radiación luminosa desde la sección de entrada relativamente grande 5 hasta la sección de salida pequeña 6, se logran utilizando un único cuerpo transparente, preferentemente obtenido por medio de moldeo por inyección y, por consiguiente, con costes de producción muy bajos.

- 30 El dispositivo concentrador de luz 2 presenta una alta eficacia de transmisión de la luz generada por los dispositivos de LED, un alto nivel de robustez mecánica y no requiere ajustes.

- 35 Las dimensiones del dispositivo concentrador de luz 2 son muy limitadas, permitiendo una reducción de la dimensión global del dispositivo de iluminación 1 y de la cámara de fondo de ojo relativa.

- 40 El dispositivo de iluminación 1 hace posible obtener, mediante el dispositivo concentrador de luz 2, densidades de potencia de salida comparables a las generadas por un destello de luz blanca. Por tanto, es posible sustituir los circuitos electrónicos de alta tensión requeridos para controlar una lámpara de xenón por circuitos de control más sencillos para dispositivos de LED de baja tensión.

- Esto provoca evidentemente una reducción del riesgo de descarga eléctrica para los usuarios, permite reducir las distancias de aislamiento eléctrico entre los diversos componentes y elimina la necesidad de someter la cámara de fondo de ojo a pruebas específicas para maquinaria de alta tensión.

- 45 Tal como resulta evidente a partir de la descripción anterior, el dispositivo de iluminación 1 presenta una estructura extremadamente sencilla. Todas sus piezas son fáciles de producir a nivel industrial mediante procedimientos conocidos, con ventajas considerables en cuanto a la limitación de los costes de producción industrial.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de iluminación (1) para una cámara (100) de fondo de ojo, que comprende una fuente (90) de luz provista de una pluralidad de dispositivos de LED (93A, 93B), que comprende además un dispositivo concentrador de luz (2), que está funcionalmente asociado con dicha fuente (90) de luz, comprendiendo dicho dispositivo concentrador de luz (2) un cuerpo transparente sólido con:
 - una primera superficie (51), en la que una sección de entrada de luz (5) de dicho cuerpo está definida para recibir la radiación luminosa emitida por dicha fuente (90) de luz; y
 - una segunda superficie (61), en la que una sección de salida de luz (6) de dicho cuerpo está definida para transmitir un haz de luz que presenta una forma anular; y
 - una pluralidad de salientes (7) que sobresalen de dicha primera superficie (51), en dicha sección de entrada de luz, actuando dichos salientes como lentes de colimación de la radiación luminosa procedente de dicha fuente (90) de luz; y
 - una pluralidad de superficies de reflexión (8, 9) de la radiación luminosa recibida desde dicha sección de entrada de luz (5), estando dichos salientes (7) y dichas superficies de reflexión (8, 9) mutuamente colocados para transportar la radiación luminosa procedente de dicha fuente (90) de luz a lo largo de una trayectoria predefinida, que se extiende en el interior de dicho cuerpo transparente, entre dicha sección de entrada de luz (5) y dicha sección de salida de luz (6).
2. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que dicha fuente (90) de luz y dicho cuerpo transparente están mutuamente asociados de modo que cada uno de dichos salientes (7) esté enfrenteado a un LED (93A, 93B) de dicha fuente (90) de luz.
3. Dispositivo de iluminación según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos salientes (7) presentan un perfil convexo esférico o un perfil convexo esférico o un perfil que comprende una serie de secciones anulares que forman una lente de Fresnel.
4. Dispositivo de iluminación según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho cuerpo transparente comprende una primera superficie de reflexión (8) de la radiación luminosa procedente de dicha sección de entrada de luz (5), y una segunda superficie de reflexión (9) de la radiación luminosa desviada por dicha primera superficie de reflexión (8).
5. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 4, en el que dicha primera superficie de reflexión (8) presenta un perfil sustancialmente cónico.
6. Dispositivo de iluminación según una o más de las reivindicaciones 4 a 5, en el que dicha segunda superficie de reflexión (9) presenta un perfil sustancialmente cónico.
7. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 6, en el que dicha segunda superficie de reflexión (9) presenta un perfil sustancialmente cónico que comprende una pluralidad de caras (9A).
8. Dispositivo de iluminación según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho cuerpo transparente comprende una superficie externa conformada (80), que se extiende entre dicha primera superficie (51) y dicha segunda superficie (61), comprendiendo dicha superficie externa (80) una primera parte (81), que está cerca de dicha primera superficie (51), y una segunda parte (82), que se extiende entre dicha primera parte (81) y dicha segunda superficie (61), estando dicha primera superficie de reflexión (8) comprendida en la primera parte (81) de dicha superficie externa (80).
9. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 8, en el que la segunda parte (82) de dicha superficie externa (80) presenta una forma sustancialmente plana, por lo menos parcialmente.
10. Dispositivo de iluminación según las reivindicaciones 4 y 9, en el que dicha primera superficie de reflexión (8) y dicha segunda superficie de reflexión (9) están recubiertas por al menos una capa de material metálico reflectante.
11. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 8, en el que la segunda parte (82) de dicha superficie externa (80) presenta una forma sustancialmente cónica, por lo menos parcialmente.
12. Dispositivo de iluminación según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho cuerpo transparente comprende una cavidad (3), que está colocada por lo menos cerca de dicha segunda superficie (61).

13. Dispositivo de iluminación según las reivindicaciones 4 y 12, en el que dicha segunda superficie de reflexión (9) está comprendida por lo menos en una parte (31) de una superficie interna de dicha cavidad (3), que está colocada por lo menos cerca de dicha sección de salida de luz (6).
- 5 14. Dispositivo de iluminación según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha fuente (90) de luz comprende una región (920) de emisión de luz, presentando dicha región (920) de emisión de luz una forma sustancialmente anular, que corresponde sustancialmente a la forma de dicha sección de entrada de luz (5).
- 10 15. Dispositivo de iluminación según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha sección de salida de luz (6) presenta una rugosidad de superficie que es lo suficientemente elevada como para realizar la función de difusor óptico para la luz que atraviesa dicha sección de salida de luz (6).
- 15 16. Cámara (100) de fondo de ojo, caracterizada por que comprende un dispositivo de iluminación (1) según una o más de las reivindicaciones anteriores.

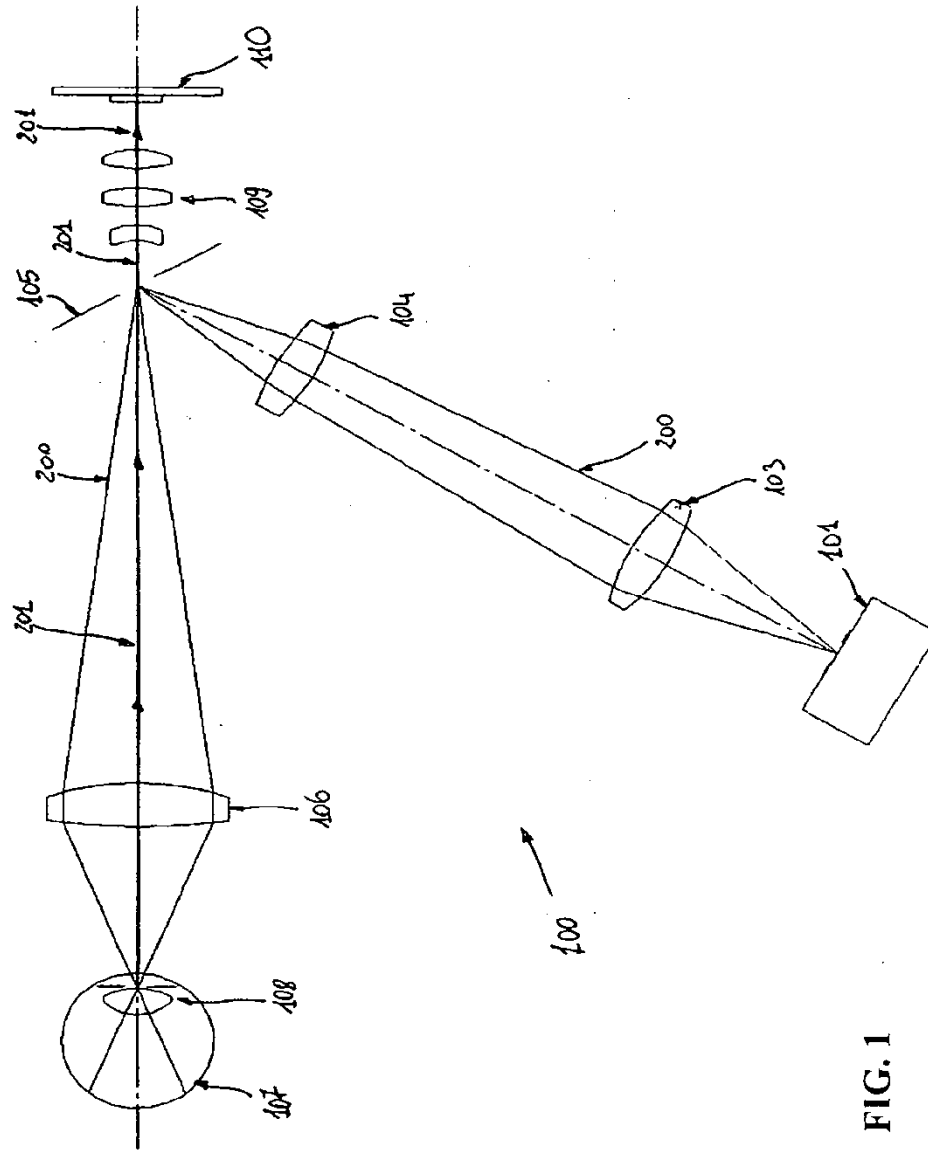


FIG. 1

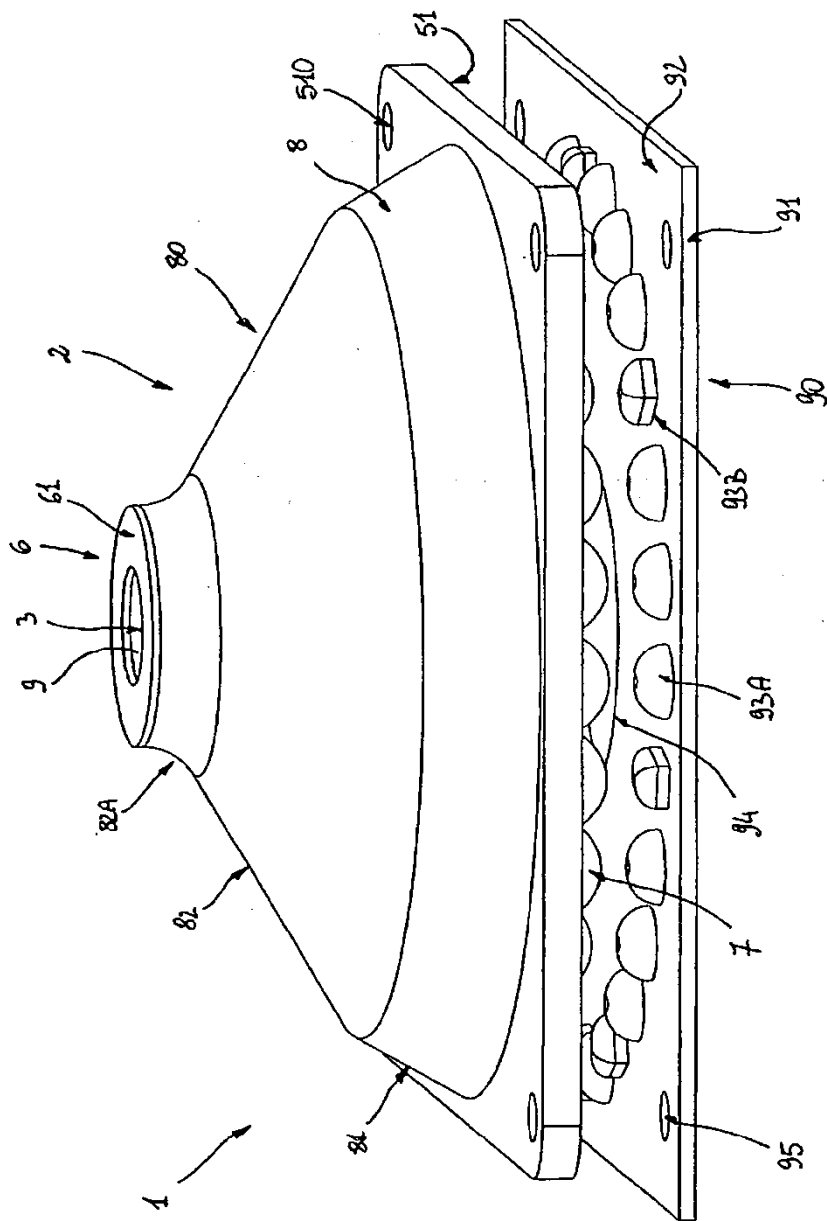


FIG. 2

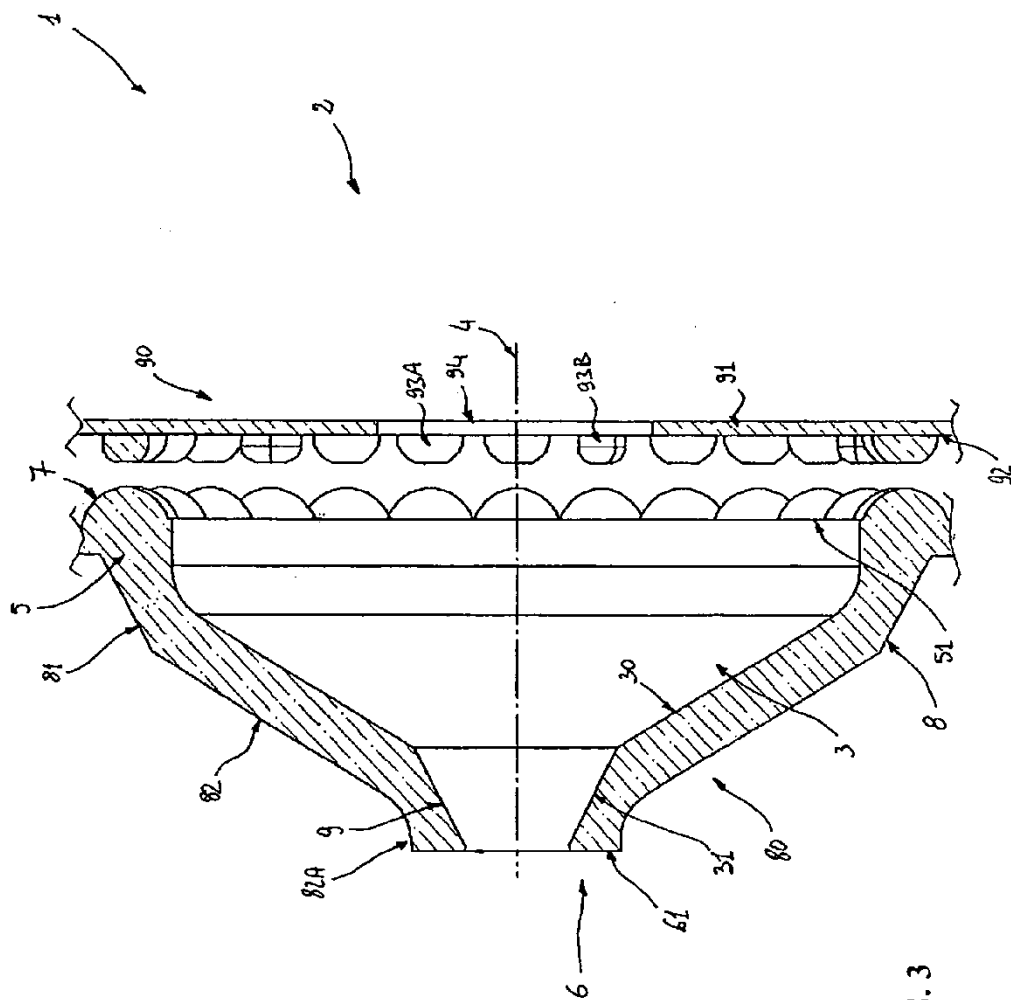


FIG. 3

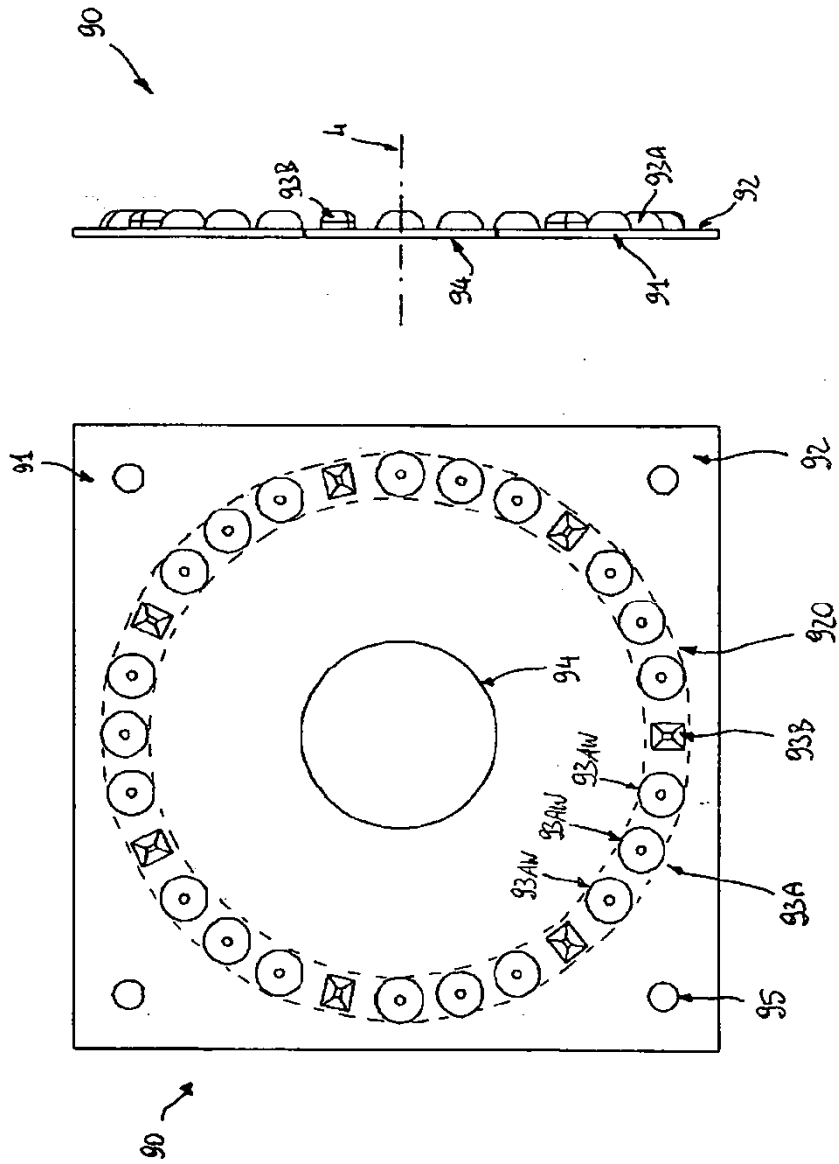


FIG. 4

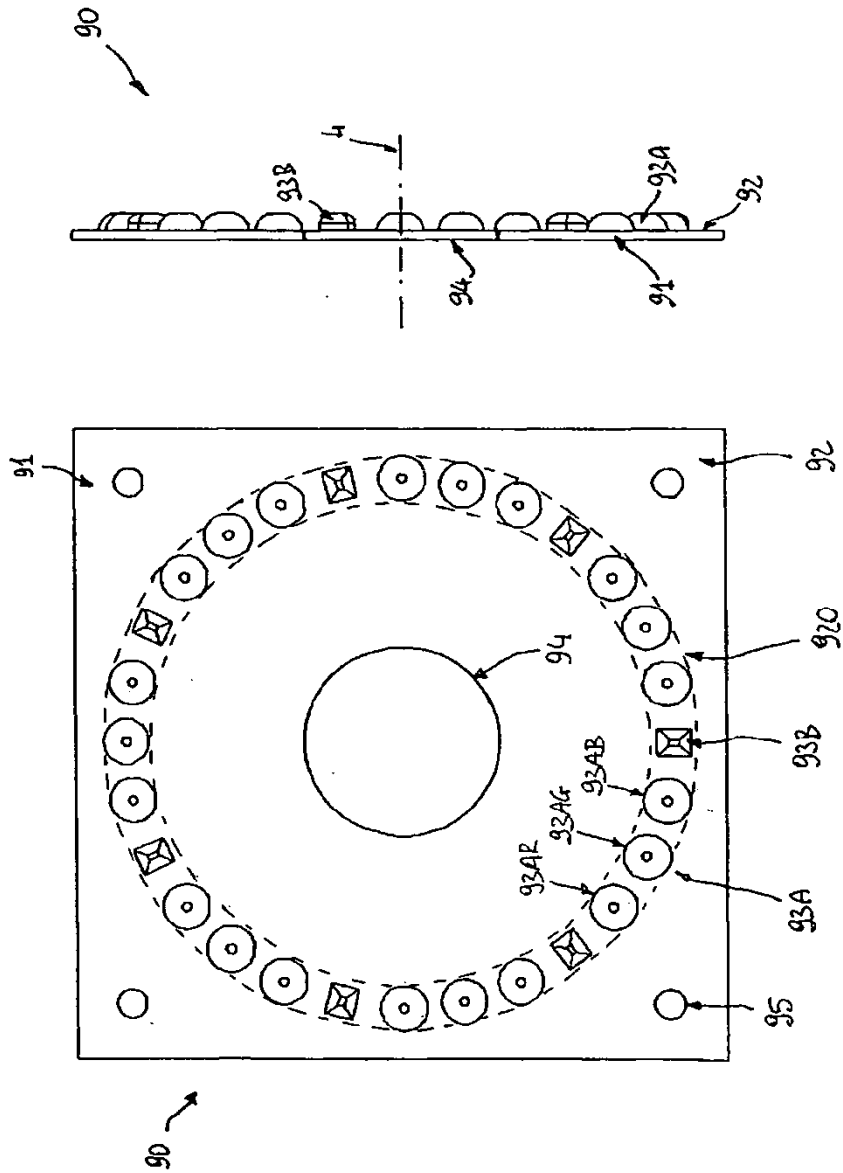


FIG. 4A

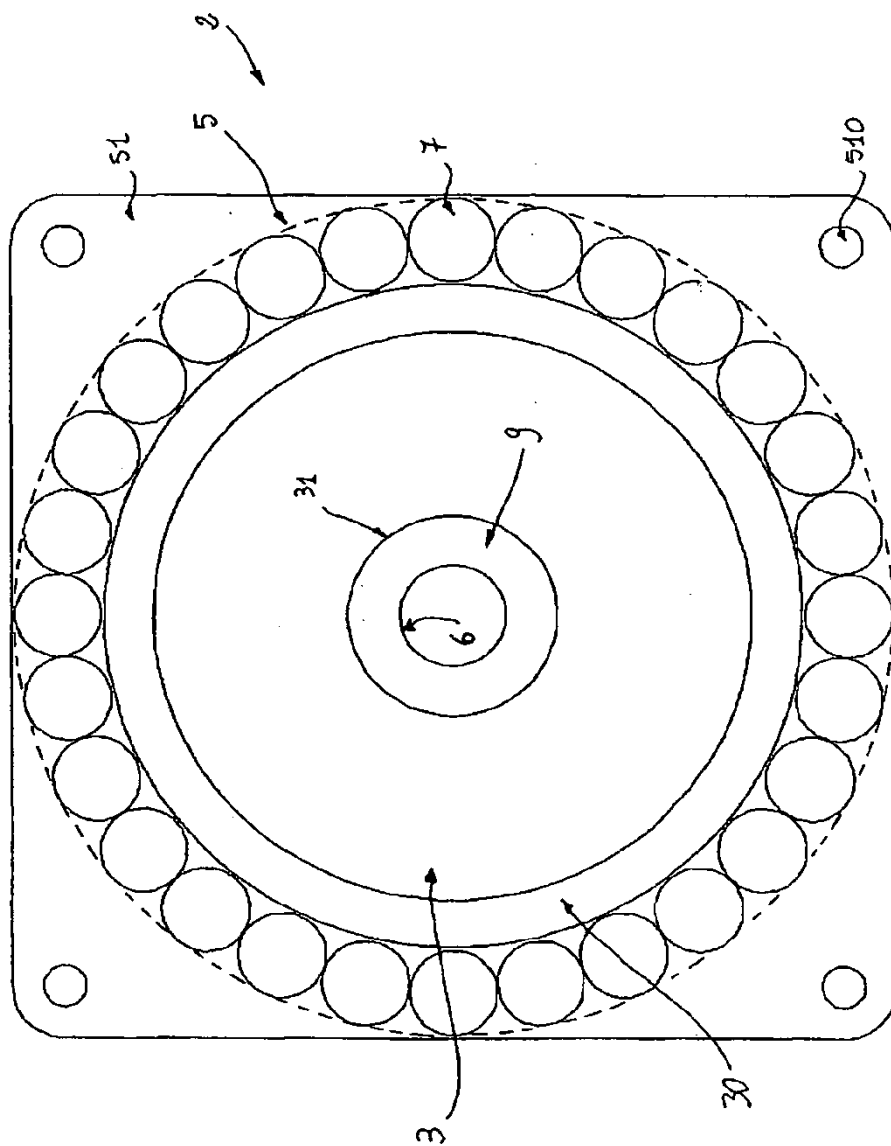


FIG. 5

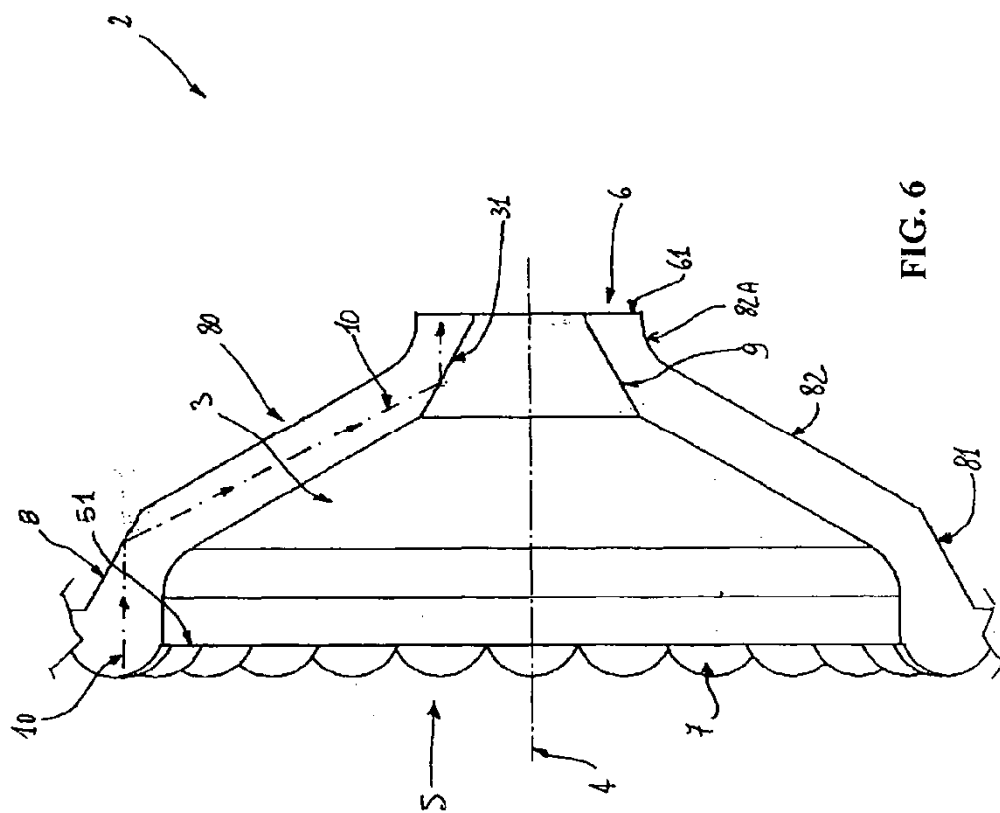


FIG. 6

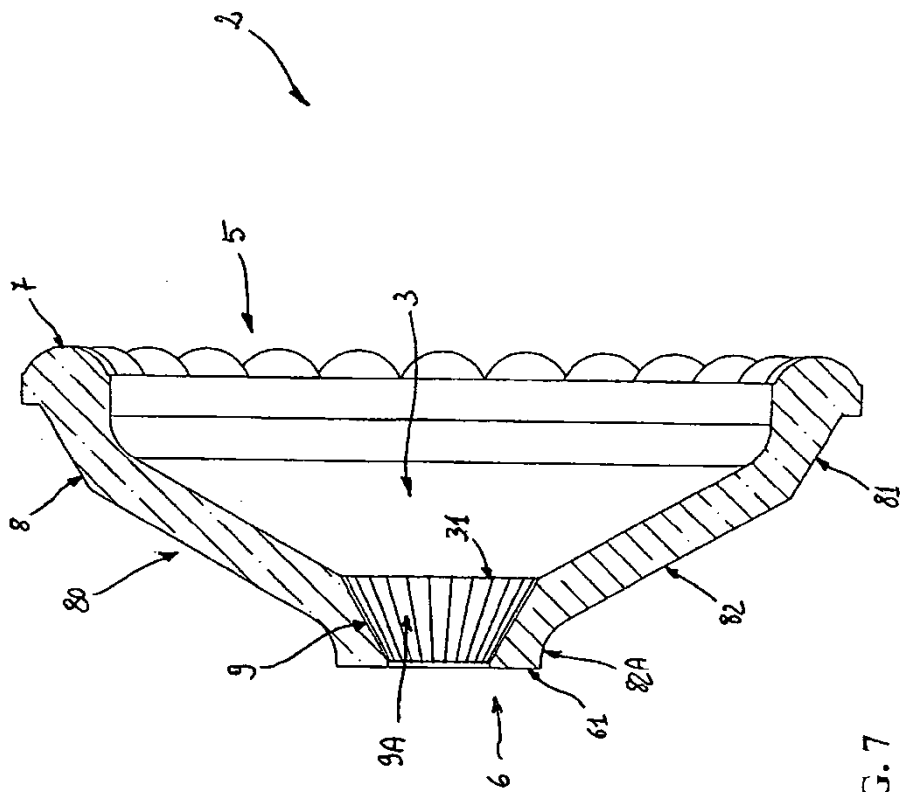


FIG. 7

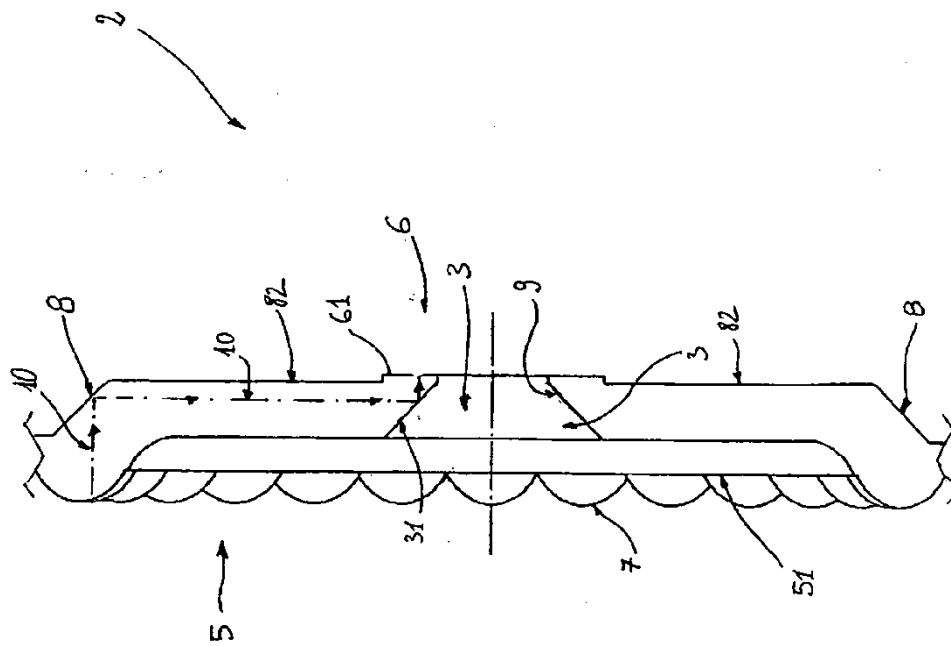


FIG. 8