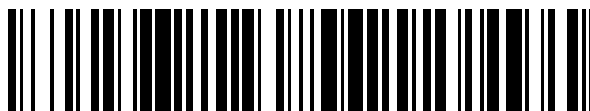


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 826**

51 Int. Cl.:

A61B 3/12 (2006.01)

A61B 1/07 (2006.01)

A61B 19/00 (2006.01)

A61F 9/007 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08795803 .9**

96 Fecha de presentación: **16.06.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2120679**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.11.2009**

54 Título: **ATENUADOR DE HAZ DE DISCO GIRATORIO CON CUÑA VARIABLE PARA UN ENDOILUMINADOR OFTÁLMICO.**

30 Prioridad:
16.03.2007 US 687403

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.02.2012

73 Titular/es:
**Novartis AG
Lichtstrasse 35
4056 Basel, CH**

72 Inventor/es:
**DACQUAY, Bruno;
HUCULAK, John C. y
SMITH, Ronald T.**

74 Agente: **Curell Aguilá, Mireya**

ES 2 373 826 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

Atenuador de haz de disco giratorio con cuña variable para un endoiluminador oftálmico.

5 La presente invención se refiere a un iluminador para su utilización en cirugía oftálmica y, más particularmente, a un iluminador oftálmico que utiliza un atenuador de disco giratorio con cuña variable para producir una luz adecuada para iluminar el interior del ojo.

10 Anatómicamente, el ojo está dividido en dos partes muy distintas – el segmento anterior y el segmento posterior -. El segmento anterior incluye el cristalino y se extiende desde la capa más exterior de la córnea (el endotelio corneal) hasta la parte posterior de la cápsula del cristalino. El segmento posterior incluye la parte del ojo posterior a la cápsula del cristalino. El segmento posterior se extiende desde la cara hialoidea anterior hasta la retina con la que la cara hialoidea posterior del cuerpo vítreo está en contacto directo. El segmento posterior es mucho mayor que el segmento anterior.

15 El segmento posterior incluye el cuerpo vítreo – una sustancia transparente, incolora y similar a un gel -. Constituye aproximadamente dos tercios del volumen del ojo, proporcionándole configuración y forma antes del nacimiento. Está compuesto de 1% de colágeno e hialuronato de sodio y 99% de agua. El límite anterior del cuerpo vítreo es la cara hialoidea anterior que entra en contacto con la cápsula posterior del cristalino, mientras que la cara hialoidea posterior forma su límite posterior y entra en contacto con la retina. El cuerpo vítreo no fluye libremente como el humor acuoso y presenta unos lugares de sujeción anatómica normales. Uno de estos lugares es la base vítrea, que es una banda de 3-4 mm de ancho que recubre la ora serrata. La cabeza del nervio óptico, la mácula lútea y la arcada vascular son también sitios de sujeción. Las funciones principales del cuerpo vítreo son mantener la retina en su sitio, mantener la integridad y la forma del globo, absorber impactos debidos al movimiento y proporcionar soporte al cristalino en su parte posterior. En contraste con el humor acuoso, el cuerpo vítreo no se repone continuamente. El cuerpo vítreo resulta más fluido con la edad en un proceso conocido como sinéresis. La sinéresis da como resultado una contracción del cuerpo vítreo que puede ejercer presión o tracción sobre sus sitios de sujeción normales. Si se aplica suficiente tracción, el cuerpo vítreo puede tirar él mismo de su sujeción retinal y crear un desgarro o agujero retinal.

20 En el segmento posterior del ojo se realizan comúnmente diversas intervenciones quirúrgicas, denominadas intervenciones vitreoretiniales. Las intervenciones vitreoretiniales son apropiadas para tratar muchas afecciones graves del segmento posterior. Las intervenciones vitreoretiniales tratan afecciones tales como degeneración macular relacionada con la edad (AMD), retinopatía diabética y hemorragia vítrea diabética, agujero macular, desprendimiento retinal, membrana epirretinal, retinitis CMV y muchas otras afecciones oftálmicas.

25 Un cirujano realiza intervenciones vitreoretiniales con un microscopio y lentes especiales diseñadas para proporcionar una imagen clara del segmento posterior. Se realizan varias incisiones diminutas de sólo un milímetro más o menos de longitud en la esclerótica junto a 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, un conducto de infusión para mantener la forma del ojo durante la cirugía e instrumentos para cortar y retirar el cuerpo vítreo.

30 Durante las intervenciones quirúrgicas de este tipo es importante la iluminación apropiada del interior del ojo. Típicamente, se inserta una fibra óptica delgada en el ojo para proporcionar la iluminación. Se utiliza frecuentemente una fuente de luz, tal como una lámpara de haluro de metal, una lámpara de halógeno, una lámpara de xenón o una lámpara de vapor de mercurio, para producir la luz transportada por la fibra óptica al ojo. Puesto que tales lámparas no pueden graduarse fácilmente en su intensidad de iluminación mientras mantienen las prestaciones de salida y el equilibrio de color, funcionan a plena potencia, y la intensidad de la luz es modificada por medios mecánicos. Al modificar la intensidad del haz luminoso, es importante mantener el diámetro del haz y reducir solamente la intensidad del haz. El haz luminoso, se atenúe o no, debe enfocarse y alinearse con la fibra óptica que transporta el haz al ojo.

35 Tradicionalmente, varía la intensidad de la luz utilizando lamas mecánicas, mecanismos de apertura variable de cámara o filtros de densidad neutra. Una lama mecánica funciona como un conjunto de persianas venecianas. Las lamas se abren una cierta cantidad para permitir que pase a su través una cierta cantidad de luz. Sin embargo, tales lamas producen una serie de franjas brillantes y oscuras en el haz luminoso resultante. Estas pueden dar como resultado anillos y otras desigualdades angulares que aparecen en el haz emitido desde la fibra óptica. Estas desigualdades deterioran la calidad de la iluminación intraocular. Asimismo, el uso de mecanismos de apertura variable mecánica puede provocar también desigualdades angulares y un estrechamiento no deseado de la anchura del haz existente en el extremo distal de la fibra. Los filtros de densidad neutra se realizan frecuentemente en vidrio y bloquean la luz no deseada. Cuando bloquean la luz, pueden calentarse y agrietarse. Resulta necesario un atenuador que no reduzca el diámetro del haz luminoso ni produzca desigualdades.

40 El documento EP 0 557 542 A describe un disco atenuador en forma de cuña óptica según el preámbulo de la reivindicación 1. Además, el documento WO 96/13235 A describe en el mismo campo técnico de la presente invención un sistema de iluminación de fibra óptica oftálmico que comprende un atenuador que tiene una apertura

de cuña múltiple.

Sumario de la invención

5 En una forma de realización según los principios de la presente invención, ésta es un atenuador de disco giratorio con cuña variable para su utilización en un endoiluminador oftálmico. El atenuador incluye una cuña sujeta a un eje. El tamaño de la cuña puede ajustarse según un ángulo variable, medido a través de un arco de la cuña. El eje al que está sujeta la cuña gira de tal manera que la cuña gire alrededor de un pivote definido por el eje. El atenuador de disco giratorio con cuña variable está ubicado de tal manera que afecta a la intensidad de un haz luminoso transmitido a un ojo.

10 En otra forma de realización según los principios de la presente invención, ésta es un atenuador de disco giratorio con cuña variable para uso en un endoiluminador oftálmico. El atenuador de disco giratorio con cuña variable incluye primera y segunda espinas. El centro aproximado de ambas espinas está ubicado en un punto de pivotamiento. Las espinas pueden hacerse girar de manera independiente. Un material ópticamente opaco está ubicado entre las primera y segunda espinas para formar dos cuñas, cada una de las cuales puede ajustarse. Las cuñas están ubicadas de tal manera que atenúen la intensidad de un haz luminoso transmitido a un ojo.

15 En otra forma de realización según los principios de la presente invención, ésta es un atenuador de disco giratorio con cuña variable para uso en un endoiluminador oftálmico. El atenuador tiene primera y segunda espinas. El centro aproximado de ambas espinas está situado en un punto de pivotamiento. Las espinas pueden hacerse girar de manera independiente. Un material ópticamente opaco está ubicado entre las primera y segunda espinas para formar dos cuñas, cada una de las cuales puede ajustarse. Un primer eje fijo a la primera espina está ubicado a lo largo de una línea que contiene el punto de pivotamiento y que es perpendicular a la primera espina. Un segundo eje sujeto a la segunda espina está ubicado a lo largo de una línea que contiene el punto de pivotamiento y que es perpendicular a la segunda espina. Un primer motor conectado al primer eje hace girar el primer eje. Un segundo motor conectado al segundo eje hace girar el segundo eje. Un controlador controla el funcionamiento de los primer y segundo motores. El controlador hace funcionar los primer y segundo motores a la misma velocidad de rotación, pero fuera de fase uno con respecto a otro, para hacer que el atenuador de disco giratorio con cuña variable afecte a la intensidad de un haz luminoso transmitido a un ojo.

20 Debe apreciarse que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada siguiente son proporcionados a título de ejemplo explicativo solamente y están destinadas a proporcionar una explicación adicional de la invención reivindicada. La descripción siguiente, así como la puesta en práctica de la invención, exponen y sugieren las ventajas y otros objetivos de la invención.

Breve descripción de los dibujos

25 Los dibujos adjuntos incorporados y formando parte de la presente memoria, ilustran varias formas de realización de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

La figura 1 es una vista desplegada de un endoiluminador oftálmico según una realización de la presente invención.

30 Las figuras 2A-2D son diversas vistas de un atenuador de disco giratorio con cuña variable según una realización de la presente invención.

Las figuras 3A-3D son diversas vistas de un atenuador de disco giratorio con cuña variable según una realización de la presente invención.

35 La figura 4 es una vista en sección transversal de un endoiluminador oftálmico ubicado en un ojo según una realización de la presente invención.

La figura 5 ilustra un atenuador de disco giratorio con cuña variable con cuatro cuñas según una realización de la presente invención.

40 La figura 6 representa una pala de hélice y una pala triangular que pueden utilizarse con un atenuador de disco giratorio con cuña variable con cuatro cuñas según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

45 Se hace referencia a continuación en detalle a las formas de realización ejemplificativas de la invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizan los mismos números de referencia en todos los dibujos para referirse a partes iguales o similares.

50 La figura 1 es una vista desplegada de un endoiluminador oftálmico según una forma de realización de la presente invención. En la figura 1, el endoiluminador incluye una fuente de luz 105, una lente colimadora 110, un espejo frío

opcional 115, un espejo caliente opcional 116, un atenuador 120, una lente condensadora 125, un conector 150, una fibra óptica 155, una pieza de mano 160 y una sonda 165.

5 La luz procedente de la fuente de luz 105 es colimada por la lente colimadora 110. La luz colimada es reflejada y filtrada por el espejo frío opcional 115 y/o el espejo caliente opcional 116. El haz resultante es atenuado por el atenuador 120 y enfocado por la lente condensadora 125. El haz enfocado es dirigido a través del conector 150 y la fibra óptica 155 a la sonda 165, en la que ilumina el interior del ojo.

10 La fuente de luz 105 es típicamente una lámpara, tal como una lámpara de vapor de mercurio, una lámpara xenón, una lámpara de haluro de metal o una lámpara halógena. La fuente de luz 105 se hace funcionar a plena potencia o cerca de ella para producir una emisión de luz relativamente estable y constante. Otras formas de realización de la presente invención utilizan otras fuentes de luz, tal como diodos de emisión de luz (LED). Uno o más LED pueden hacerse funcionar para producir una emisión de luz constante y estable. Como es conocido, existen muchos tipos de LED con diferentes tasas de potencia y emisión de luz que pueden seleccionarse como fuente de luz 105.

15 La lente colimadora 110 está configurada para colimar la luz producida por la fuente de luz 105. Como se conoce comúnmente, la colimación de la luz implica alinear los rayos de luz. La luz colimada es luz cuyos rayos son paralelos con un frente de onda plano. Además de la lente colimadora 110, pueden utilizarse también otros elementos de colimación. Por ejemplo, una lente esférica, un conjunto de lentes esféricas o una lente híbrida refractiva-difractiva pueden utilizarse para colimar luz.

20 El espejo frío opcional 115 es un reflector dicróico que refleja luz de longitud de onda visible y sólo transmite luz infrarroja y ultravioleta para producir un haz filtrado de rayos infrarrojos o ultravioleta dañinos. El espejo caliente opcional 116 refleja luz infrarroja de longitud de onda larga y luz ultravioleta de longitud de onda corta mientras transmite luz visible. El cristalino natural del ojo filtra la luz que entra en el ojo. En particular, el cristalino natural absorbe luz azul y ultravioleta que puede dañar la retina. Proporcionando luz del rango apropiado de longitudes de onda de luz visible mientras se filtran longitudes de onda cortas y largas dañinas se puede reducir en gran medida el potencial de daños a la retina por riesgo afáquico, daño retinal fotoquímico de luz azul y daño de calentamiento por infrarrojos, y riesgos de toxicidad por luz similares. Típicamente, resulta preferida una luz en el intervalo de aproximadamente 430 a 700 nanómetros para reducir el potencial de estos riesgos. El espejo frío opcional 115 y el espejo caliente opcional 116 se seleccionan para permitir que se emita a un ojo luz de una longitud de onda adecuada. Otros filtros y/o divisores de haz dicróicos pueden utilizarse también para producir una luz en este rango de longitud de onda adecuado. Por ejemplo, pueden utilizarse también espejos holográficos para filtrar luz.

35 El atenuador 120 atenúa o reduce la intensidad del haz luminoso, tal como se describe más completamente en relación con las siguientes figuras.

40 La lente condensadora 125 enfoca el haz de luz atenuado de modo que pueda lanzarse a una fibra óptica de pequeño calibre. La lente condensadora 125 es una lente de configuración adecuada para el sistema. La lente condensadora 125 está diseñada típicamente de modo que el haz de luz enfocado resultante pueda lanzarse adecuadamente a una fibra óptica y transmitirse por una fibra óptica. Como se conoce comúnmente, una lente condensadora puede ser una lente esférica biconvexa o planoconvexa en la que una superficie sea plana y la otra superficie sea convexa con una superficie esférica precisa con el fin de enfocar la luz en un punto de diámetro mínimo. Además, la lente condensadora puede ser también una lente híbrida refractiva-difractiva.

45 El endoiluminador que es manipulado por el cirujano oftálmico incluye el conector 150, la fibra óptica 155, la pieza de mano 160 y la sonda 165. El conector 150 está diseñado para conectar la fibra óptica 155 a una consola principal (no representada) que contiene la fuente de luz 105. El conector 150 alinea apropiadamente la fibra óptica 155 con el haz de luz que debe transmitirse al ojo. La fibra óptica 155 es típicamente una fibra de calibre pequeño que puede estrecharse o no. La pieza de mano 160 es sujeta por el cirujano y permite la manipulación de la sonda 165 en el ojo. La sonda 165 se inserta en el ojo y transporta la fibra óptica 155, que termina en el extremo de la sonda 165. La sonda 165 proporciona así iluminación en el ojo desde la fibra óptica 155.

50 La figura 2A es una vista de un atenuador de disco giratorio con cuña variable según una realización de la presente invención. El atenuador 120 incluye una cuña variable 210 de un ángulo "a", que gira alrededor de un pivote 215. La cuña variable 210 está delimitada por dos espinas 220 y 225. Estas dos espinas 220 y 225 soportan un material opaco que constituye la cuña variable 210. Un haz luminoso 205 también está representado. Aunque la cuña variable 210 se representa en forma de ración de tarta, puede tener cualquier forma conveniente, tal como, por ejemplo, un triángulo.

55 La cuña variable 210 puede ajustarse de modo que el ángulo "a" esté en el rango de casi cero grados a 360 grados. En una realización, la cuña variable 210 funciona como un abanico japonés que puede abrirse para formar un disco completo o cerrarse para formar una cuña muy estrecha. La cuña variable 210 incluye típicamente elementos segmentados (ubicados entre las espinas 220 y 225 en la figura 2A) que pueden plegarse uno contra otro para reducir el ángulo "a" o desplegarse para incrementar el ángulo "a". Estos elementos de cuña variable 210 están hechos de un material ópticamente opaco diseñado para bloquear la luz. Este material puede bloquear el 100% de la

luz o menos del 100% de la luz.

La cuña variable 210 está sujeta a un eje giratorio, cuyo extremo se ve como un pivote 215. El eje y la cuña variable sujeta 210 se hacen girar rápidamente para ocluir periódicamente el haz 205. La cuña variable 210 se hace girar más rápidamente de lo que puede ver el ojo humano, típicamente a una velocidad de más de sesenta veces por segundo. El haz 205 se atenúa en proporción al tamaño de la cuña variable 210. Cuanto mayor es el ángulo "a", mayor atenuación tiene lugar.

Un controlador (no representado) controla el funcionamiento del atenuador de disco giratorio con cuña variable 120, un suministro de potencia (no mostrado) proporciona potencia para hacer funcionar el atenuador de disco giratorio con cuña variable 120 y un motor (no mostrado) hace girar el eje. El controlador controla el funcionamiento de los diversos componentes del sistema y es típicamente un circuito integrado con patillas de potencia, entrada y salida que pueden realizar funciones lógicas. En diversas formas de realización, el controlador es un controlador de dispositivo dianizado que realiza funciones de control específicas dianizadas en un dispositivo o componente específico, tal como dirigiendo el funcionamiento del atenuador de disco giratorio con cuña variable 120. En otras formas de realización, el controlador es un microprocesador programable. Un software cargado en el microprocesador implementa las funciones de control proporcionadas por el controlador. El controlador puede realizarse con muchos componentes o circuitos integrados diferentes. El suministro de potencia puede ser, por ejemplo, un suministro de potencia en modo de conmutación u otro tipo de suministro de potencia.

El uso de la cuña variable 210 para atenuar el haz luminoso 205 elimina las desigualdades producidas por los medios de atenuación de la técnica anterior. La cuña variable 210 ocluye el haz luminoso 205 y, por tanto, no reduce su diámetro. Además, la cuña variable 210 no produce estrías ni líneas en el haz luminoso 205. Por tanto, la luz intraocular resultante es de una calidad mayor.

Las figuras 2B y 2C son dos vistas diferentes del atenuador de disco giratorio con cuña variable de la figura 2A según una realización de la presente invención. En la figura 2B la cuña variable 210, indicada por el área sombreada, es pequeña (el ángulo "a" es pequeño), y en la figura 2C la cuña variable 210, indicada por el área sombreada, es grande (el ángulo "a" es grande). En la figura 2B, el haz luminoso 205 está mínimamente ocluido y, en la figura 2C, el haz luminoso está casi totalmente ocluido. De esta manera, el ángulo "a" puede ajustarse para modificar el tamaño de la cuña variable 210 a fin de producir desde casi ausencia de atenuación hasta una atenuación completa del haz luminoso 205. La luz intraocular resultante puede modificarse así desde la ausencia de luz hasta una luz máxima.

La figura 2D muestra una vista en planta superior del atenuador con cuña de las figuras 2A-2C. En la figura 2D, las espinas 220 y 225 soportan los elementos 250 de material opaco que forman los diversos segmentos de la estructura similar a un abanico de la cuña variable 210. Un eje 235 está conectado a la espina 220 en ángulo recto. Asimismo, un eje 245 está conectado a la espina 225 en ángulo recto. Los ejes 235 y 245 están conectados a unos motores 230 y 240, respectivamente, y son accionados por los mismos. De esta manera, el motor 230 hace girar el eje 235, que, a su vez, acciona la espina 220 en una dirección circular, y el motor 240 hace girar el eje 245, que, a su vez, acciona la espina 225 en una dirección circular. Los motores 230 y 240 están sincronizados pero fuera de fase. En otras palabras, ambos motores 230 y 240 son accionados a la misma tasa de velocidad de rotación, mientras que el ángulo de fase entre ellos corresponde al ángulo "a" – el ángulo entre las espinas 220 y 225. Un controlador (no mostrado), como se describe anteriormente, controla el funcionamiento de los motores 230 y 240.

Las figuras 3A-3D ilustran un atenuador de disco giratorio con cuña variable con dos cuñas según una realización de la presente invención. La estructura y el funcionamiento de la forma de realización de las figuras 3A-3D son similares a los de las figuras 2A-2D. En la figura 3A, el atenuador 120 incluye dos cuñas variables 310 y 315, cada una de ellas de ángulo "a". Estas dos cuñas están ubicadas opuestas entre sí con respecto a un pivote 320 y giran alrededor del pivote 320. Las cuñas variables 310 y 315 están limitadas por dos espinas 325 y 330. El centro aproximado de cada espina está ubicado en el pivote 320. Estas dos espinas 325 y 330 soportan un material opaco que constituye las cuñas variables 310 y 315. Se representa también un haz luminoso 305. Aunque las cuñas variables 310 y 315 se representan en forma de tarta, pueden presentar cualquier forma conveniente, tal como, por ejemplo, un triángulo.

Las cuñas variables 310 y 315 pueden ajustarse de modo que el ángulo "a" se encuentre en el intervalo de casi cero grados a 360 grados. En una realización, las cuñas variables 310 y 315 funcionan como un abanico japonés que puede abrirse para formar un disco completo o cerrarse para formar una cuña muy estrecha. Las cuñas variables 310 y 315 incluyen típicamente unos elementos segmentados (ubicados entre las espinas 325 y 330) que pueden plegarse uno contra otro para reducir el ángulo "a" a casi cero grados o desplegarse para incrementar el ángulo "a" hasta 180 grados. Estos elementos de las cuñas variables 310 y 315 están realizados en un material ópticamente opaco diseñado para bloquear la luz. Este material puede bloquear el 100% de la luz o menos del 100% de la luz.

Las cuñas variables 310 y 315 están sujetas a un eje giratorio, cuyo extremo es apreciado como pivote 320. El eje y las cuñas variables sujetas 310 y 315 se hacen girar rápidamente para ocluir periódicamente el haz 305. Las cuñas variables 310 y 315 se hacen girar más rápidamente de lo que el ojo humano puede apreciar, típicamente a una

velocidad de más de sesenta veces por segundo. El haz 305 se atenúa en proporción al tamaño de las cuñas variables 310 y 315. Cuanto mayor es el ángulo "a", mayor atenuación tiene lugar.

Un controlador (no mostrado) controla el funcionamiento del atenuador de disco giratorio con cuña variable 120, un suministro de potencia (no mostrado) proporciona la potencia para hacer funcionar el atenuador de disco giratorio con cuña variable 120 y un motor (no mostrado) hace girar el eje. El controlador controla el funcionamiento de los diversos componentes del sistema y es típicamente un circuito integrado con patillas de potencia, entrada y salida que pueden realizar funciones lógicas. En diversas formas de realización, el controlador es un controlador de dispositivo dianizado que realiza unas funciones de control específicas dianizadas en un dispositivo o componente específico, tal como dirigiendo el funcionamiento del atenuador de disco giratorio con cuña variable 120. En otras formas de realización, el controlador es un microprocesador programable. Un software cargado en el microprocesador implementa las funciones de control proporcionadas por el controlador. El controlador puede estar realizado con muchos componentes o circuitos integrados diferentes. El suministro de potencia puede ser, por ejemplo, un suministro de potencia en modo de conmutación u otro tipo de suministro de potencia.

El uso de las cuñas variables 310 y 315 para atenuar el haz luminoso 305 elimina las desigualdades producidas por medios de atenuación de la técnica anterior. Las cuñas variables 310 y 315 ocluyen el haz luminoso 305 y, por tanto, no reducen su diámetro. Además, las cuñas variables 310 y 315 no producen estrías ni líneas en el haz luminoso 305. Por tanto, la luz intraocular resultante es de una calidad mayor.

Las figuras 3B y 3C son dos vistas diferentes del atenuador de disco giratorio con cuña variable de la figura 3A según una realización de la presente invención. En la figura 3B, las cuñas variables 310 y 315, indicadas por el área sombreada, son pequeñas (el ángulo "a" es pequeño) y, en la figura 3C, las cuñas variables 310 y 315, indicadas por el área sombreada, son grandes (el ángulo "a" es grande). En la figura 3B, el haz luminoso 305 está mínimamente ocluido y, en la figura 3C, el haz luminoso está casi totalmente ocluido. De esta manera, el ángulo "a" puede ajustarse para modificar el tamaño de las cuñas variables 310 y 315 con la finalidad de producir desde casi ausencia de atenuación hasta una atenuación completa del haz luminoso 305. La luz intraocular resultante puede modificarse así desde la ausencia de luz hasta una luz máxima.

La figura 3D representa una vista en planta desde arriba del atenuador con cuña variable de las figuras 3A-3C. En la figura 3D, las espinas 325 y 330 soportan unos elementos de material opaco 360 que forman los diversos segmentos de la estructura similar a un abanico de las cuñas variables 310 y 315. Un eje 345 está conectado a la espina 325 en ángulo recto. Asimismo, un eje 355 está conectado a la espina 330 en ángulo recto. Los ejes 345 y 355 están alineados con el pivote 320. Los ejes 345 y 355 están conectados a los motores 340 y 350, respectivamente, y son accionados por estos. De esta manera, el motor 340 hace girar el eje 345, que, a su vez, acciona la espina 325 en una dirección circular, y el motor 350 hace girar el eje 355, que, a su vez, acciona la espina 330 en una dirección circular. Los motores 340 y 350 están sincronizados, pero fuera de fase. En otras palabras, ambos motores 340 y 350 son accionados a la misma tasa de velocidad de rotación, mientras que el ángulo de fase entre ellos corresponde al ángulo "a" – el ángulo entre las espinas 325 y 330 -. Un controlador (no mostrado), como se describe anteriormente, controla el funcionamiento de los motores 340 y 350.

La realización de las figuras 3A-3D se equilibra alrededor del pivote 320. En otras palabras, la masa de la cuña variable 310 es aproximadamente igual a la masa de la cuña variable 315. La cuña variable 310 está también ubicada en una posición opuesta a la cuña variable 315. Cuando es accionado por los motores 340 y 350, el atenuador es un sistema equilibrado.

Pueden utilizarse otros números de cuñas variables de la misma manera descrita en relación con las figuras 3A-3D. Por ejemplo, el atenuador 120 puede incluir tres, cuatro o cualquier número de cuñas igualmente separadas alrededor del pivote 320. Tres cuñas requieren tres espinas; cuatro cuñas requieren cuatro espinas, etc. El número de cuñas está limitado solamente por los requisitos de espacio físico para un sistema dado. Estos múltiples atenuadores con cuña pueden hacerse funcionar de la misma manera que la descrita en relación con las figuras 3A-3D. Por ejemplo, en un sistema de cuatro cuñas con cuatro espinas pueden disponerse dos espinas en ángulo recto una con respecto a otra y éstas pueden ser accionadas por un motor, mientras que las otras dos espinas pueden disponerse en ángulo recto una con respecto a otra y ser accionadas por el otro motor.

Por ejemplo, en la figura 5 se utilizan cuatro cuñas variables 510, 515, 520 y 525 en el atenuador 120. Un haz luminoso 505 es parcialmente ocluido por las cuñas variables 515 y 525. Las cuñas variables 510 y 515 están limitadas por unas espinas 540 y 545 y presentan el mismo ángulo "a". Asimismo, las cuñas variables 520 y 525 están limitadas por unas espinas 550 y 555 y tienen el mismo ángulo "b". La espina 545 está dispuesta en ángulo recto con respecto a la espina 550. Asimismo, la espina 540 está dispuesta en ángulo recto con respecto a la espina 555. Las espinas 545 y 550 pueden conectarse a un motor a través de un eje, y las espinas 540 y 555 pueden conectarse a otro motor a través de otro eje. Los ejes pueden alinearse con un punto de pivotamiento 530. El atenuador 120 de la figura 5 puede hacerse funcionar de la misma manera que el atenuador de la figura 3A.

Además de un diseño de cuña, la figura 6 representa una hélice y un triángulo que pueden implementarse en el atenuador 120. Las palas de la hélice pueden hacerse girar alrededor del punto de pivotamiento central y alrededor

5 de un eje indicado por la línea de trazos. De esta manera, las palas de la hélice pueden fijarse en ángulo con respecto a la línea de trazos (como las palas de una hélice de avión o un ventilador de techo) para ocluir un cierto porcentaje del haz luminoso. Este ángulo puede modificarse para ocluir más o menos luz. El mismo principio puede utilizarse para otras formas, tales como el triángulo. Estas hélices y palas triangulares pueden utilizarse como cuñas o cuñas variables en la presente invención.

10 La figura 4 es una vista en sección transversal de un endoiluminador oftálmico ubicado en un ojo según una realización de la presente invención. La figura 4 representa la pieza de mano 160 y la sonda 165 en uso. La sonda 165 se inserta en un ojo 400 a través de una incisión en la región de la *pars plana*. La sonda 165 ilumina el interior o región vítrea 405 del ojo 400. En esta configuración, la sonda 165 puede utilizarse para iluminar el interior o región vítrea 405 del ojo 400 durante una cirugía vitreorretinal.

15 Puede apreciarse a partir de lo expuesto anteriormente que la presente invención proporciona un sistema mejorado para iluminar el interior del ojo. La presente invención proporciona una fuente de luz que puede atenuarse sin distorsión ni una reducción del tamaño del haz para proporcionar una luz adecuada para iluminar el interior de un ojo. Se hace funcionar un atenuador de disco giratorio con cuña variable para alterar la intensidad del haz luminoso que entra en el ojo, sin provocar irregularidades no deseadas. La presente invención se describe en el siguiente juego de reivindicaciones.

20 Las formas de realización de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes 8 y 12.

REIVINDICACIONES

1. Atenuador de disco giratorio con cuña variable (120) para su utilización en un endoiluminador oftálmico, que comprende:
- 5 una cuña variable (210, 310) y
- un eje al que se fija la cuña, pudiendo el eje girar de manera que la cuña gire alrededor de un punto de pivotamiento (215, 320) definido por el eje;
- 10 en el que el atenuador de disco giratorio con cuña variable está ubicado de manera que afecte a la intensidad de un haz luminoso transmitido en un ojo, caracterizado porque el tamaño de la cuña variable puede ajustarse en un ángulo variable, medido a través de un arco de la cuña.
- 15 2. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 1, en el que la cuña (210) presenta una forma de tarta.
3. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 1, en el que la cuña comprende unos segmentos móviles.
- 20 4. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 1, que comprende además:
- un motor acoplado al eje.
- 25 5. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 4, que comprende además:
- un controlador para controlar el motor.
- 30 6. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 1, que comprende además:
- una segunda cuña (315) ubicada opuesta a la cuña (310).
- 35 7. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 1, en el que la cuña puede hacerse girar a lo largo de una línea perpendicular al eje.
8. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 1, que comprende además:
- una primera espina (220, 325), cuyo centro aproximado está ubicado en un punto de pivotamiento;
- 40 una segunda espina (225, 330), cuyo centro aproximado está ubicado en el punto de pivotamiento, siendo independientemente giratorias las primera y segunda espinas; y
- un material ópticamente opaco (250, 360) ubicado entre las primera y segunda espinas, formando el material ópticamente opaco dos cuñas, pudiendo cada cuña ser ajustada, estando ubicadas las dos cuñas opuestas entre sí
- 45 con respecto al punto de pivotamiento;
- en el que las dos cuñas se hacen girar de manera que atenúan la intensidad de un haz de luz transmitido en un ojo.
- 50 9. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 8, que comprende además:
- un primer eje (235, 345) al que está fijada la primera espina (220, 325), estando ubicado el primer eje a lo largo de una línea que contiene el punto de pivotamiento (215, 320) que es perpendicular a la primera espina; y
- 55 un segundo eje (245, 355) al que está fijada la segunda espina (225, 330), estando ubicado el segundo eje a lo largo de una línea que contiene el punto de pivotamiento (215, 320) que es perpendicular a la segunda espina.
10. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 9, que comprende además:
- 60 un primer motor (230, 340) conectado al primer eje (235, 245), estando el primer motor destinado a hacer girar el primer eje; y
- un segundo motor (240, 350) conectado al segundo eje (245, 355), estando el segundo motor destinado a hacer girar el segundo eje.
- 65 11. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 10, que comprende además:

un controlador para controlar el funcionamiento de los primer y segundo motores, en el que el controlador hace funcionar los primer y segundo motores a la misma velocidad de rotación, pero fuera de fase uno con respecto a otro.

5 12. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 1, que comprende además:

una primera espina (220, 325), cuyo centro aproximado está ubicado en un punto de pivotamiento;

10 una segunda espina (225, 330) cuyo centro aproximado está ubicado en el punto de pivotamiento, siendo independientemente giratorias las primera y segunda espinas;

15 un material ópticamente opaco (250, 360) ubicado entre las primera y segunda espinas, formando el material ópticamente opaco dos cuñas (310, 315), pudiendo ajustarse cada cuña, estando ubicadas las cuñas opuestas entre sí con respecto al punto de pivotamiento;

un primer eje (235, 345) al que está fijada la primera espina, estando ubicado el primer eje a lo largo de una línea que contiene el punto de pivotamiento que es perpendicular a la primera espina;

20 un segundo eje (245, 355) al que está fijada la segunda espina, estando ubicado el segundo eje a lo largo de una línea que contiene el punto de pivotamiento que es perpendicular a la segunda espina;

un primer motor (230, 340) conectado al primer eje, estando el primer motor destinado a hacer girar el primer eje;

25 un segundo motor (240, 350) conectado al segundo eje, estando el segundo motor destinado a hacer girar el segundo eje; y

un controlador para controlar el funcionamiento de los primer y segundo motores;

30 en el que el controlador hace funcionar los primer y segundo motores a la misma velocidad de rotación pero fuera de fase uno con respecto a otro para hacer que el atenuador de disco giratorio con cuña variable afecte a la intensidad de un haz luminoso transmitido en un ojo.

35 13. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 11 ó 12, en el que una cantidad en la que los primer y segundo motores están fuera de fase corresponde a un tamaño de las dos cuñas (310, 315).

14. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 8 ó 12, en el que las dos cuñas (310, 315) están ubicadas de manera que el atenuador está equilibrado alrededor del punto de pivotamiento.

40 15. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 8 ó 12, en el que las dos cuñas (310, 315) pueden ajustarse a un ángulo en el intervalo de casi cero grados a 180 grados.

16. Atenuador de disco giratorio con cuña variable según la reivindicación 12, que comprende además:

45 una tercera espina (550), cuyo centro aproximado está ubicado en el punto de pivotamiento, estando conectada rígidamente la tercera espina a y perpendicular a la segunda espina (540), estando conectada la tercera espina al primer eje;

50 una cuarta espina (555), cuyo centro aproximado está ubicado en el punto de pivotamiento, estando conectada rígidamente la cuarta espina a y perpendicular a la segunda espina (545), estando conectada la cuarta espina al segundo eje; y

55 un material ópticamente opaco ubicado entre las tercera y cuarta espinas, formando el material ópticamente opaco unas tercera y cuarta cuñas (520, 525), pudiendo ajustarse cada tercera y cuarta cuña en un ángulo, estando ubicadas las tercera y cuarta cuñas opuestas entre sí con respecto al punto de pivotamiento (530).

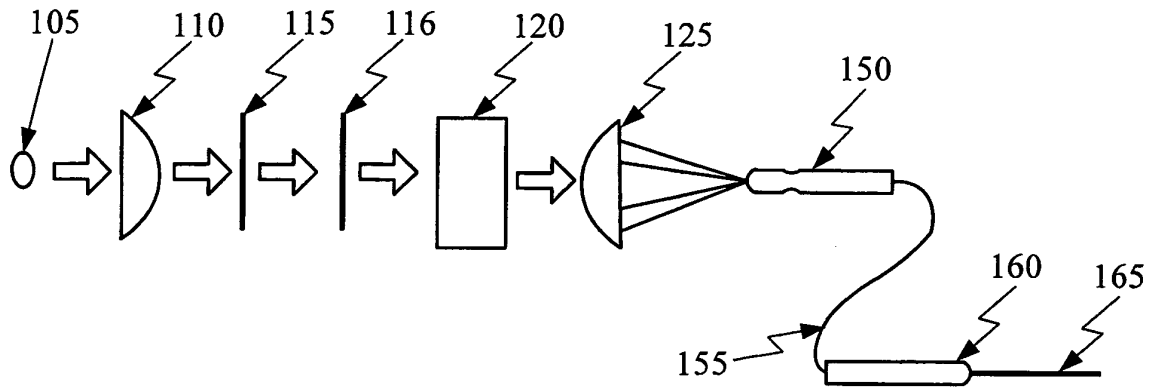


Fig. 1

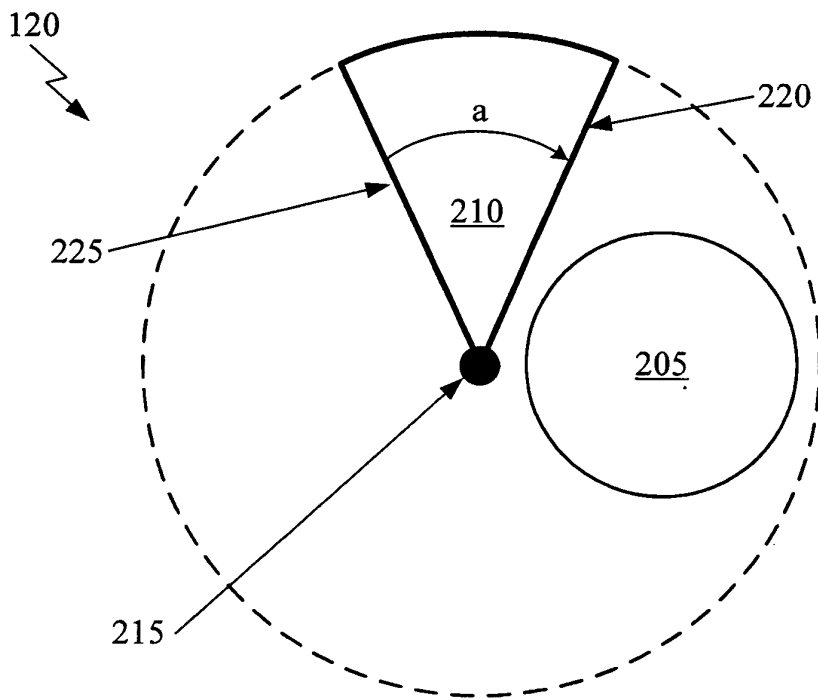


Fig. 2A

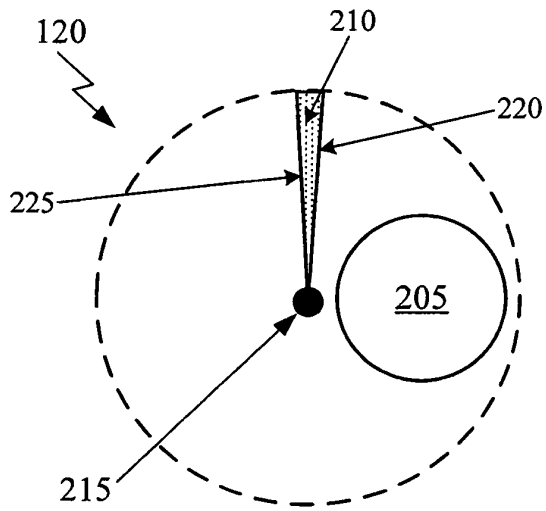


Fig. 2B

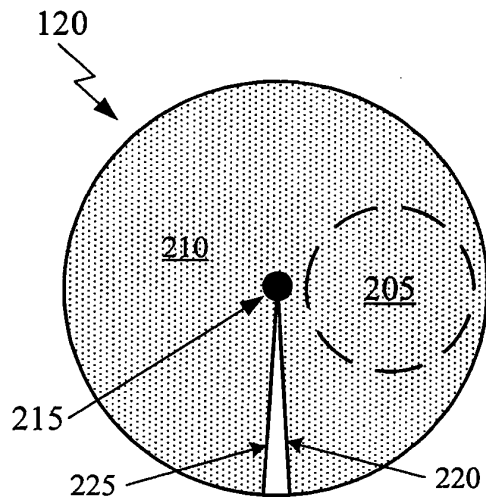


Fig. 2C

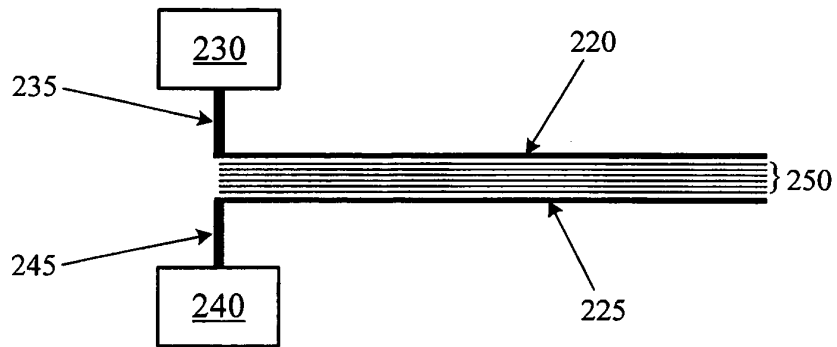


Fig. 2D

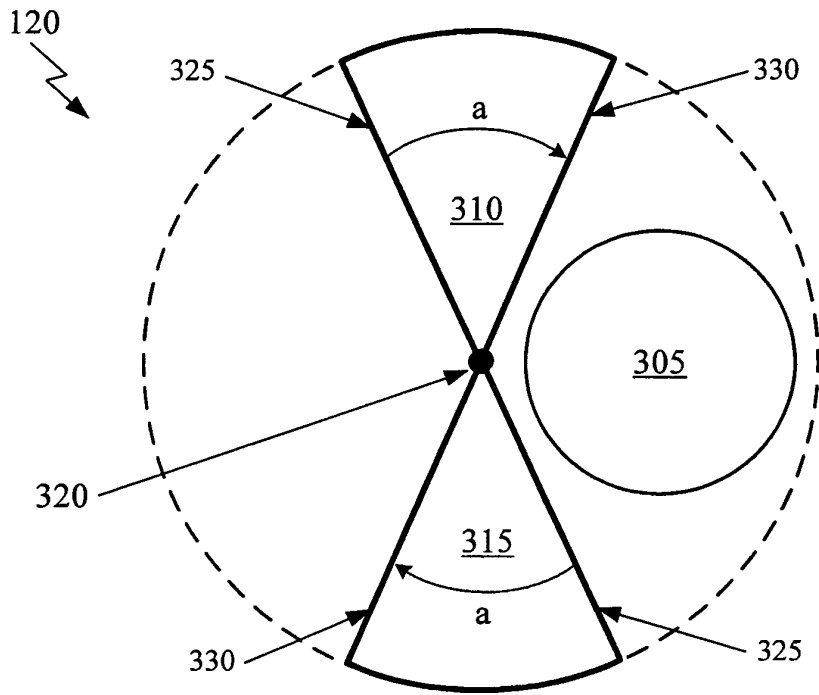


Fig. 3A

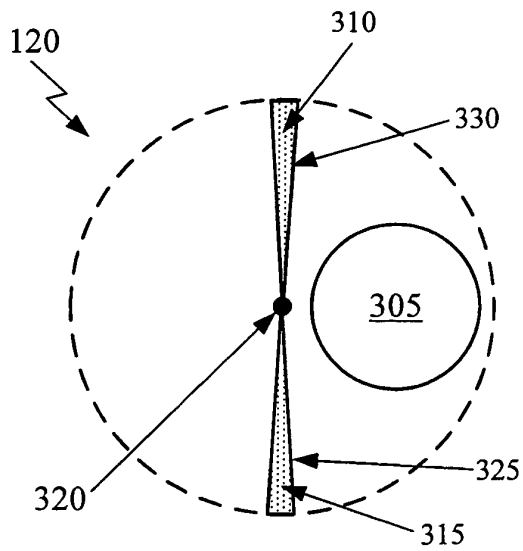


Fig. 3B

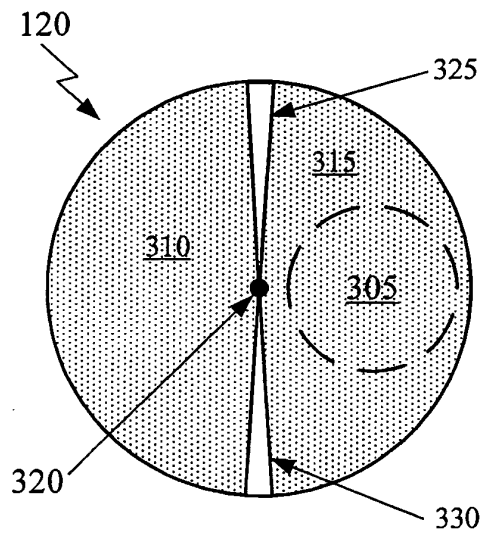


Fig. 3C

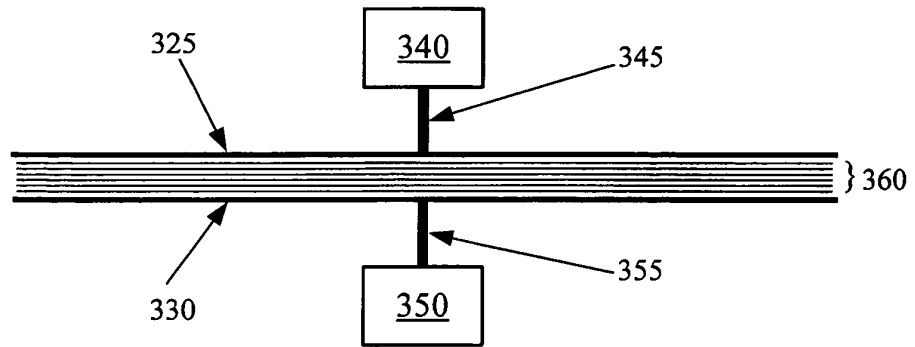


Fig. 3D

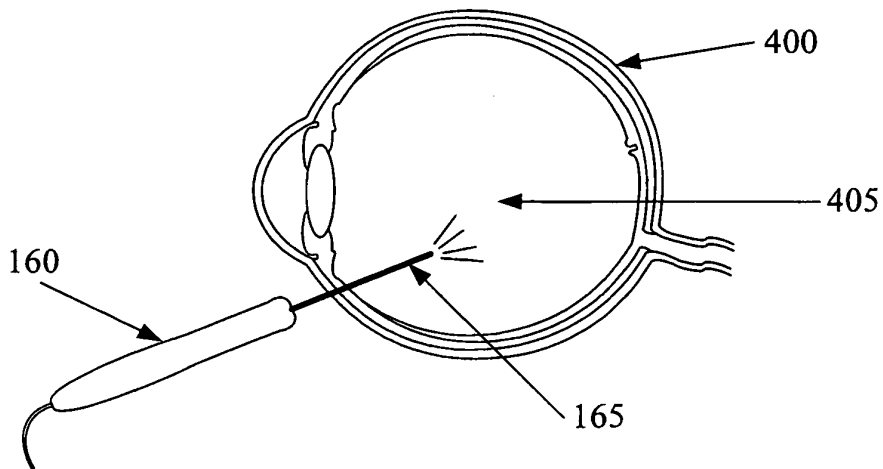


Fig. 4

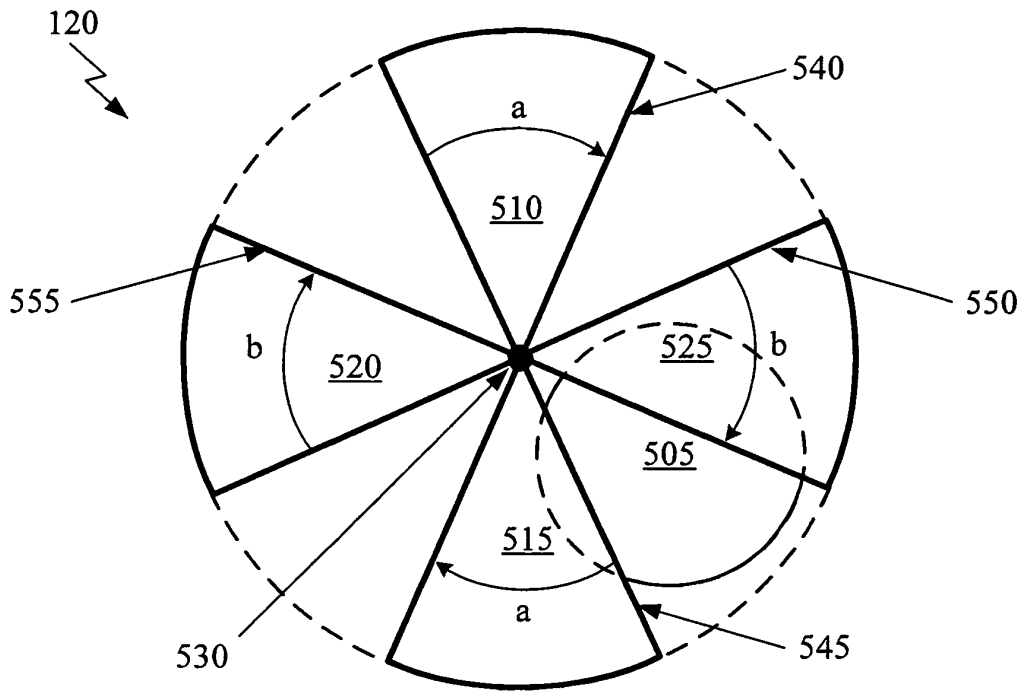


Fig. 5

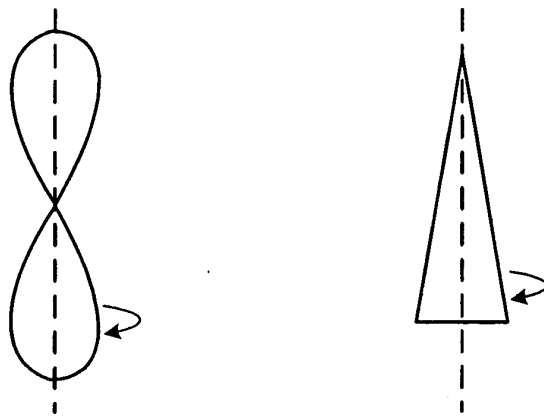


Fig. 6