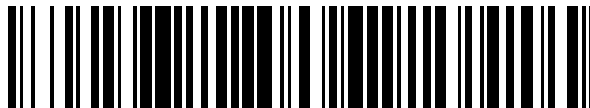


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 568**

51 Int. Cl.:

**A61F 2/16**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05710922 .5**

96 Fecha de presentación: **01.03.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1720489**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.11.2006**

54 Título: **Dos elementos ópticos los cuales, en combinación, forman una lente de potencia óptica variable para su aplicación como lente intraocular**

30 Prioridad:  
**03.03.2004 NL 1025622**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**26.09.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**26.09.2012**

73 Titular/es:  
**AKKOLENS INTERNATIONAL B.V.  
OVERASEWEG 9  
NL-4836 BA BREDA, NL**

72 Inventor/es:  
**ROMBACH, Michiel Christiaan**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 387 568 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**

Dos elementos ópticos los cuales, en combinación, forman una lente de potencia óptica variable para su aplicación como lente intraocular.

La invención se refiere a una lente intraocular.

5 Una lente de este tipo es de conocimiento general. Lentes intraoculares artificiales se usan entre otras cosas para tratar cataratas para reemplazar la lente natural catarática opaca del ojo. Estas lentes intraoculares tienen una potencia óptica fija. La potencia óptica de la lente intraocular puede volverse subóptima debido a cambios en las características ópticas del ojo, por ejemplo, cambios debidos al envejecimiento. La potencia óptica tiene que ser corregida mediante o bien gafas o bien reemplazamiento quirúrgico de la lente intraocular por una nueva lente  
10 intraocular.

También, debido a la potencia óptica fija, la función de acomodación natural del ojo se perderá. Como consecuencia, la persona en las cuales se implanta la lente intraocular tendrá que depender de gafas para ayudar a la acomodación.

15 Para evitar estas desventajas hay una necesidad de lentes intraoculares que ayuden a la acomodación y sean ajustables.

El documento de patente de EE.UU. US-A-4 994 082 describe una lente intraocular artificial de potencia óptica variable que comprende al menos dos elementos ópticos los cuales pueden ser movidos uno con respecto al otro en una dirección que se extiende en perpendicular al eje óptico, de tal forma que los elementos ópticos tienen una forma tal, que presentan, en combinación, diferentes potencias ópticas en diferentes posiciones relativas. Las lentes  
20 empleadas en este diseño de la técnica anterior, en combinación, no funcionarán como una lente variable adecuada para proyectar una imagen sobre la retina.

El objetivo de la presente invención es proporcionar una lente variable de la clase a la que se hace referencia arriba, la cual está adaptada para proyectar una imagen apropiada sobre la retina y está adaptada para proporcionar poder acomodativo para enfocar.

25 Este objetivo se alcanza porque el poder acomodativo para enfocar es proporcionada por al menos un elemento óptico con un espesor óptico de acuerdo con la fórmula  $t = A (xy^2 + 1/3 x^3) + B x^2 + C xy + D x + E + F(y)$ , en donde t es el espesor de la lente del elemento óptico en la dirección del eje óptico y x es la coordenada en la dirección del movimiento de los elementos ópticos, y es la coordenada en la dirección perpendicular al eje óptico y a la dirección x, y A es una constante. Una lente variable de este tipo es adecuada para proyectar una imagen apropiada sobre la retina y para proporcionar dicho poder acomodativo para enfocar.  
30

Se hará referencia al documento de patente de EE.UU. US-A-3 305 294, a partir del cual se conoce el principio de la potencia óptica variable de tales lentes, aunque en gafas, entre otras cosas, estando derivada la fórmula para el espesor óptico en este documento en detalle. También se señala el documento de patente de EE.UU. US-A-3 583 790 el cual describe más las ópticas.

35 De acuerdo con una primera realización preferida, la dirección del movimiento relativo de un elemento óptico es paralela a la línea que conecta ambos hápticos conectados a dicho elemento. Esto hace la mecánica para el hápticos simple.

Preferiblemente, la lente comprende medios de posicionamiento de los elementos ópticos en el ojo y medios de accionamiento, los cuales pueden ser accionados por el usuario para ejecutar un movimiento de al menos uno de los elementos ópticos con respecto al otro elemento óptico. Esta realización puede ser usada para corregir la función de acomodación.  
40

Otra realización proporciona la característica de que los elementos ópticos comprenden medios de ajuste para ajustar la posición de reposo de los elementos ópticos. Este diseño puede ser aplicado para ajustar y/o reajustar la potencia óptica de la lente a cambios de las características ópticas del ojo.

45 Aún otra realización proporciona una lente intraocular artificial del tipo al que se ha hecho referencia arriba, en la que los elementos ópticos están adaptados para cambiar su potencia óptica combinada cuando son girados uno con respecto al otro.

Otras realizaciones atractivas aparecen a partir de las otras reivindicaciones dependientes. ejecutar un movimiento de al menos uno de los elementos ópticos con respecto al otro elemento óptico. Esta realización puede ser usada para corregir la función de acomodación.  
50

Otra realización proporciona la particularidad de que los medios de accionamiento están adaptados para ser

conectados al músculo ciliar del ojo. Sin más intervención el sistema puede ser accionado por las funciones de acomodación naturales del ojo presentes.

5 Aún otra realización proporciona la característica de que los elementos ópticos comprenden medios de ajuste para ajustar la posición de reposo de los elementos ópticos. Este diseño puede ser aplicado para ajustar y/o reajustar la potencia óptica de la lente a cambios de las características ópticas del ojo.

Otras realizaciones atractivas aparecen a partir de las otras reivindicaciones dependientes.

Las figuras que acompañan muestran:

Figuras 1a-1c: el principio básico de una lente que consta de dos elementos ópticos los cuales, en combinación, forman una lente de potencia óptica variable;

10 Figura 2a: una vista lateral esquemática de una lente acomodativa de acuerdo con una primera realización;

Figura 2b: una vista en planta esquemática de la lente acomodativa representada en la figura 2a;

Figura 3: una vista esquemática de una lente acomodativa de acuerdo con una segunda realización;

Figura 4: una vista esquemática de una lente acomodativa de acuerdo con una tercera realización;

Figura 5a: una vista esquemática de una lente acomodativa de acuerdo con una cuarta realización;

15 Figura 5b: una vista en sección transversal de la lente acomodativa representada en la figura 5a;

Figura 6: una vista esquemática de una lente acomodativa de acuerdo con una quinta realización;

Figura 7a: una vista esquemática de una lente acomodativa de acuerdo con una sexta realización; y

Figura 7b: una vista en sección transversal de la lente acomodativa representada en la figura 7a.

20 Inicialmente se describirá el principio sobre el cual están basadas estas invenciones. La figura 1 muestra dos elementos ópticos 1, 2 con superficies ópticas 3, 4 específicas, los cuales elementos 1, 2 pueden ser movidos lateralmente lo cual da como resultado una lente de potencia óptica variable sobre el área central en donde los elementos ópticos 1, 2 se solapan. Este principio está descrito el documento de patente de EE.UU. US-A-3 305 294.

25 Este efecto de lente puede ser logrado mediante una superficie 3, 4 con forma de "silla de montar" sobre uno o ambos lados de los elementos ópticos 1, 2, lo cual es un principio conocido. También es posible, no obstante, hacer uso de estructuras de difracción o rejillas de difracción, por ejemplo de acuerdo con el principio GRIN. En éste, se usan elementos ópticos planos que contienen materiales con diferentes índices de refracción. Aunque ahora se prevé una traslación mutua de los elementos ópticos 1, 2, los elementos pueden también ser diseñados de tal forma que el efecto de lente sea logrado mediante la rotación de los elementos ópticos 1, 2 uno con respecto al otro. Los elementos pueden ser con o sin una conexión entre los elementos ópticos 1, 2. Lentes variables de tales dos  
30 elementos ópticos han sido usadas ocasionalmente como lentes de telescopio y de cámara en el pasado. El uso de una lente de este tipo que consta de elementos ópticos como lente intraocular es completamente nuevo para aplicaciones como lentes intraoculares acomodativas.

35 Las lentes pueden desempeñar la función de una lente intraocular artificial ajustable o reajutable o de una lente intraocular artificial acomodativa ajustable o reajutable. Ambas aplicaciones ofrecen ventajas significativas sobre las lentes oculares actuales.

Los diseños básicos de las lentes intraoculares incluyen:

40 Dos elementos ópticos 1, 2 los cuales están situados uno sobre el otro o con un espacio entre ellos y que componen la parte óptica de una construcción la cual puede, además, estar compuesta por componentes de soportación, elásticos o no elásticos, los cuales mantendrán los elementos ópticos en la configuración correcta y componentes los cuales posicionan los elementos ópticos en el ojo y los denominados hápticos los cuales son las abrazaderas que están en un extremo conectadas a los elementos ópticos y en el otro extremo conectan la construcción óptica a partes del ojo y componentes adicionales tales como abrazaderas intraoculares, anillos intraoculares, filtros ópticos y envolturas intraoculares los cuales pueden ser parte de la construcción dependiendo de la aplicación y dependiendo de las condiciones o necesidades del paciente o del ojo, o la aplicación de la lente intraocular acomodativa para  
45 tratamiento de cataratas o presbicia o como una lente ajustable refractiva no acomodativa de una potencia óptica fija. Los elementos ópticos pueden ser, de forma inclusiva pero de ningún modo exclusiva, redondos, elipsoidales, cuadrados, rectangulares o con formas combinadas de las anteriores y con bordes cuadrados o redondos o combinaciones de los mismos en ambos elementos ópticos o hápticos, abrazaderas o componentes de soportación dependiendo de las necesidades y condiciones médicas y ópticas del ojo en particular y del cual la lente comprende

5 dos elementos ópticos de acuerdo con la reivindicación 1, con o sin conexiones entre los elementos ópticos, incluyendo pero no de forma exclusiva, conexiones fijas, conexiones que permiten un movimiento, conexiones elásticas, articulaciones o conexiones que pueden moverse libremente y de las cuales los elementos ópticos u otros componentes del sistema óptico, de manera que los hápticos u otros componentes pueden ser cambiados en la forma, la posición relativa o las características elásticas u otras características mediante, de forma inclusiva aunque de ningún modo exclusiva, luz, luz láser, energía ultrasónica, energía mecánica y energía magnética o una intervención quirúrgica mecánica para ajustar los elementos ópticos a un nuevo estado de reposo después de la implantación de la lente intraocular ("post cirugía"), lo que da como resultado una lente intraocular ajustable. Las lentes intraoculares ajustables tienen ventajas significativas para el paciente y el cirujano y no están todavía en el mercado.

10 Las lentes intraoculares descritas en esta patente comparten varias ventajas con las lentes intraoculares actuales – pueden ser también fabricadas con procedimientos estándar a partir de materiales para lentes intraoculares registrados y estándar tales como diferentes acrilatos y siliconas, pueden ser enrolladas o plegadas para su implantación a través de una microincisión en el ojo durante una cirugía de cataratas, presbita o refractiva estándar, no dan razón para esperar un aumento en el riesgo de opacificación post catarata ("PCO") y pueden ser dotadas con filtros de color para la corrección de color y/o protección UV.

15 Las lentes intraoculares descritas en esta patente son también, en contraste con virtualmente todas las otras lentes intraoculares acomodativas (para paciente con cataratas o presbicia) o de potencia óptica fija y ajustable (para aplicaciones refractivas), que ambos de los cuales tipos de lentes pueden ser ajustables o reajustables. Una elección previa a la cirugía de poder acomodativo de <-10 dioptrías hasta >+10 dioptrías o parte de estos intervalos, el cual intervalo puede ser añadido a la potencia fija de la lente. (Ejemplo: lentes intraoculares típicas tienen una potencia estándar fija en el intervalo de +20-+30 dioptrías para enfocar el ojo a distancia, con detalles que dependen de las necesidades del ojo en particular, las cuales pueden ser determinadas antes de la cirugía. A esta potencia óptica de base se añaden de +3 a +5 dioptrías en poder acomodativo para enfoque de cerca, por ejemplo para leer.)  
 20 Las lentes intraoculares pueden ser ajustables antes de la cirugía (durante la fabricación de la lente intraocular u justo antes de la implantación fuera del ojo) y reajustables después de la cirugía (después de la implantación, dentro del ojo, directamente a continuación de la implantación, a corto plazo después de la implantación o a largo plazo después de la implantación) mediante añadir potencia óptica (añadir dioptrías) o restar potencia óptica (restar dioptrías) o mediante modificar el intervalo de acomodación moviendo los elementos ópticos hasta un nuevo estado de reposo fijo (para enfocar a distancia, para lentes intraoculares refractivas) o un nuevo estado de reposo (para enfocar a distancia, para las lentes intraoculares de tipo acomodativo).

25 Las ventajas esbozadas arriba son importantes para el paciente con una catarata al restaurar la acomodación y proporcionar la oportunidad de ajustar el estado de reposo de la lente intraocular pero también para el paciente con un error refractivo y para el cual la lente no corrige lo suficiente y tiene que ser reemplazada. Las lentes intraoculares descritas en esta patente se espera que incrementen el mercado global para las lentes intraoculares porque surgen nuevas aplicaciones, especialmente para pacientes presbíta para los cuales no hay disponibles actualmente lentes intraoculares acomodativas adecuadas.

30 La lente intraocular acomodativa nueva descrita en esta patente restaura la acomodación porque el músculo ciliar del ojo cambia el diámetro de la bolsa capsular. Ésta, a su vez, cambia la posición relativa de los elementos ópticos de la lente intraocular moviendo los elementos ópticos a otra posición relativa entre ellos, un resultado también afectado por la elasticidad natural de la bolsa capsular y de las conexiones fijas y elásticas de la lente intraocular y hápticos. El diseño es tal que una lente de la potencia óptica deseada resulta en el área de solape de los dos elementos ópticos a partir de la contracción del músculo ciliar para corregir la potencia óptica para el ojo en particular.

35 Además, los elementos ópticos, o los hápticos, o parte de los hápticos u otros componentes de soportación pueden ser cambiados en su forma o tamaño antes o después de la implantación mediante energía, la cual puede incluir luz, luz láser, ultrasonido o energía magnética desde el exterior del ojo (y con, por ejemplo, microimanes incluidos en los hápticos u otros componentes de la lente intraocular) y aplicada desde el exterior del ojo por vía de la córnea o por vía de la esclerótica o mediante manipulación mecánica desde el exterior del ojo o mediante manipulación mecánica en el interior del ojo.

40 Las figuras 2a y 2b representa un sistema óptico con los dos elementos ópticos 1, 2 con uno de cada háptico elástico 5, 6 y háptico no elástico 7, 8. El háptico elástico 5, 6 de un elemento 1, 2 está conectado con el háptico no elástico 7, 8 del otro elemento 2, 1 a través de un anclaje 9, 10 y este anclaje 9, 10 de conexión conecta el sistema óptico directamente a una parte de la bolsa capsular del ojo o a un componente de soporte el cual a su vez conecta a una parte de la bolsa capsular del ojo. Los hápticos 5-8, los anclajes de conexión 9, 10 o cualquier otra parte del sistema óptico pueden ser ajustables y/o reajustables.

45 La figura 3 representa una segunda realización de una lente acomodativa. Este sistema óptico tiene los dos

5 elementos ópticos 1, 2 unidos por conexiones elásticas 11, 12 las cuales pueden estar formadas por una membrana elástica, membranas o varias conexiones singulares. Ambos elementos tienen en lados opuestos háptico no elástico 7, 8 el cual conecta el sistema a la bolsa capsular. Los hápticos 7, 8, 11, 12, los anclajes de conexión 9, 10 o parte del sistema óptico pueden ser ajustables o reajustables. El sistema óptico de la segunda realización, una lente refractiva, comprende dos elementos ópticos los cuales pueden estar conectados mediante conexiones elásticas y los cuales tienen cada uno de ellos en un lado uno o más hápticos no elásticos largos.

10 La figura 4 muestra una tercera realización de una lente acomodativa. El sistema óptico representado en esta figura comprende dos elementos ópticos 1, 2 los cuales tienen cada uno de ellos un háptico no elástico 7, 8. Los elementos ópticos 1, 2 tienen ambos, en sus bordes a lo largo del área central una abrazadera 13, 14 corta y pequeña o más ancha la cual puede abrazarse, en el borde, en parte, al otro elemento 1, 2 o sólo uno de los elementos ópticos 1, 2 tiene abrazaderas en ambos lados para abrazarse al otro elemento óptico 1, 2. Las abrazaderas 13, 14 dejan suficiente espacio como para no obstaculizar un movimiento deslizante de los elementos ópticos 1, 2 durante el proceso acomodativo y desacomodativo. Los hápticos 7, 8 conectan el sistema óptico 1, 2 directamente a una parte de la bolsa capsular del ojo o a un componente 9,10 de soportación el cual a su vez conecta a la bolsa capsular del ojo. Los hápticos 7, 8, los anclajes 9, 10 de conexión o cualquier parte del sistema óptico puede ser ajustable y/o reajutable. Los elementos ópticos tienen ambos, en el borde a lo largo del área central una abrazadera corta y pequeña o más ancha con la cual los elementos pueden ser unidos con abrazaderas, o uno de los elementos ópticos tiene abrazaderas en ambos bordes para abrazarse al otro elemento. Las abrazaderas dejan suficiente espacio como para no permitir un movimiento deslizante libre de los elementos ópticos a menos que sea aplicada una determinada fuerza. Los hápticos, las conexiones o parte del sistema óptico pueden ser ajustables y/o reajustables.

15 La figura 5a representa una cuarta realización de la invención. Esta realización comprende dos elementos ópticos 1, 2 los cuales tienen cada uno de ellos un háptico 7, 8 no elástico. El primer elemento óptico 1 está conectado con dos patillas 15, 16 con forma sustancialmente de champiñón los cuales están adaptados para deslizarse en el interior de una acanaladura 17 provista en el otro elemento óptico 2. Esto también aparece en la figura 5b. Las dimensiones de la acanaladura 17 y las patillas 15, 16 son tales que no está obstaculizado un movimiento deslizante de los elementos ópticos 1, 2 relativo entre ellos durante el proceso acomodativo y desacomodativo. En lugar de ello, ambos elementos ópticos pueden estar provistos de una acanaladura y una patilla en forma de champiñón, de forma que se obtiene una construcción simétrica. Los hápticos 7, 8, 9, 10 conectan el sistema óptico 1, 2 directamente a una parte de la bolsa capsular del ojo o a un componente de soportación el cual, a su vez, conecta a la bolsa capsular del ojo. Los elementos ópticos tienen, cada uno de ellos, en el borde, a lo largo del área central, en un borde una patilla y en el otro borde una acanaladura para llevar a cabo una conexión patilla-acanaladura, o ambos elementos tienen varias estructuras patilla y acanaladura las cuales conectan los elementos ópticos con una conexión que tiene espacio insuficiente para permitir que los elementos ópticos se muevan libremente a menos que se aplique una determinada fuerza. Los hápticos sujetan el sistema al ojo. Los hápticos, la conexión o parte de los elementos ópticos pueden ser ajustables o reajustables.

20 La quinta realización de una lente acomodativa está ilustrada en la figura 6. El sistema óptico tiene los dos elementos ópticos 1, 2 los cuales pueden estar conectados mediante conexiones elásticas y los cuales tienen cada uno de ellos en un lado uno o más hápticos 7, 8 no elásticos largos y en el otro lado uno o más hápticos 19, 20 no elásticos más cortos los cuales tienen un anillo o abrazadera 21, 22 abierto a cerrado el cual conecta el háptico 19, 20 corto de cualquier elemento al háptico más largo 7, 8 del otro elemento permitiendo espacio suficiente en los puntos de conexión como para un movimiento libre durante el proceso acomodativo y desacomodativo. Los hápticos 7, 8 no elásticos largos conectan el sistema a la bolsa capsular o a un componente de soportación o anclaje 9, 10 el cual, a su vez, conecta el sistema a la bolsa capsular. Los hápticos, las conexiones o parte del sistema óptico pueden ser ajustables y/o reajustables.

25 Una sexta realización de una lente acomodativa está representada esquemáticamente en las figuras 7a y 7b. Esta realización comprende los dos elementos ópticos 1, 2 los cuales tienen cada uno de ellos en un lado una o más correas 23, 24 elásticas cortas y una correa 25, 26 elástica larga en el otro lado. Las correas 23, 24 elásticas más cortas abrazan los hápticos 25, 26 en forma de correa más larga, los cuales conectan el sistema a la bolsa capsular o a componentes de soportación los cuales, a su vez, conectan el sistema óptico a la bolsa capsular. Los hápticos, las conexiones o parte del sistema óptico pueden ser ajustables y/o reajustables.

30 El sistema óptico del primer diseño de una lente refractiva tiene dos elementos ópticos los cuales están conectados a ambos lados. Los elementos ópticos tienen hápticos en lados opuestos los cuales conectan el sistema a una parte del ojo. Los hápticos, las conexiones o parte del sistema óptico pueden ser ajustables y/o reajustables.

35 Las lentes ajustables y/o reajustables refractivas pueden tener también diferentes diseños, concretamente de acuerdo con los diseños de lentes acomodativas, pero sin la posibilidad de movimiento libre – en las lentes refractivas los elementos ópticos no pueden ser movidos mediante fuerzas naturales del ojo sino sólo mediante fuerzas no naturales externas.

Seguidamente se describirán el funcionamiento del ojo y los antecedentes de la invención. Cuando una persona mira a un objeto, el objeto reflejará luz la cual alcanza el ojo y esta luz da como resultado una imagen nítida del objeto en sobre la retina después de que la luz ha pasado a través de un sistema óptico el cual incluye la córnea, varias cámaras del ojo que están llenas de fluidos y la lente del ojo. Para objetos cercanos la potencia óptica total del ojo necesita ser mayor comparada con objetos a distancia. La lente del ojo es capaz de cambiar esta potencia óptica. La lente natural elástica está situada en la bolsa capsular. Esta bolsa capsular elástica puede ser estirada mediante relajación del músculo ciliar del ojo, lo cual aplana la lente, lo que a su vez da como resultado un eje que enfoca a distancia. Cuando el músculo ciliar se contrae, la bolsa capsular se relajará y la lente natural reasumirá su forma más esférica natural, lo cual tiene como resultado un ojo que enfoca de cerca. Acomodación es este proceso de enfocar el ojo para imágenes nítidas de objetos a diferentes distancias.

Cuando un paciente desarrolla una catarata, la lente natural se vuelve dura y opaca y el paciente se queda ciego. Las cataratas son tratadas mediante el reemplazamiento de la lente natural por una lente artificial en cirugía rutinaria. El paciente vuelve a ganar visión pero tendrá necesidad de por vida de gafas para visión nítida a distancia, visión nítida de cerca o ambas. Las lentes intraoculares actuales no reaccionan adecuadamente a la contracción y relajación del músculo ciliar – el ojo enfoca sólo a una distancia o puede enfocar sólo en un rango limitado. Prácticamente todas las lentes intraoculares para cataratas actuales son no acomodativas con una longitud focal fija. Las lentes intraoculares que se describen en esta patente reemplazan la lente opaca de un paciente con cataratas con una lente transparente nueva de calidad óptica excelente y restaura la acomodación.

Prácticamente todo el mundo se vuelve presbita (“vista cansada”) después de los 45 años de edad. La lente natural se vuelve dura, menos elástica y no reasume su forma natural más esférica cuando el músculo ciliar se contrae. Los presbíteros tienen necesidad de gafas de lectura para enfocar a objetos cercanos. Más tarde, pueden desarrollarse pre-cataratas las cuales degradan más la visión. Los presbíteros serán ayudados en gran medida por una lente intraocular acomodativa de alta calidad la cual los liberaría de las gafas de lectura, restauraría la calidad global de su visión y prevendría de las cataratas. Las lentes intraoculares descritas en esta patente pueden reemplazar la lente natural endurecida y de baja calidad por una lente transparente de excelente calidad óptica la cual restaura la acomodación.

La potencia básica deseada de una lente artificial a ser implantada es a menudo difícil de estimar por el cirujano oculista, especialmente cuando implica medidas en un ojo con cataratas. La lente intraocular tiene, preferiblemente, un valor en dioptrías que dé como resultado un ojo que está enfocado para distancias de lejos. Ninguna lente intraocular actual puede ser ajustada una vez que está en el ojo. Las lentes intraoculares descritas en esta patente pueden ser ajustadas de forma post-operatoria mediante un cambio de los elementos ópticos hasta una nueva posición de reposo por acortamiento o alargamiento de los hápticos u otros componentes mediante luz, luz láser, energía ultrasónica, energía mecánica o magnética o fuerza.

Tradicionalmente, la corrección refractiva del ojo se efectúa con gafas y lentes de contacto pero, recientemente, también mediante reconformar la córnea con láser. Sin embargo, se puede insertar también una lente intraocular refractiva (también: “lente refractiva”, “lente intraocular correctiva”, “lente fáquica”, “lente de implante fáquica refractiva” o “lente garra”) justo detrás de la córnea, en la cámara anterior o posterior del ojo. Esta lente refractiva libera al paciente de la necesidad de gafas y la lente intraocular refractiva funciona en conjunto con la lente natural la cual ejecuta la función de acomodación. Estas lentes intraoculares refractivas ya se fabrican, comercializan e implantan de forma rutinaria en la cámara anterior del ojo, en el iris, detrás del iris o cerca de la cara anterior de la bolsa capsular. Sin embargo, la potencia óptica de estas lentes refractivas necesita a menudo ser ajustada o reajustada después de la implantación o el paciente permanece con la necesidad de gafas. Las lentes refractivas pueden ser extraídas en una segunda cirugía y reemplazadas por un nuevo juego de lentes intraoculares refractivas. Las lentes intraoculares que pueden ser ajustadas y/o reajustadas aún no existen. Las nuevas lentes descritas en esta patente son ajustables y/o reajustables, también después de la implantación, en el ojo, afectando a la potencia en dioptrías básica o al rango de acomodación. Este ajuste es resultado de un cambio en los elementos ópticos de la lente hasta un nuevo estado de reposo.

En el presente, lentes intraoculares acomodativas están en desarrollo con pocos productos recientes en el mercado y estos incluyen:

- una primera generación de lentes intraoculares acomodativas con una única lente esférica y articulaciones los cuales trasladan la fuerza del músculo ciliar, que es perpendicular al eje óptico en un movimiento hacia delante de la lente intraocular a lo largo del eje óptico, o
- la segunda generación de lentes intraoculares acomodativas, la mayor parte experimentalmente hasta la fecha, con un modo de acción similar a la primera generación, pero de las la cual se corrige una superposición del valor de dioptrías elevado de la lente móvil mediante una lente estática negativa la cual típicamente está situada cerca del lado posterior de la bolsa capsular, o

- varias lentes intraoculares experimentales las cuales incluyen lentes hechas de masas blandas de polímeros las cuales imitan la lente natural o masas blandas encapsuladas de polímeros las cuales imitan la lente natural.
- no hay lentes intraoculares en desarrollo que sean de la clase descrita en esta patente.

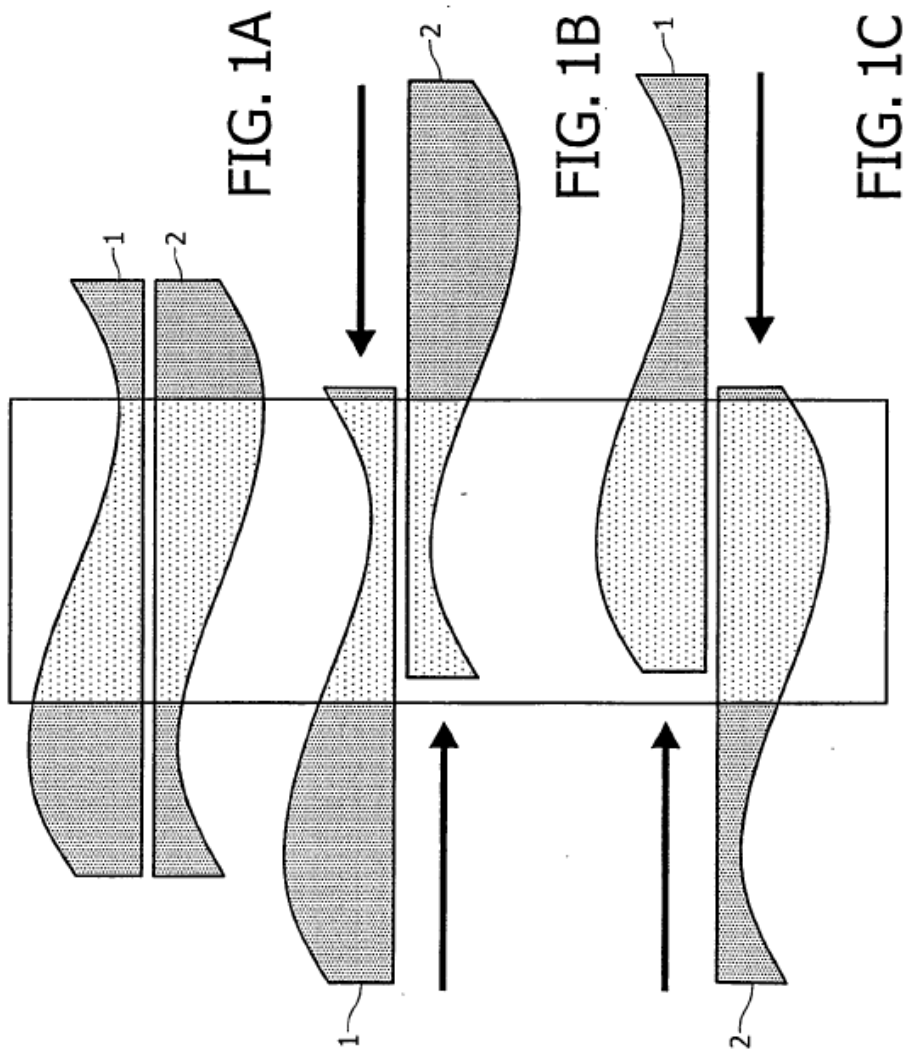
5 Errores refractivos de orden superior tales como errores cilíndricos e, incluso de orden más elevado, errores de asimetría, es probable que sean corregidos con las lentes intraoculares descritas en esta patente, o pueden ser corregidos mediante lentes intraoculares adicionales, o pueden ser corregidos mediante un tercer elemento óptico adicional que no se mueva con respecto a los otros elementos ópticos. Con lentes intraoculares acomodativas este tercer elemento puede ser parte de una envoltura o anillo intraocular.

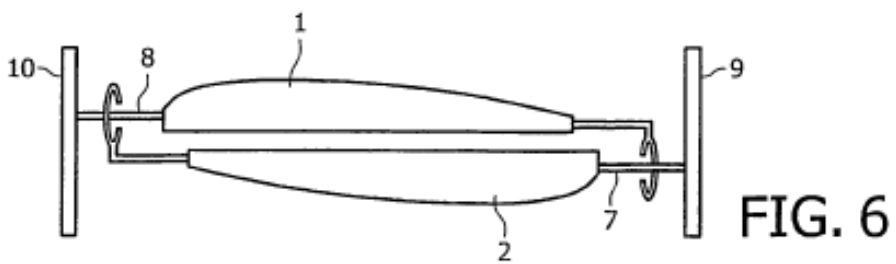
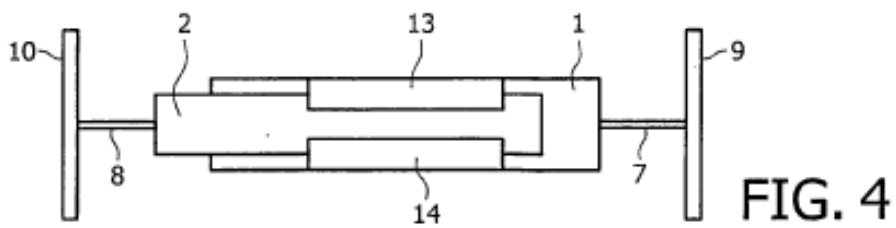
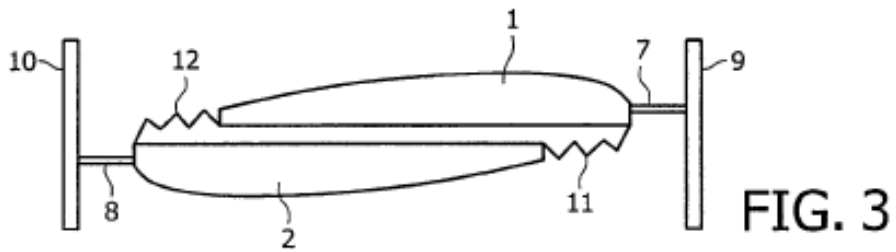
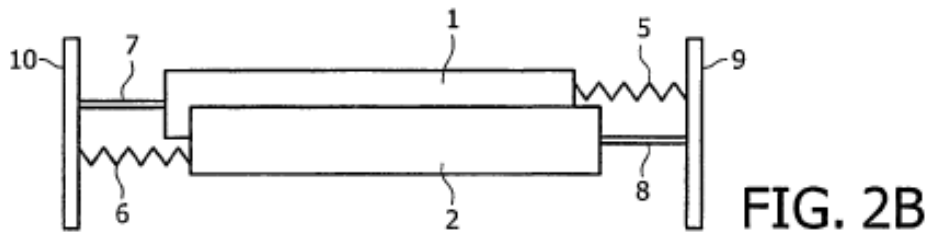
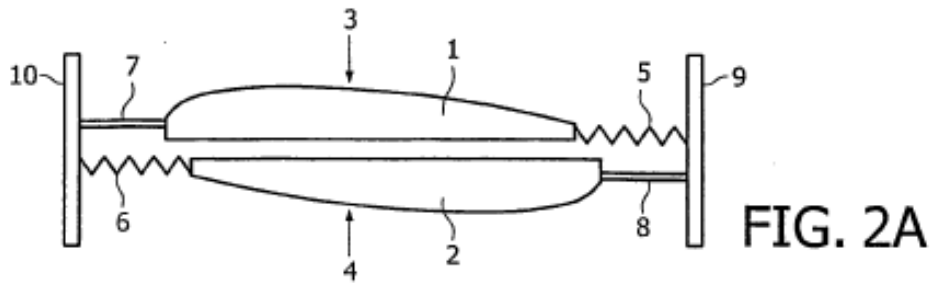
10

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Lente intraocular artificial de potencia óptica variable que comprende al menos dos elementos ópticos (1, 2) los cuales pueden ser movidos uno en relación con el otro en una dirección que se extiende en perpendicular al eje óptico en el que los elementos ópticos (1, 2) tienen una forma tal que presentan, en combinación, diferentes potencias ópticas en diferentes posiciones relativas, **caracterizada porque** el poder acomodativo para enfocar es proporcionada por al menos un elemento óptico (1, 2) de acuerdo con la fórmula  $t = A (xy^2 + 1/3 x^3) + B x^2 + Cxy + Dx + E + F(y)$ , en la que t es el espesor óptico de la lente del elemento óptico en la dirección del eje óptico, x es la coordenada en la dirección del movimiento de los elementos ópticos, y es la coordenada en la dirección perpendicular al eje óptico y a la dirección x, y A, B, C, D y E son constantes.
- 10 2.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en la reivindicación 1, **caracterizada porque** los elementos ópticos (1, 2) están conectados cada uno de ellos a un háptico elástico (5, 6; 11, 12) y háptico no elástico (7, 8) **y porque** el háptico elástico (5, 6; 11, 12) de un elemento (1, 2) está conectado con el háptico no elástico (7, 8) del otro elemento (2, 1) a través de un anclaje (9, 10) de conexión **y porque** los hápticos elásticos (5, 6; 11, 12) y los hápticos no elásticos (7, 8) están conectados a lados opuestos de los elementos ópticos (1, 2).
- 15 3.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** la dirección de movimiento relativo de un elemento óptico (1, 2) es paralela a la línea que conecta ambos hápticos (5, 6, 7, 8; 11, 12) conectados a dicho elemento (1, 2).
- 4.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en la reivindicación 1, 2 o 3 **caracterizada porque** el al menos uno de los elementos ópticos (1, 2) tiene al menos una superficie (3, 4) con forma de "silla de montar".
- 20 5.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** los elementos no elásticos (7, 8) están formados por elementos fijos.
- 6.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el anclaje (9, 10) de conexión está adaptado para ser conectado a una parte de la bolsa capsular del ojo.
- 25 7.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por** medios de ajuste los cuales están conectados a los elementos ópticos (1, 2) para el ajuste de la posición de reposo de los elementos ópticos (1, 2).
- 8.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** al menos uno de sus dos planos (3, 4) tiene una estructura de difracción óptica.
- 30 9.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** al menos uno de los elementos ópticos (1, 2) comprende una estructura óptica del tipo GRIN.
- 10.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** los elementos ópticos (1, 2) están adaptados para cambiar su potencia óptica combinada cuando son girados uno con respecto al otro.
- 35 11.- Lente intraocular artificial como la reivindicada en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la lente está adaptada para la corrección de una afección del ojo.







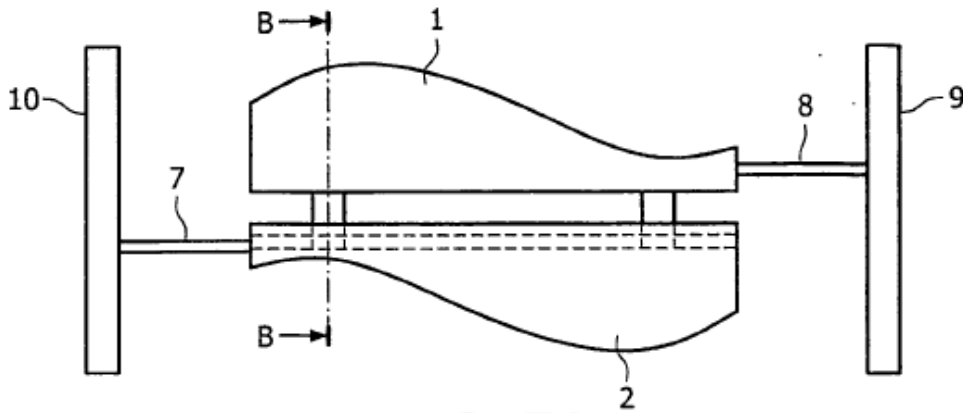


FIG. 5A

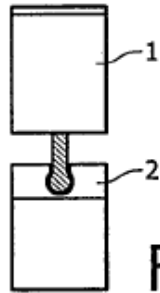


FIG. 5B

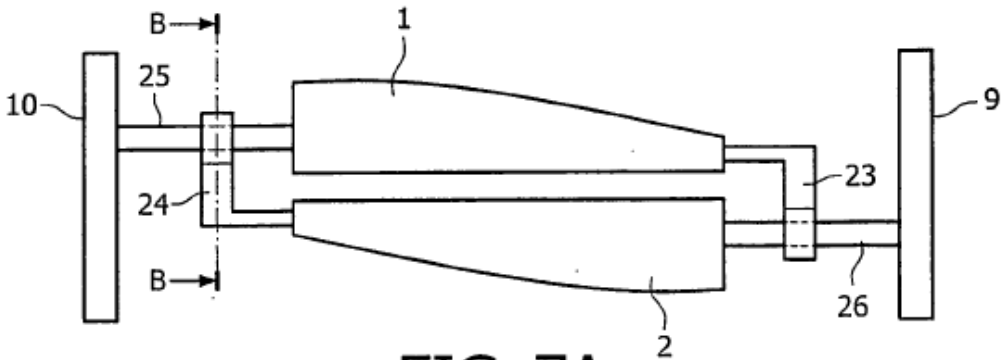


FIG. 7A

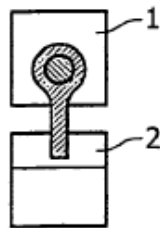


FIG. 7B