

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 597**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/00** (2006.01)

**G01B 11/25** (2006.01)

**A61B 3/107** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.11.2013 PCT/IB2013/060406**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.06.2014 WO14083498**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2013 E 13818427 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2925208**

54 Título: **Un proyector de disco Placido de luz LED para un sistema de topografía de córnea**

30 Prioridad:

**28.11.2012 IT FI20120262**

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

**20.04.2018**

73 Titular/es:

**COSTRUZIONI STRUMENTI OFTALMICI C.S.O.  
S.R.L. (100.0%)  
Via degli Stagnacci, 12/E Badia a Settimo  
50010 Scandicci (Firenze), IT**

72 Inventor/es:

**GIANNOZZI, FRANCO y  
SPADINI, SIMONE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 664 597 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**

Un proyector de disco Placido de luz LED para un sistema de topografía de córnea

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a sistemas de topografía de córnea. Más específicamente, se refiere a un proyector de disco Placido (o simplemente disco Placido) para un sistema de topografía de córnea, que tiene una novedosa disposición de iluminación LED.

10

Antecedentes de la invención

Se conoce bien desde hace mucho tiempo que el sistema de topografía de córnea hace uso del análisis de una imagen que la córnea refleja. El reflejo, llamado "imagen de Purkinje", se genera por medio de patrones luminosos que se colocan en la parte frontal de un ojo bajo examen.

15

Entre los patrones que se usan para estudiar la superficie de la córnea, el que más se extiende, por ser capaz de mostrar a lo sumo las deformaciones y las variaciones de curvatura, es el que se genera mediante el proyector de disco Placido.

20

Un proyector de disco Placido consiste tradicionalmente en un cuerpo en forma de disco, que tiene la forma de un cono truncado o un paraboloide, hecho de un material translúcido, sobre el cual se disponen (teñidos completamente o aplicados de cualquier otra manera) anillos negros concéntricos (o en cualquier caso opacos), espaciados adecuadamente. De esta forma, una fuente de luz que se dispone en la parte posterior del cuerpo, es decir, en el lado convexo, es capaz de proyectar sobre el ojo de un paciente que se ubica en el lado cóncavo, y concretamente sobre la córnea, una imagen o patrón de Placido que comprende un número de anillos concéntricos de luz.

25

Se han experimentado diversas soluciones en la técnica conocida, a manera de una fuente de luz para iluminar el cuerpo en / desde la parte posterior. Entre ellas se encuentra el uso de una lámpara de neón de forma toroidal (llamada luz de anillo fluorescente) que se dispone coaxialmente con el disco (obviamente en su lado posterior). Otra solución que se conoce permite explotar la reflexión de la luz a través del grosor del disco, o en un espacio que se define dentro del mismo, en este último caso el disco comprende dos cuerpos (ambos con forma de paraboloide, cono truncado, etc.) asociados y espaciados mutuamente. De acuerdo con esta solución, los elementos de iluminación se disponen en la periferia del disco. Una técnica conocida adicional permite el uso de un sustrato electroluminiscente que se integra con el cuerpo del disco.

30

35

Tal sistema puede alcanzar el resultado de una iluminación de disco uniforme y adecuadamente intensa. Sin embargo, tal logro no es una condición suficiente para obtener un resultado óptimo del examen topográfico.

40

De hecho, incluso cuando el disco se ilumina uniformemente, la proyección del patrón sobre la córnea y su captura mediante un sistema óptico y un sensor de captación de imágenes relativo, no resultará homogénea debido a la curvatura de la córnea y al ángulo de la toma / captura. La incidencia de la luz sobre la superficie esférica de la córnea tiene un comportamiento diferente en los diferentes puntos y genera un reflejo más o menos brillante. El procesamiento de la imagen que el sensor captura se lleva a cabo mediante un software que analiza los diferentes niveles de gris y, por lo tanto, se puede entender fácilmente que no es solo y no por tanto la homogeneidad de la iluminación como tal, sino la homogeneidad de la imagen que se captura, que representa un requisito fundamental para un resultado de alta calidad del análisis topográfico.

45

El documento US-A-5 500 697 se refiere a un proyector para topografía de córnea que comprende un cuerpo en forma de disco con una configuración cónica, hecho de un material translúcido y que tiene una superficie cóncava frontal sobre la cual se forma un patrón opaco, y elementos de iluminación que se disponen en un lado opuesto de dicho cuerpo con respecto a dicha superficie frontal y se disponen sobre una placa que tiene una forma cóncava que se extiende superficialmente para cubrir al menos dicho patrón a una distancia determinada de dicho cuerpo en forma de disco.

50

55

Resumen de la invención

El solicitante ha desarrollado ahora una solución que permite alcanzar el objeto mencionado anteriormente, es decir, obtener una imagen que refleja la córnea (imagen de Purkinje) siguiendo una proyección que se lleva a cabo mediante un cuerpo de iluminación generalmente en forma de disco, típicamente un paraboloide, que tiene cualidades de uniformidad que ningún sistema de iluminación conocido alcanza actualmente.

60

De acuerdo con la invención, dicha solución se representa mediante un proyector de disco Placido con una iluminación LED que tiene las características esenciales que se definen mediante la primera de las reivindicaciones anexas. Un método para fabricar el proyector sigue esencialmente los pasos que se indican en la reivindicación 13 adjunta.

65

Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas del proyector de disco Placido con una iluminación LED de acuerdo con la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de una realización de la misma, que se da a modo de ejemplo y no limitativa, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 muestra en un desarrollo de plano en blanco una placa de circuito impresa que de acuerdo con la invención se debe asociar a un cuerpo en forma de disco hecho de un material translúcido y que lleva un patrón de Placido con anillos concéntricos negros;

La figura 2 es una vista axonométrica de un proyector que se realiza con la placa de circuito de la figura 1, el cuerpo en forma de disco y un soporte para la placa que se rompe a lo largo de un plano diametral, además el soporte está incompleto y la placa separada parcialmente, por el bien de la claridad ilustrativa;

La figura 3 es una vista ampliada del área que se encierra mediante el círculo III en la figura 2, mostrando en este caso la placa en adhesión completa al soporte; y

La figura 4 muestra el proyector de acuerdo con la invención, que se representa esquemáticamente y fuera de escala, aumentando en particular la distancia entre el cuerpo y el soporte, que el proyector secciona diametralmente y representa en el contexto de un sistema de topografía de córnea.

Descripción detallada de la invención

Con referencia a las figuras anteriores, y en particular por el momento a la figura 1, de acuerdo con la invención, se proporciona para formar una placa de circuito impresa delgada y plegable / maleable, haciendo uso, por ejemplo, de un material como el llamado FR-4 (material compuesto que comprende una tela de fibra de vidrio que se combina con una resina epoxi), como una lámina de soporte y aislamiento para las pistas conductoras de cobre. La maleabilidad o flexibilidad de la placa 1 electrónica, dada la naturaleza del material que se usa como soporte, es una consecuencia de la anchura reducida con la que se fabrica, en el intervalo de algunas décimas de milímetro por ejemplo, 0,3 mm, que se obtiene con tecnologías que se disponen para la persona experta, proporcionando, por ejemplo, la superposición de varias capas delgadas de cobre y material aislante, la elección del número de capas que permite obtener diferentes propiedades en términos de rendimiento y maleabilidad.

La placa 1 de circuito impresa, vista en un desarrollo plano como de hecho en la figura 1, es en el ejemplo un espacio en blanco con un contorno periférico generalmente circular, con una corona de cortes 11 radiales profundos que se extienden al comenzar desde el borde periférico y alcanzar un punto cercano al centro, donde se forma un orificio 12. De este modo, el orificio se rodea mediante una porción 13 en forma de anillo de la placa, desde la cual se extienden bandas 14, las bandas se espacian mutuamente mediante cortes 11 respectivos. Se pueden proporcionar otras distribuciones de cortes diferentes, al lograr el mismo resultado (que se aclara en la siguiente parte de la descripción) de deformar generalmente la placa.

La circunferencia de la placa 1 se establece como una función del tamaño de un cuerpo en forma de disco paraboloide con un patrón de Placido al que se debe asociar la misma placa, como se explica a continuación. La placa 1 incluye una pluralidad de LED 15 que se distribuyen también en matrices anulares espaciadas en la porción 13 del anillo y en las bandas 14. También la distribución de las matrices de LED 15 se establece de acuerdo con el cuerpo rígido que lleva el patrón de Placido, al corresponder el número y la distancia de las matrices anulares con el número y distancia entre los anillos negros del patrón. Los LED que se usan aquí son micro-LED SMD de luz difusa con un amplio ángulo de visión, posiblemente superior a 130°. Como un mero ejemplo, un tipo de LED que se puede emplear es el que se comercializa por la empresa Osram® con el código LT Q39G-Q1S2-25-1 (longitud de onda 530 nm, intensidad luminosa 280 mcd, ángulo de visión 155°).

En cada matriz, los LED 15 se disponen con una alta densidad lineal (aproximadamente 15 mm como distancia promedio entre LED consecutivos en el mismo rango) para un total de aproximadamente 350 LED en un cuerpo en forma de disco que tiene el tamaño estándar que es habitual en el campo. Además, el circuito se diseña para hacer LED individuales, o grupos de LED en un sector circular, o también los rangos de grupos de matrices adyacentes, que se controlan de una manera independiente mutuamente. De esta forma, la iluminación en las diversas áreas se puede variar y optimizar, incluso con un LED de ajuste fino por LED, de acuerdo con las necesidades.

Como se mencionó, la placa 1 se tiene que asociar con el cuerpo que lleva el patrón de anillo típico de un proyector de disco Placido. En una realización preferida de la invención, se da un cuerpo 2 parabólico en el material translúcido usual, preferiblemente vidrio opalino o en cualquier caso con una alta capacidad de difusión, al tener en el lado 21 cóncavo el patrón usual así como con anillos 22 negros concéntricos, y en el centro una abertura 23 para la captura de la imagen reflejada, la placa 1 se dispone a cierta distancia del mismo cuerpo 2, sobre un soporte 3 que a su vez tiene la forma de un paraboloide, con una curvatura que corresponde con la curvatura del cuerpo 2, y que se conecta en la parte posterior del cuerpo formando con ello un espacio 4 estrecho. La conexión mecánica entre el cuerpo 2 y el soporte 3 se puede realizar típicamente con medios de tornillo que aprietan las pestañas 25,

35 periféricas respectivas, que se extienden sobre un plano ortogonal con el eje central común del cuerpo y el soporte.

5 En la realización variante que se representa específicamente en las figuras 2 y 3, la placa 1 se aplica a una cara 34 convexa posterior del soporte 3. El soporte, además de un pasaje 33 central, proporciona una distribución de orificios 32 pasantes para la interacción de la cubierta y el acoplamiento de los respectivos LED 15, de modo que la radiación luminosa que los LED emiten se puede dirigir hacia el espacio 4 y luego al cuerpo 2. La aplicación de la placa sobre el soporte se lleva a cabo típicamente gracias a una sustancia adhesiva, por ejemplo, de un tipo de silicona, e incluso se puede llevar a cabo directamente en el lado 31 cóncavo frontal del soporte 3. En este último caso, los orificios 32 ya no son necesarios. En términos más generales, se pueden elegir otras construcciones diferentes para asociar la placa al cuerpo 2, siempre de acuerdo con el principio de que la placa debe ser seguida muy de cerca por la placa. Una de estas construcciones puede, por ejemplo, hacer uso de una placa que, gracias a las propiedades que se seleccionan de forma, rigidez y disposición de los cortes, una vez plegada en forma cóncava, puede ser autoportante en dicha conformación y conectarse al cuerpo sin requerir un soporte adicional y externo.

20 Sin embargo, al volver al ejemplo que se representa aquí, la placa 1 se convierte en la práctica en un revestimiento, incluso con un cierto espaciado, del lado 24 convexo del cuerpo 2 del disco, siguiendo su forma y cubriéndolo por completo. Gracias a la maleabilidad de su material, la placa 1 se puede doblar y conformar para que coincida con la convexidad del soporte 3 y luego del cuerpo 2. Gracias a los cortes 11 radiales no se forman pliegues, creando un revestimiento liso y continuo, sin grietas, mientras que el orificio 12 permite no cerrar la abertura 23 central del cuerpo 2 y la abertura 33 del soporte 3. Al aplicar la placa, como se mencionó, las matrices de LED se harán para que correspondan cuidadosamente con los anillos 22 negros. De esta manera, las bandas translúcidas entre los anillos serán capaces de proyectar una luz uniforme y difusa. De hecho, la radiación luminosa se difunde dentro del material del cuerpo, ocultando la fuente de luz real y creando una uniformidad de luz perfecta en cada patrón individual.

30 Como una observación adicional por el bien de la claridad, con referencia particular a la figura 4, se muestran en esta figura, aunque esquemáticamente, los componentes que completan el sistema de topografía al hacer uso del proyector y la trayectoria óptica relevante. Un ojo E del paciente a examinar se dispone en el lado cóncavo del proyector, en posición centrada, y recoge la radiación luminosa  $R_i$ . La reflexión relativa  $R_r$  se recoge a lo largo de un eje X óptico central de formación de imágenes, que coincide con el eje del proyector, mediante un sensor 5 con una óptica 6 de captura de imágenes adecuada que se dispone en el lado convexo. El sensor 5 transmite obviamente las señales adquiridas a medios de procesamiento, que no se muestran.

35 De acuerdo con la invención, es posible entonces formar la placa de circuito con los medios de iluminación en una disposición convexa, cercana incluso a una esférica, que por lo tanto se puede ajustar como un revestimiento perfecto de un disco parabólico que tiene la curvatura actualmente en uso en los instrumentos de topografía de córnea.

40 Gracias a los micro-LED que se aplican y distribuyen de este modo, la calidad de la iluminación que se alcanza de acuerdo con la presente invención es notablemente más alta que los sistemas conocidos, en términos de uniformidad de la imagen que se refleja. Esto ayuda y hace más preciso el procesamiento posterior y, en consecuencia, el resultado de diagnóstico se mejora considerablemente. Esta solución permite optimizar la distancia entre la fuente de luz y el patrón Placido, siempre teniendo cuidado de que los LED estén protegidos por los anillos negros, de modo que la calidad de la iluminación se mejore aún más. Otra ventaja específica deriva de la posibilidad de controlar independientemente los LED individuales o grupos de LED individuales, región por región, optimizando la emisión luminosa, de nuevo con el objetivo de maximizar la calidad de la captura de imágenes, a pesar de las variaciones de las circunstancias específicas de cada examen.

50 A pesar de que se ha hecho referencia a medios de iluminación LED como una realización preferida, se pueden usar otras fuentes de iluminación, típicamente del tipo puntiforme, si se pueden aplicar de manera equivalente en el contexto técnico de una placa de circuito flexible como la que se propone aquí de acuerdo con la invención.

55 La presente invención se ha descrito aquí con referencia a sus posibles realizaciones ejemplares. Se debe entender que puede haber otras realizaciones, incluso aplicables a diferentes patrones topográficos que aquellos con anillos concéntricos, dentro del mismo concepto inventivo, tal como se define por el alcance de protección de las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un proyector para topografía de córnea adaptado para proyectar una imagen en la córnea de un ojo (E) de un paciente que se va a examinar, comprendiendo el proyector un cuerpo (2) en forma de disco con una configuración parabólica, cónica o similar, hecha de un material translúcido y que tiene una superficie (21) cóncava frontal sobre la cual se forma un patrón (22) negro o generalmente opaco, teniendo dicho patrón una correspondencia con dicha imagen, y medios (15) de iluminación dispuestos en un lado opuesto de dicho cuerpo con respecto a dicha superficie frontal, comprendiendo dichos medios (15) de iluminación una pluralidad de elementos (15) de iluminación dispuestos en una placa (1) de circuito que tiene una forma cóncava que se extiende superficialmente para cubrir al menos dicho patrón (22) a una distancia determinada de dicho cuerpo (2) en forma de disco, caracterizado porque la placa de circuito es una placa de circuito impresa y los elementos (15) de iluminación se distribuyen solo en correspondencia con dicho patrón (22) de modo que el mismo patrón bloquea la radiación de luz directa hacia la córnea, en el que dicha placa (1) está hecha de una lámina de soporte en un material plegable y está conformada mediante el plegado de un plano en blanco de dicha hoja.
2. El proyector de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho plano en blanco tiene una forma generalmente circular con un orificio (12) central y una serie de cortes (11) radiales definiendo una pluralidad de bandas (14) extendiéndose desde una porción (13) en forma de anillo.
3. El proyector de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dicho material plegable es una tela de fibra de vidrio combinada con una resina epoxi.
4. El proyector de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha lámina de soporte tiene un ancho de pocas décimas de mm, por ejemplo, 0.3 mm.
5. El proyector de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos (15) de iluminación comprenden una pluralidad de LED (15) distribuidos regular y ampliamente en correspondencia con dicho patrón.
6. El proyector de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho patrón (22) comprende una pluralidad de anillos concéntricos, estando dispuesto dicho LED (15) en matrices anulares correspondientes con anillos respectivos.
7. El proyector de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dichos LED (15) están colocados en cada matriz anular a una distancia promedio de aproximadamente 15 mm entre dos LED consecutivos de la misma serie.
8. El proyector de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la distancia entre la placa (1) y el cuerpo (2) en forma de disco es sustancialmente constante.
9. El proyector de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha placa está envuelta, y es soportada mediante, un soporte (3) configurado a su vez como un paraboloides, un cono o similar que está asociado a la parte posterior del cuerpo (2) en forma de disco, formando un espacio (4) entre el soporte (3) y el cuerpo (2).
10. El proyector de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha placa (1) se aplica sobre una cara (34) posterior convexa del soporte (3) que proporciona una distribución de orificios (32) pasantes para la disposición y acoplamiento de LED (15) respectivos.
11. El proyector de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha placa (1) tiene un circuito adaptado para hacer que LED únicos o grupos de los mismos sean controlables de una manera independiente mutuamente.
12. El proyector de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dichos grupos de LED pertenecen a sectores circulares respectivos de la placa (1), a matrices anulares individuales o a conjuntos de matrices adyacentes.
13. Un método para fabricar un proyector para topografía de córnea adaptado para proyectar una imagen en la córnea de un ojo (E) de un paciente a examinar, que comprende los pasos de: proporcionar un cuerpo (2) en forma de disco con un paraboloides, cónico o de configuración similar, hecho de un material translúcido y que tiene una superficie (21) cóncava frontal sobre la cual se forma un patrón (22) negro o generalmente opaco, siendo congruente dicho diseño con dicha imagen, y un lado (24) posterior convexo opuesto con respecto a dicha superficie (21) cóncava frontal; disponer una placa (1) de circuito impresa comprendiendo un número de elementos (15) de iluminación soportados por una hoja de plano en blanco hecha de un material plegable, estando dispuestos los elementos (15) de iluminación en la hoja de acuerdo con dicho patrón (22); formar la placa (1) de circuito con los elementos (15) de iluminación mediante plegado, siguiendo dicha superficie (24) convexa; y asociar de manera estable la placa de circuito a dicho cuerpo en el lado de dicha superficie (24) convexa de modo que los elementos (15) de iluminación estén distribuidos solo en correspondencia con dicho patrón (22).

14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicho plano en blanco está formado en una forma generalmente circular con un orificio (12) central y una serie de cortes (11) radiales definiendo una pluralidad de bandas (14) extendiéndose desde una porción (13) en forma de anillo.

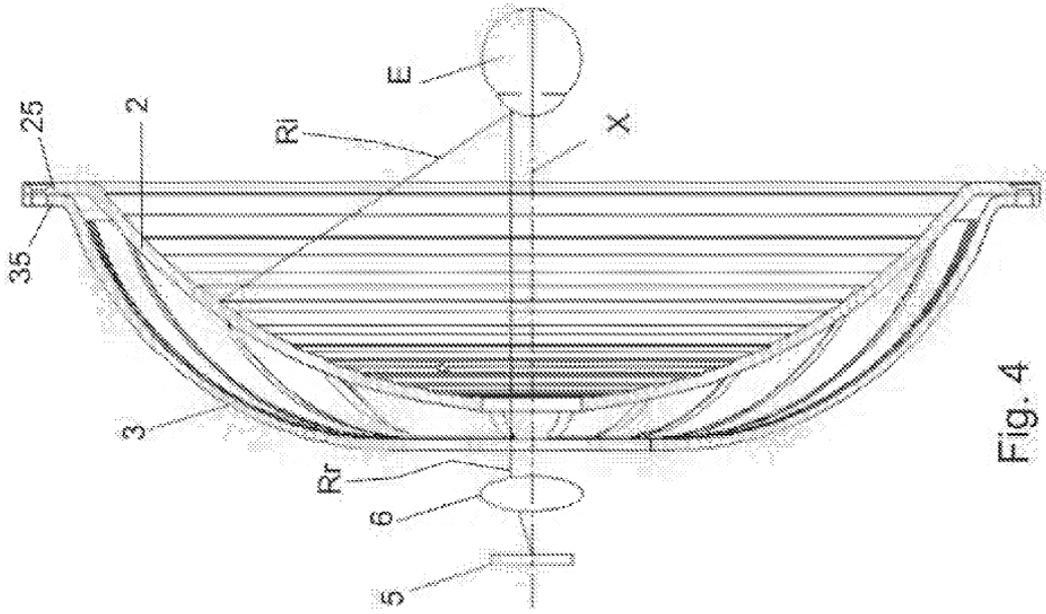


Fig. 4

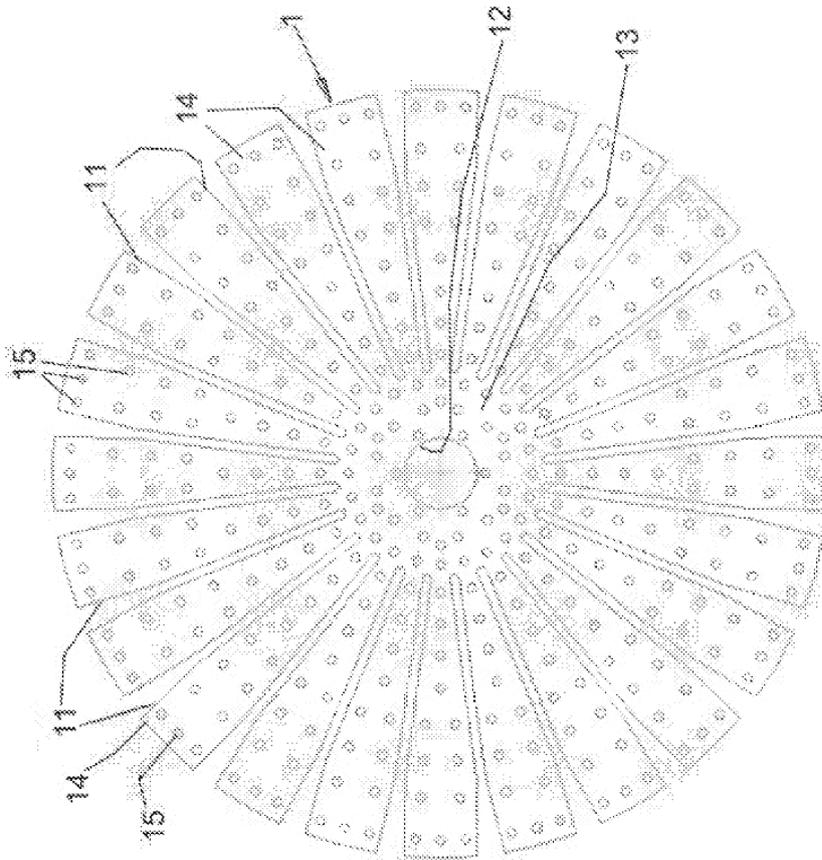


Fig. 1

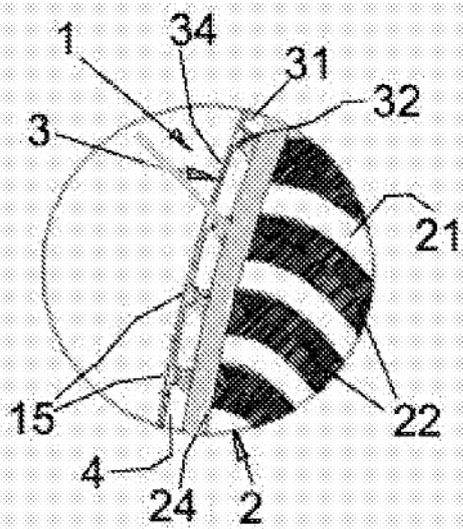


Fig. 3

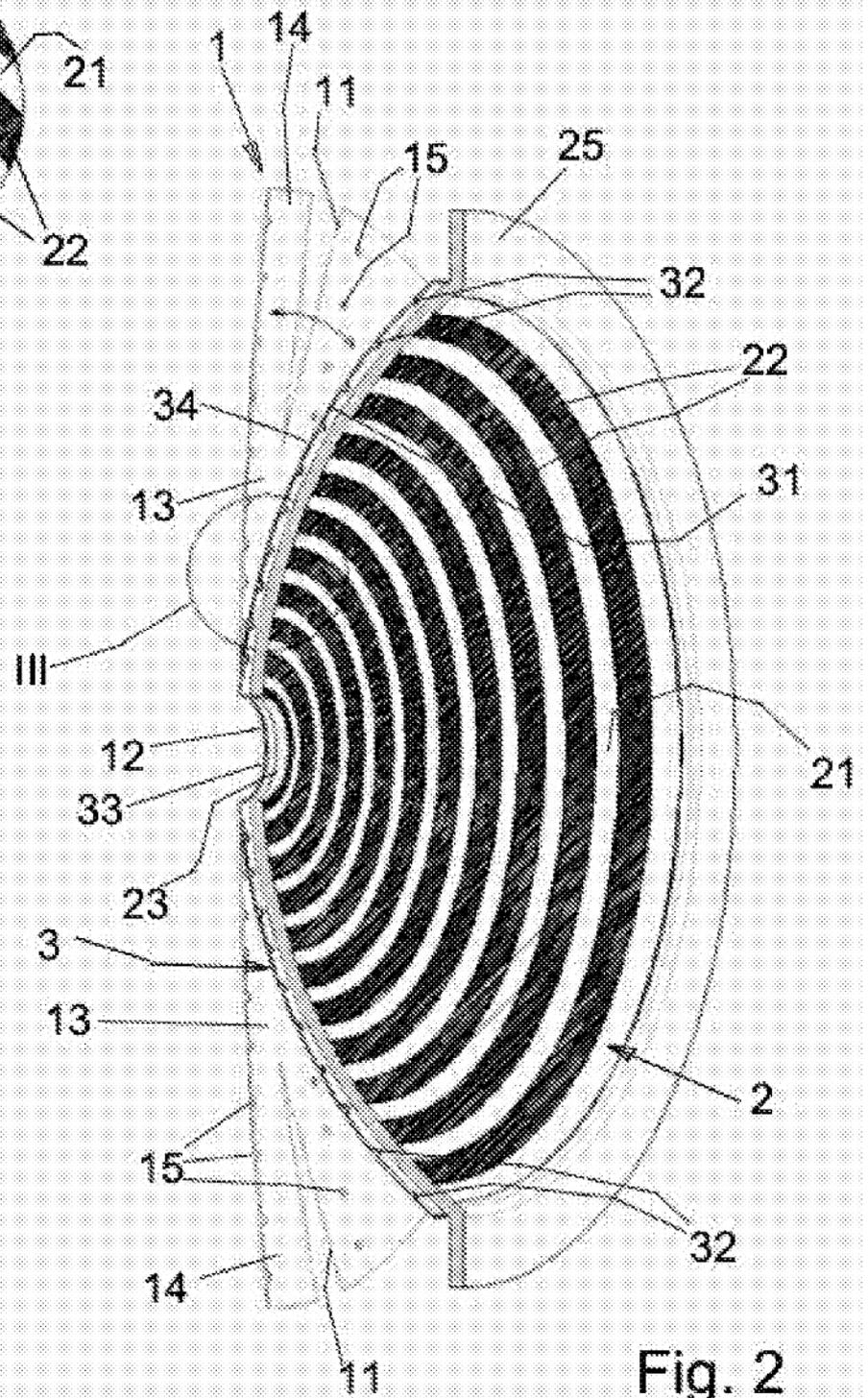


Fig. 2