

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 510**

51 Int. Cl.:

A61F 2/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06716683 .5**

96 Fecha de presentación: **09.03.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1871299**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2008**

54 Título: **Construcción mejorada de una lente artificial intraocular**

30 Prioridad:
09.03.2005 NL 1028496
13.05.2005 NL 1029041

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.12.2012

73 Titular/es:
AKKOLENS INTERNATIONAL B.V. (100.0%)
OVERASEWEG 9
NL-4836 BA BREDA, NL

72 Inventor/es:
ROMBACH, MICHIEL CHRISTIAAN

74 Agente/Representante:
ARIAS SANZ, Juan

ES 2 393 510 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

Construcción mejorada de una lente artificial intraocular

5 Esta invención se refiere a una lente artificial intraocular con una potencia óptica variable que comprende dos elementos ópticos mutuamente desplazables en una dirección perpendicular al eje óptico en el que los elementos ópticos tienen una forma tal que presenten, en combinación, potencias ópticas diferentes en posiciones relativas diferentes y que comprende medios de colocación para colocar los elementos ópticos en el ojo y medios de accionamiento para accionar al menos uno de los elementos ópticos para ejecutar un movimiento con relación al otro elemento óptico.

También se ha descrito una lente intraocular de este tipo en la solicitud de patente holandesa 1025622.

10 La presente solicitud de patente describe el principio de aplicación de dos elementos ópticos que son mutuamente desplazables en una dirección perpendicular al eje óptico en una lente artificial intraocular. La solicitud cubre varias medidas básicas para la colocación, la fijación y el accionamiento de una lente artificial intraocular de este tipo en el saco capsular después de que se haya retirado el cristalino natural. Los elementos ópticos se pueden mover relativamente entre sí, conducidos por el músculo ciliar natural del ojo para obtener una función de acomodación.

15 El cuerpo ciliar del ojo del que forma parte el músculo ciliar se sitúa justo detrás del iris y delante del cuerpo vítreo del ojo. En la posición de reposo, el músculo ciliar tiene un diámetro relativo grande y en contracción se contrae a un músculo con un diámetro más pequeño. Este músculo conduce la función de acomodación. El saco capsular está situado dentro del músculo ciliar y el cristalino flexible natural del ojo está situado en el saco capsular. El saco capsular está conectado con el músculo ciliar por la zónula que se extiende de forma sustancialmente radial.

20 La acomodación natural del ojo con un cristalino natural se produce como sigue. Durante la visión lejana, el músculo ciliar se relaja y tiene un diámetro relativamente grande. Por tanto, se aplica una fuerza de tracción sobre la zónula estirando el saco capsular, lo que da como resultado un cristalino relativamente plano. El estado natural del músculo ciliar da como resultado una visión lejana. El músculo ciliar se contrae en una visión lejana dando como resultado un diámetro más pequeño. La zónula se relaja y el cristalino natural vuelve a su forma natural más cóncava.

25 Por lo tanto, el documento US-A-4 994 082 proporciona una lente artificial intraocular de potencia óptica variable, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación principal.

Este mecanismo de la técnica anterior tiene una construcción que es propensa al desgaste debido a los movimientos relativos de las partes ópticas en los hápticos.

30 El objetivo de la invención es proporcionar una lente artificial intraocular en la que se eviten los problemas de la técnica anterior.

El objetivo se logra por una lente del tipo referido anteriormente en la que los medios de accionamiento incluyen un elemento de conexión principalmente rígido conectado en un lado al elemento óptico, que los medios de colocación incluyen un componente de conexión flexible conectado al elemento óptico en un extremo de dicho elemento óptico opuesto al componente de conexión principalmente rígido y que cada uno de los componentes de conexión flexibles incluye al menos una estructura con forma de Ω .

35 Estas características permiten el movimiento de los elementos ópticos sin fricción.

De acuerdo con la primera realización, los elementos ópticos están adaptados para volver a una posición de reposo con la potencia óptica para una visión a una distancia corta. Esta es la situación más común en nuestra sociedad, mirar a una distancia corta, por ejemplo para leer o para mirar una pantalla de ordenador.

40 En una realización alternativa, los elementos ópticos están adaptados para volver a la posición de reposo con una potencia óptica para una visión lejana. En esta realización, los elementos se desplazan fuera de la posición de reposo en el alojamiento para una visión lejana corta.

Ambas realizaciones utilizan una estructura para accionar la lente artificial con alguna similitud con el mecanismo de accionamiento del cristalino del ojo natural.

45 Otra realización proporciona la medida de que los medios de colocación incluyen medios de detención activos en al menos una posición. Estos medios de detención pueden estar situados en posiciones constructivamente atractivas alrededor de la lente intraocular. Los medios de detención pueden estar situados de modo que los elementos estén activos en ambos extremos del intervalo de trabajo de modo que sirvan para definir el área sobre la que se pueden mover los elementos ópticos.

50 Otra realización proporciona la medida de que los medios de colocación estén adaptados para empujar el borde externo del saco hacia fuera y traer el borde en contacto mecánico con el músculo ciliar. El saco capsular está conectado, indirectamente, al músculo ciliar por cintas de soporte flexibles que se extienden en sentido radial. Esta medida conecta el borde del saco capsular al músculo ciliar de modo que los movimientos del músculo ciliar y se

transfieren directamente a los de los elementos ópticos de modo que se obtiene un acoplamiento más directo.

5 Otra realización preferida proporciona la medida de que los elementos ópticos forman una lente con la potencia dióptrica óptica más débil en su posición más superpuesta y una lente con la potencia dióptrica más fuerte en su posición menos superpuesta. Esto evita la situación de que a una apertura grande del iris la calidad de la visión esté impedida por el resplandor.

Una realización alternativa proporciona la medida de que los elementos ópticos forman una lente con la potencia óptica dióptrica más fuerte en su posición más superpuesta y una lente con la potencia óptica dióptrica más débil en su posición menos superpuesta. Esta realización tiene un tamaño reducido en el ojo con determinados diseños de una construcción de una lente artificial en el ojo.

10 Una realización siguiente proporciona una medida de que los medios de colocación estén adaptados para ajustar la posición de reposo a los elementos ópticos después de la implantación en el saco capsular. La lente artificial se implanta durante un procedimiento quirúrgico. A menudo, existe una necesidad de cierta ajustabilidad de los medios de colocación debido a que la situación en el ojo no se puede determinar de forma precisa de antemano. Junto con esto, es posible ajustar los medios de colocación durante la cirugía de acuerdo con la situación encontrada. Sin embargo, también es posible realizar el ajuste después, por ejemplo, cuando el usuario ha adquirido unas pocas semanas de experiencia con la lente intraocular artificial. Entonces, se pueden corregir las anomalías observadas durante este periodo.

20 Es interesante implementar esta realización incluyendo un elemento en los medios de colocación del que sea ajustable el tamaño. Esta ajustabilidad se obtiene incluyendo dos componentes en el elemento que sean mutuamente conectables en varias posiciones, por ejemplo, proporcionando uno de los componentes de patrones acoplables y proporcionando el otro elemento de los medios de acoplamiento adaptado para acoplar los patrones en diferentes posiciones. También es posible utilizar un elemento del que se pueda variar la longitud por un factor externo. Un ejemplo del mismo está formado por un elemento fabricado de un determinado polímero que se somete a una polimerización adicional a través del suministro de energía y que cambia su longitud durante esta polimerización adicional. Otro ejemplo es la aplicación de los denominados metales con memoria que pueden cambiar permanentemente su conformación debido a energía añadida, en la presente aplicación preferentemente luz láser. Se puede diseñar un elemento con una conformación de este tipo que pueda cambiar su longitud cuando cambia su conformación.

30 Una primera realización relativamente sencilla proporciona la medida de que los medios de accionamiento incluyen cuatro palancas de las que el primer par está conectado con el lado de uno de los elementos ópticos y el segundo par está conectado con el otro lado del otro elemento óptico y en el que una de las palancas de cada par está conectada con una primera parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar y las otras dos palancas están conectadas con una segunda parte de movimiento que se mueve en tándem con el músculo ciliar y que está situada opuesta a la primera parte.

35 Una realización alternativa proporciona la medida de que los medios de accionamiento comprendan un elemento de conexión principalmente rígido que está conectado en un lado con el elemento óptico y que está adaptado para conectarse en el otro lado con una parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar. Esta medida también proporciona una construcción relativamente simple que, además, proporciona un acoplamiento más directo entre el movimiento de la parte del saco capsular conectado al músculo ciliar y dicho elemento óptico.

40 Claramente, también es posible fabricar el elemento de conexión rígido tan rígido que todo el componente tenga una función de transmisión, de modo que no sean necesarios medios de guía adicionales. Esto hace que el componente rígido sea demasiado voluminoso. Una forma interesante de evitar esto es conectar los elementos ópticos en el lado opuesto por un componente de conexión al saco capsular.

45 Un componente de conexión de este tipo puede tener la configuración de una construcción deslizante o una construcción de articulación. Es preferible tener los medios de colocación que comprendan un elemento de conexión flexible que esté situado en el lado opuesto al elemento de conexión rígido, que esté conectado al elemento óptico y que esté diseñado de modo que se pueda conectar con el borde del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar. Por tanto, se obtiene un componente de soporte que es ligero en peso, que permite una construcción sencilla y eficaz.

50 Como se menciona anteriormente, la invención requiere la presencia de una conexión entre los componentes de conexión y la parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar. Para establecer una conexión de este tipo, los componentes rígidos y flexibles tienen anclas, también conocidas como "hápticos" en el lado opuesto del lado al que se unen los componentes al elemento óptico, anclas que permiten una conexión con la parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar. Estas anclas pueden ser una parte integrada de los componentes de conexión rígidos o flexibles.

55 Una lente intraocular se debe implantar durante un procedimiento quirúrgico. Esto implica que durante la implantación, el músculo ciliar está relajado. La lente intraocular de acuerdo con la primera realización estará (como resultado de los medios de colocación que empujan la construcción a la posición de reposo) en la posición de reposo. Después, la lente

5 intraocular tiene su potencia óptica más alta y los medios de accionamiento están contraídos. Durante la implantación de la lente artificial intraocular puede que haya una conexión insuficiente entre los componentes de conexión rígidos y flexibles, las anclas y el borde del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar. Se requiere una conexión de este tipo para conectar los componentes de conexión y la parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar para permitir un funcionamiento apropiado de la lente intraocular que se está acomodando. Para proporcionar un contacto de este tipo, una realización adicional proporciona la característica de que la lente intraocular comprende elementos de fijación que están activos durante un periodo limitado y que permiten el contacto entre los componentes de conexión rígidos y flexibles y la parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar. Estos elementos de fijación conectan los componentes de fijación rígidos y flexibles y la parte del capsular que se mueve en tándem con el saco capsular de modo que a estas partes se les ofrece la posibilidad de crecer juntas.

15 La medida anterior requiere que la función de acomodación no esté bloqueada después del periodo limitado durante el que crece la conexión permanente. Por lo tanto, una realización adicional proporciona la medida de que los elementos de fijación se fabriquen a partir de un material soluble en los líquidos presentes en el ojo. Se asume que el procedimiento de disolución lleva un tiempo suficientemente larga como para permitir el crecimiento juntos de los componentes de conexión y la parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar.

20 En otra realización más, se incluye una estructura con forma de Ω en cada uno de los componentes de conexión flexibles. Esta estructura con forma de Ω se puede fabricar de forma sencilla por un procedimiento de molienda o moldeo y se ha mostrado en cálculos que esta conformación se adapta bien debido a una distribución favorable de las tensiones mecánicas. Esto es importante debido a que la fatiga de los materiales se ha de evitar tanto como sea posible.

Una realización preferida de la invención incluye medios de detención. Las estructuras con forma de Ω descritas anteriormente ofrecen la opción de implementar estos medios de detención como hombros de detención provistos en estas estructuras con forma de Ω . Esta es una medida sencilla para la inclusión de hombros de detención.

25 En una construcción alternativa, la flexibilidad se obtiene por la medida de que los componentes de conexión flexibles incluyan un componente longitudinal que se extienda de forma sustancialmente perpendicular a la dirección del movimiento de los elementos ópticos, conectado en ambos extremos al ancla y que esté conectado al elemento óptico en una posición intermedia. Parece que esta configuración presenta propiedades mecánicas interesantes.

30 La tecnología y los materiales modernos ofrecen posibilidades de fabricar una lente intraocular delgada de acuerdo con la invención. Sin embargo, esto conduce al problema de que la lente se pueda volver demasiado blanda y las superficies ópticas se puedan deformar por fuerzas ejercidas en las mismas durante el procedimiento de acomodación. Esto conducirá a un deterioro de la calidad óptica de la lente que resulta de los elementos ópticos. Esto se puede evitar por la medida de proporcionar elementos de refuerzo que se extiendan alrededor del borde de los elementos ópticos por los que los elementos obtendrán la rigidez requerida.

35 La tecnología de unión moderna ofrece la posibilidad de que el borde reforzado se fabrique a partir de un material diferente en comparación con el material a partir del que se fabrican los elementos ópticos. Esto ofrece la medida de elegir los materiales con especificaciones óptimas que cumplan los requisitos específicos.

40 El saco capsular dentro del que se insertan los elementos ópticos puede estar en contacto con el óptico y pegarse o adherirse a ellos o incluso crecer juntos. Esto puede afectar al funcionamiento de la función de acomodación de la lente intraocular. Para evitar esto, las anclas se ajustan con componentes espaciadores que se extienden en la dirección del eje óptico y que mantienen el lado frontal y el lado posterior del saco capsular lejos de los elementos ópticos.

45 Una realización específica ofrece la medida de que las anclas tengan una conformación tal que se adapten elásticamente a los cambios en el diámetro del saco capsular. El saco capsular es una unidad dinámica; cambia su conformación y diámetro como consecuencia de las condiciones de la contracción o relajación del músculo ciliar.

El principio de esta invención requiere el uso de al menos dos elementos ópticos. El inventor de la presente invención ha observado que estos elementos pueden ser idénticos. Esto conduce a enormes ventajas desde un punto de vista de fabricación. Se debe destacar que esta característica no se refiere sólo a los elementos ópticos sino también a los componentes conectados a los elementos ópticos.

50 Claramente, los dos elementos se deben colocar girados sobre dos ejes diferentes. Los elementos ópticos también pueden tener conformaciones diferentes o la función de acomodación de uno de los elementos ópticos se puede superponer sobre una lente de una potencia óptica fija que corrige la refracción básica del ojo. Entonces, resultan elementos ópticos diferentes.

55 Los conectores y las anclas flexibles y los conectores y las anclas rígidos se pueden fabricar a partir del mismo material. Esta característica ofrece la oportunidad de producir todos estos componentes por el mismo procedimiento de fabricación, tal como torneado y molienda o por moldeo.

Es posible fabricar los elementos ópticos y otros componentes a partir de materiales diferentes de modo que se pueda optimizar la elección de los materiales para cada función.

5 Puede ser interesante, también dependiendo de los materiales elegidos, fabricar los elementos por separado para conectarlos después. Esta realización se refiere también a un procedimiento de fabricación de una lente artificial intraocular que comprende al menos dos elementos ópticos y medios para colocar los elementos ópticos en el saco capsular en el que ambos elementos ópticos están conectados antes de la implantación de la lente artificial en el saco capsular.

10 Es interesante que al menos una de las conexiones entre los elementos ópticos, los conectores flexibles y rígidos y las anclas se obtenga por una conexión de ajuste de forma mecánica. Una conexión de este tipo se puede realizar de forma sencilla y sin la aplicación de medios adicionales.

Esta realización se refiere también a un procedimiento para la fabricación de una lente artificial intraocular que comprende al menos dos elementos ópticos y medios de colocación para colocar los elementos ópticos en el saco capsular en el que los elementos ópticos se conectan a los medios de colocación durante la cirugía en la que la lente intraocular se coloca en el saco capsular.

15 También es posible que al menos una de las conexiones entre los elementos ópticos, los componentes de conexión flexibles y rígidos y las anclas comprenda una conexión pegada. El tipo de pegamento se ha de seleccionar cuidadosamente para que no afecte a la funcionalidad de la lente.

20 Se obtiene una realización interesante excepcional cuando al menos una de las conexiones entre los elementos ópticos, los componentes de conexión flexibles y rígidos y las anclas se obtiene por polimerización repetida de los materiales.

Otra opción es que al menos una de las conexiones entre los elementos ópticos, los componentes de conexión flexibles y rígidos y las anclas se obtenga por una conexión soldada. Las tecnologías de láser y ultrasónicas son ejemplos de estas tecnologías de soldadura.

25 También es posible que al menos una de las conexiones entre los elementos ópticos, los componentes de conexión flexibles y rígidos y las anclas se forme por una conexión moldeada. Es posible usar los mismos o usar materiales diferentes para los diversos elementos y componentes.

30 Cuando se aplican conexiones de ajuste de forma, las conexiones deben ser preferentemente posibles a diversas posiciones relativas. Esto ofrece la oportunidad de variar la posición relativa de los elementos ópticos y la opción de adaptar la especificación óptica a la condición del usuario. Un procedimiento de este tipo puede tener lugar durante la implantación de la lente artificial intraocular. La presente invención también se refiere al procedimiento de trabajo en el que, durante la implantación, se determina el tamaño del saco capsular y en el que los elementos ópticos con los medios de colocación se conectan de acuerdo con dicha medida.

35 Después de la implantación, se han de fijar las anclas a la parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar. Se asume que las anclas crecen junto con el tejido del saco capsular. Es una opción proporcionar las anclas con una superficie rugosa o corrugada para estimular este procedimiento de crecimiento. El término rugosa o corrugada incluye extensiones con otras conformaciones u otros patrones de incremento del área de superficie.

40 Adicionalmente, se debe indicar que para la aplicación de las características de la presente invención, los elementos ópticos se deben mover sobre una determinada distancia para crear una diferencia suficiente en la potencia óptica entre las posiciones de los extremos. Podría ser el caso que el cambio en el diámetro interno del músculo ciliar sea insuficiente para la aplicación de la presente invención.

Esto se puede solucionar en principio por la aplicación de un sistema de palancas que convierte movimientos pequeños del músculo ciliar en un movimiento grande de los elementos ópticos.

45 También es posible utilizar otras formas de energía añadida tales como micromáquinas que se incluyen en el torrente circulatorio o que reaccionan a potenciales eléctricos o al músculo ciliar o a movimientos del párpado. Se puede utilizar el músculo ciliar o la dirección de la visión representado por la posición del globo ocular o el iris para el control de los movimientos de los elementos ópticos. No se excluyen otras fuentes de información para el control o para la energía, tales como la energía para hacer funcionar el sistema, tal como la energía de la luz.

La presente invención se ilustrará por las figuras adjuntas que muestran:

Figura 1: Un diagrama en perspectiva para la explicación de la presente invención;

50 Figura 2: Una vista de sección transversal en el plano transversal al eje óptico de un elemento óptico de una lente artificial intraocular de acuerdo con la primera realización;

Figura 3: Una vista de sección transversal comparable a la figura 2 de la segunda realización;

Figura 4: Una vista de sección transversal paralela al eje óptico de una lente artificial intraocular de acuerdo con otra realización;

Figura 5: Una vista de sección transversal de otra realización de una lente artificial intraocular en otra realización de la invención; y

5 Figura 7: Una vista de sección transversal de una realización específica de la invención.

La figura 1 muestra un diagrama en perspectiva de la lente artificial intraocular de acuerdo con la invención en el que la lente se designa con un 1 como un todo. La lente comprende dos elementos ópticos 2, 3, ambos colocados en el eje óptico 4 de la lente. Las características ópticas de la lente 1 cambian con un desplazamiento mutuo de los elementos ópticos. Los elementos ópticos 2,3 están separados. Los elementos pueden estar en contacto desde un punto de vista óptico, pero que se toquen es menos interesante desde un punto de vista biológico con relación a depósitos en los elementos ópticos y a un posible pegado.

El elemento óptico superior 2 está conectado al ancla 6 por un componente de conexión rígido 5 para unir la lente artificial intraocular en el saco capsular, la cavidad natural en el ojo para el cristalino. El elemento óptico inferior 3 está conectado al ancla 8 por un componente de conexión rígido 7. Las anclas 6,8 se extienden en posiciones opuestas y están adaptadas para su unión a la parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar.

El elemento óptico 2 está conectado por el componente de conexión flexible 9 al ancla 10 en el lado opuesto al elemento de conexión rígido. Además, el elemento óptico 3 está conectado por un componente de conexión flexible 11 al ancla 12 en el lado opuesto al componente de conexión rígido. Las anclas 10 y 12 sirven de forma similar a las anclas 6 y 8 para soportar los elementos ópticos 2, 3, respectivamente. La flexibilidad de los componentes de conexión flexibles 9,11 permite el movimiento de los elementos ópticos 2,3. Los elementos ópticos superiores 2 se moverán en tándem con los movimientos del ancla 6 y con los movimientos de la parte del saco capsular conectada a ellos que se mueve en tándem con el músculo ciliar como consecuencia de esta configuración. De forma similar, el elemento óptico 3 se moverá en tándem con el ancla 8. Los elementos ópticos mostrarán un movimiento lineal mutuo de acuerdo con esta configuración. También es posible construir los componentes de conexión de tal forma que los elementos ópticos mostrarán una rotación mutua o un movimiento compuesto. En centro de rotación se puede situar fuera de los elementos ópticos en el caso de un diseño para movimientos rotacionales.

El par de anclas 6,12 se puede conectar y el par y 8,10 se puede conectar de diversas formas. Sin embargo, es una opción dejar los pares desconectados. Sin embargo, todas las anclas se deben unir al saco capsular.

Las anclas 6, 8, 10, 12 se han ajustado con una extensión 13 para crear un espacio entre el saco capsular y los elementos ópticos.

Por último, se señala que esta figura es una representación esquemática y pretende ilustrar los diversos elementos, sus posiciones relativas y sus funciones. La conformación de los diversos elementos se puede desviar, y se desviará en la mayoría de los casos, de forma significativa.

La figura 2 muestra la construcción del elemento óptico 2 y los componentes unidos al mismo con más detalle. Esto se refiere, en particular, al componente de conexión flexible 9 que se ajusta con el componente con forma de Ω 15. La configuración del componente con forma de Ω proporciona un cierto grado de flexibilidad. Otras conformaciones tales como conformaciones de rosca o conformaciones en espiral no están excluidas aunque se ha mostrado que el componente con forma de Ω tiene ventajas con relación a la prevención de la concentración de la tensión mecánica. El elemento flexible 9 también se ajusta con dos elementos de detención 16, 17 respectivamente, que definen la posición de reposo de los elementos ópticos 2 y 3, pero no están excluidas otras configuraciones.

Otra variación se ilustra en la figura 3, en la que, en lugar de un componente con forma de Ω 15, se aplican dos de estas configuraciones 15A y 15B, ambas colocadas en el mismo plano. En esta configuración, las posibles fuerzas laterales se compensan de modo que sólo permanecen las fuerzas que actúan longitudinalmente a lo largo del componente de conexión flexible.

En la figura 4 se ilustra una variación en la que los elementos ópticos 2,3 se fabrican tan finos que los elementos tienen una rigidez insuficiente. Los elementos ópticos 2,3 se ajustan ambos con un soporte engrosado 18 a lo largo del borde para evitar posiciones no definidas. Además, el bucle del componente con forma de Ω se extiende en un plano paralelo al eje óptico. Después, también es posible aplicar dos bucles situados en el mismo plano.

Un enfoque alternativo para la suspensión de elementos ópticos se ilustra en la figura 5. El músculo ciliar mueve dos anclas situadas de forma diagonal y opuesta 20, 21 conectadas por cuatro palancas 22, 23, 24, 25 que están situadas en la conformación de un rombo. Se incluyen bisagras entre cada una de las palancas y las anclas y entre las palancas 22 23 y entre las palancas 24,25. Las últimas bisagras también están conectadas al elemento óptico 2, 3, respectivamente. El movimiento de la anclas 20 y 21 dará como resultado el movimiento mutuo de los elementos ópticos 2 y 3. No se incluyen elementos flexibles en esta realización cuando en comparación con la realización preferida. Sin embargo, se pueden incluir brazos de detención 26,27 para definir la posición de reposo. Se pueden incluir brazos de detención para definir la posición en el otro extremo del movimiento.

5 En la figura 6 se muestra en detalle una opción para la conexión entre los elementos ópticos y el componente de conexión rígido. En el presente documento, es posible un ajuste o una adaptación entre ambos elementos 2,9 respectivamente. El componente de conexión rígido incluye un número de muescas 28 que se han adaptado para engranar un número de protuberancias 29 unidas al elemento óptico. Es posible conectar el elemento óptico con el componente de conexión rígido en diversas posiciones mutuas a través de un gran número de muescas. Esta medida permite la adaptación de la posición mutua de ambos elementos ópticos en la posición de reposo y de este modo la potencia óptica en la posición de reposo. Esta medida proporciona la opción de realizar esta adaptación en una etapa posterior, por ejemplo, durante la cirugía para la colocación de la lente.

10 En la figura 7 se proporciona una configuración alternativa de un componente de conexión flexible y el ancla conectada, en la que sólo se presenta un elemento óptico. El componente de conexión incluye un componente oblongo 30 que está colocado de forma transversal al eje del movimiento de los elementos ópticos. Este componente de conexión oblongo 30 está en su extremidades conectado a las partes de conexión 31, 32 al ancla 12 y conectado por un puente 33 al elemento óptico 2. En esta realización, se proporciona flexibilidad por el componente oblongo 30 y las partes de conexión 31 y 32. Se debe señalar que las partes de conexión 31,32 deben estar dobladas para obtener una distribución óptima de las fuerzas. Como resultado, se forma una conformación algo ovalada cerrada por el ancla 12, las partes de conexión 31 y 32 y el componente de conexión oblongo 30. Se pueden incluir elementos de detención 34,35 en la abertura formada por 12, 30, 31 y 32. Estos elementos de detención proporcionan una función similar a los tapones 16,17 presentados en la figura 2. Es evidente que la lente intraocular de acuerdo con la invención está compuesta de dos elementos ópticos que están rotados mutuamente sobre un ángulo de 180° de acuerdo con la configuración presentada en la figura 1.

15 Se muestra anteriormente que el ajuste puede tener lugar entre los elementos ópticos y los elementos de conexión rígidos, pero la función de ajuste también se puede incorporar entre el componente de conexión rígido y el ancla o entre el elemento óptico y el elemento de conexión flexible o entre el elemento de conexión flexible y el ancla unida. También es una opción una combinación de todas estas medidas.

25 Es evidente que también se pueden aplicar otras configuraciones aparte de las configuraciones presentadas con un número de muescas y protuberancias. Por ejemplo, se pueden añadir partes de diversas longitudes para sustituir los componentes de conexión rígidos o flexibles.

30 En términos generales, debe ser evidente que se pueden aplicar combinaciones de las medidas de las diversas realizaciones descritas anteriormente. También es posible desviarse de las realizaciones descritas sin violación de la protección de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Lente artificial intraocular (1) de potencia óptica variable, que comprende:
 - dos elementos ópticos (2,3) que son mutuamente desplazables en una dirección perpendicular al eje óptico (4) en el que los elementos ópticos (2,3) tienen una conformación tal que presentan, en combinación, potencias ópticas diferentes en posiciones relativas diferentes,
 - medios de colocación (9-12) para colocar los elementos ópticos (2,3) en el ojo,
 - medios de accionamiento (5-8) para accionar al menos uno de los elementos ópticos (2,3) para ejecutar un movimiento relativo al otro elemento óptico (3;2), en el que los medios de colocación (9-12) están adaptados para empujar los elementos ópticos (2,3) hasta una posición de reposo cuando los medios de accionamiento (5-8) están inactivos, **caracterizado porque** los medios de accionamiento (5-8) incluyen un elemento de conexión principalmente rígido (5,7) conectado por un lado a un elemento óptico (2, 3), porque los medios de colocación (9-12) incluyen un componente de conexión flexible (9,11) conectado al elemento óptico (2,3) en un extremo de dicho elemento óptico opuesto al componente de conexión principalmente rígido (5,7) y porque cada uno de los componentes de conexión flexibles (9, 11) incluye al menos una estructura con forma de Ω (15).
2. Lente artificial intraocular de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** los elementos ópticos (2,3) en el estado de reposo presentan una potencia óptica relacionada con la visión cercana.
3. Lente artificial intraocular de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** los elementos ópticos (2,3) en el estado de reposo presentan una potencia óptica relacionada con la visión lejana.
4. Lente artificial intraocular de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizada porque** los elementos ópticos (2,3) forman una lente con la potencia dióptrica óptica más débil en su posición más superpuesta y una lente con la potencia dióptrica óptica más fuerte en su posición menos superpuesta.
5. Lente artificial intraocular de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizada porque** los elementos ópticos (2,3) forman una lente con la potencia dióptrica óptica más fuerte en su posición más superpuesta y una lente con la potencia dióptrica óptica más débil en su posición menos superpuesta.
6. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la construcción incluye brazos de detención (16,17) para detener el movimiento adicional de los elementos ópticos (2,3) en una o más direcciones.
7. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el elemento de conexión principalmente rígido (5,7) está adaptado en su lado opuesto para conectarse a una parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar y que el componente de conexión flexible (9,11) en su otro extremo está adaptado para conectarse a una parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar.
8. Lente artificial intraocular de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada porque** los medios de colocación (9-12) están diseñados para empujar el borde del saco capsular en contacto con el músculo ciliar durante la implantación de la lente en el saco capsular y que los medios de accionamiento (5-8) están adaptados para conectarse a una parte del saco capsular.
9. Lente artificial intraocular de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizada porque** los medios de colocación (9-12) están adaptados para ajustar la posición de reposo de los elementos ópticos (2,3) después de la implantación del mismo en el saco capsular.
10. Lente artificial intraocular de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizada porque** los medios de colocación (9-12) incluyen un elemento (28, 29) del que su tamaño es ajustable.
11. Lente artificial intraocular de acuerdo con una de las reivindicaciones 7-10, **caracterizada porque** el lado de los elementos de conexión rígidos y flexibles (5,7,9,11) situados respectivamente opuestos al lado que está conectado al elemento óptico (2,3) está ajustado con anclas (6,8,10,12) para la conexión a una parte del saco capsular que se mueve en tándem con el músculo ciliar.
12. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los elementos ópticos (2,3) están ajustados con una estructura de refuerzo (18) alrededor del borde.
13. Lente artificial intraocular de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada porque**, la estructura de refuerzo (18) es de un material diferente al material del que están fabricados los elementos ópticos (2,3).
14. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-13, **caracterizada porque** las anclas (6,8,10,12) están ajustadas con espaciadores (13) que se extienden en la dirección del eje óptico (4) para mantener una distancia entre los elementos ópticos (2,3) y el saco capsular.

15. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-14, **caracterizada porque**, las anclas (13) tienen una conformación flexible para el ajuste a los cambios en el diámetro del saco capsular.
- 5 16. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-15, **caracterizada porque**, los elementos ópticos (2,3), los componentes de conexión flexibles (9,11) y los componentes de conexión rígidos (5,7) están fabricados del mismo material.
17. Lente artificial intraocular de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-16, **caracterizada porque** los elementos ópticos (2,3), los componentes de conexión flexibles (9,11) y los componentes de conexión rígidos (5,7) están fabricados de materiales mutuamente diferentes.
- 10 18. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-17, **caracterizada porque** al menos una de las conexiones entre los elementos ópticos (2,3), los componentes de conexión flexibles (9,11), los componentes de conexión rígidos (5,7) y las anclas (6,8,10,12) se forma por una conexión de ajuste de forma.
19. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-17, **caracterizada porque** al menos una de las conexiones entre los elementos ópticos (2,3), los componentes de conexión flexibles (9,11), los componentes de conexión rígidos (5,7) y las anclas (6,8,10,12) se forma por una conexión pegada.
- 15 20. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-17, **caracterizada porque** al menos una de las conexiones entre los elementos ópticos (2,3), los componentes de conexión flexibles (9,11), los componentes de conexión rígidos (5,7) y las anclas (6,8,10,12) se forma por polimerización repetida de los materiales.
- 20 21. Lente artificial intraocular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-18, **caracterizada porque** al menos una de las conexiones entre los elementos ópticos (2,3), los componentes de conexión flexibles (9,11), los componentes de conexión rígidos (5,7) y las anclas (6,8,10,12) se forma por una conexión moldeada.

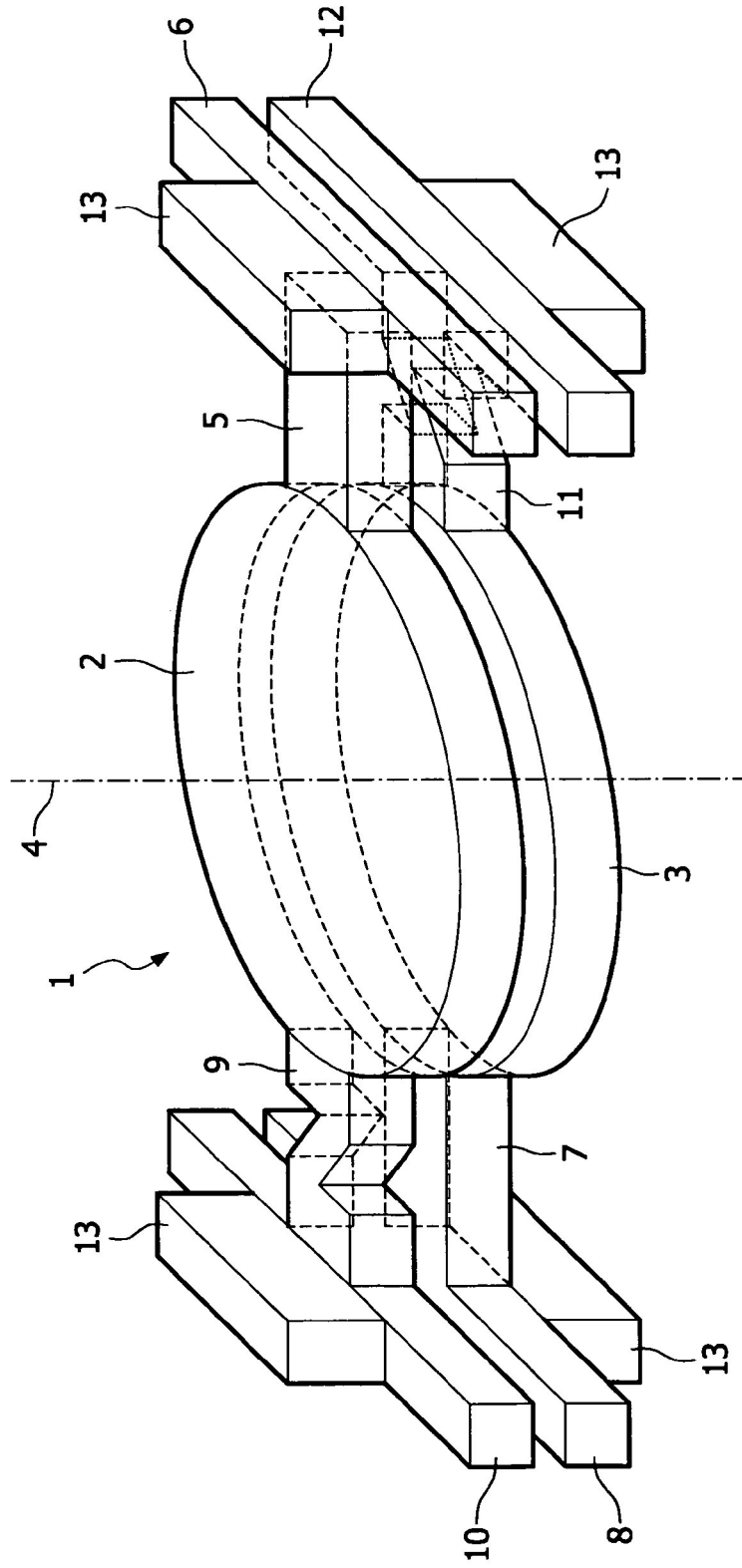


FIG. 1

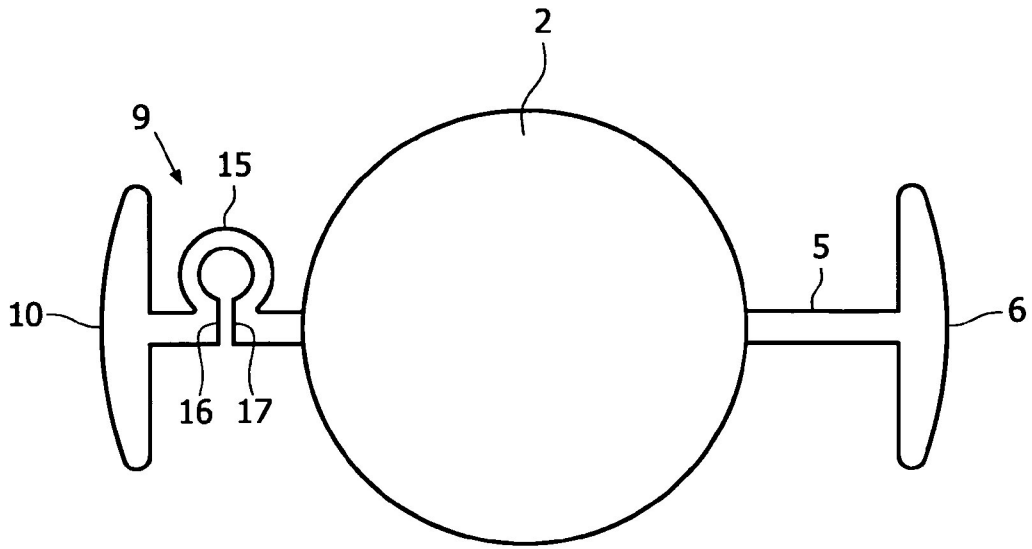


FIG. 2

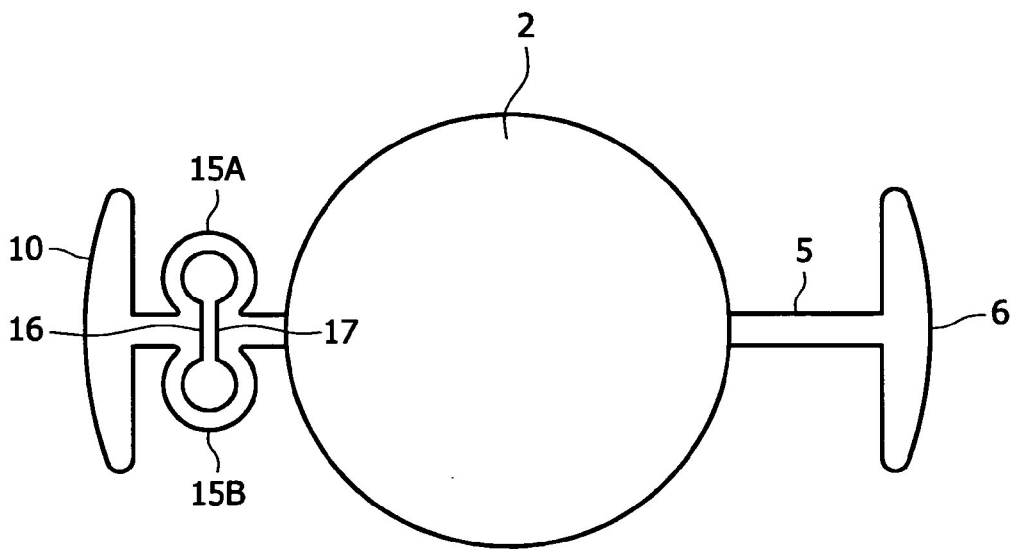


FIG. 3

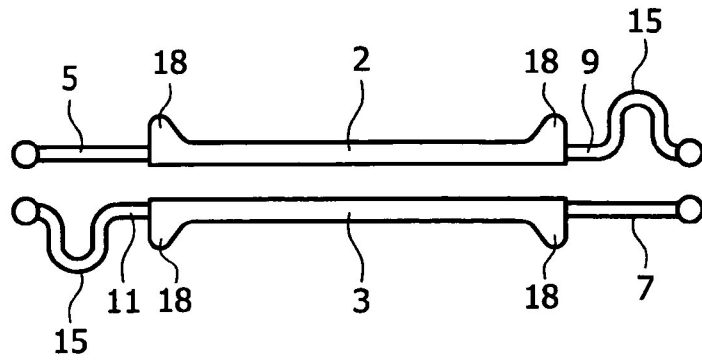


FIG. 4

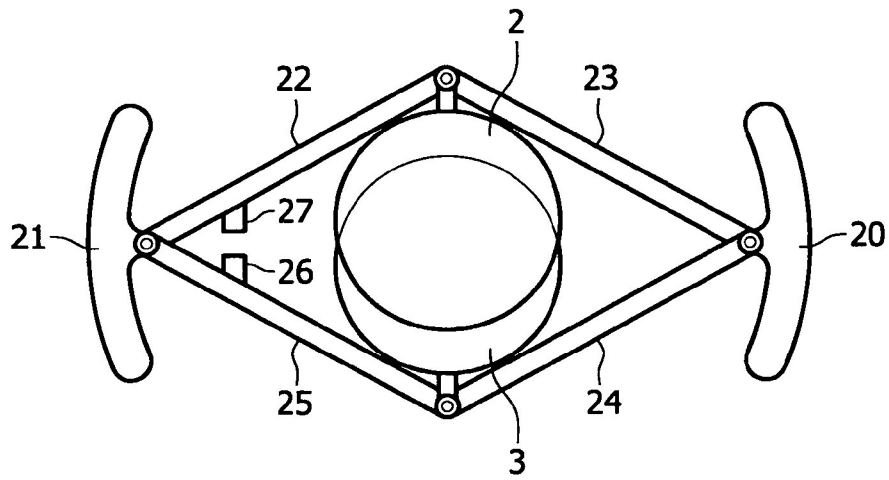


FIG. 5

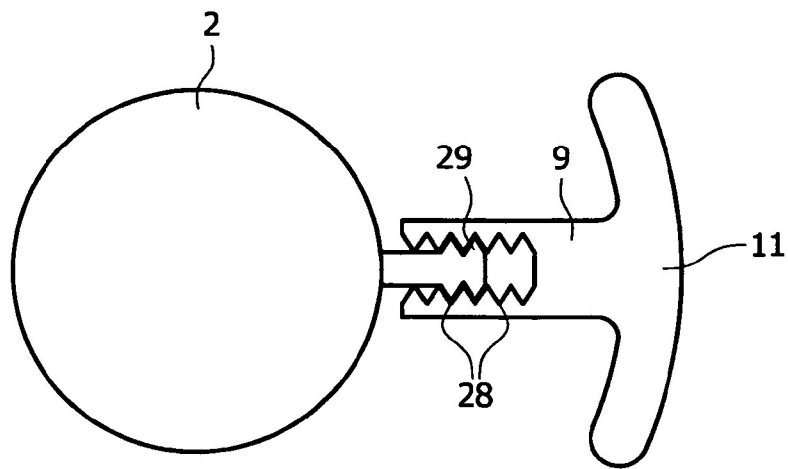


FIG. 6

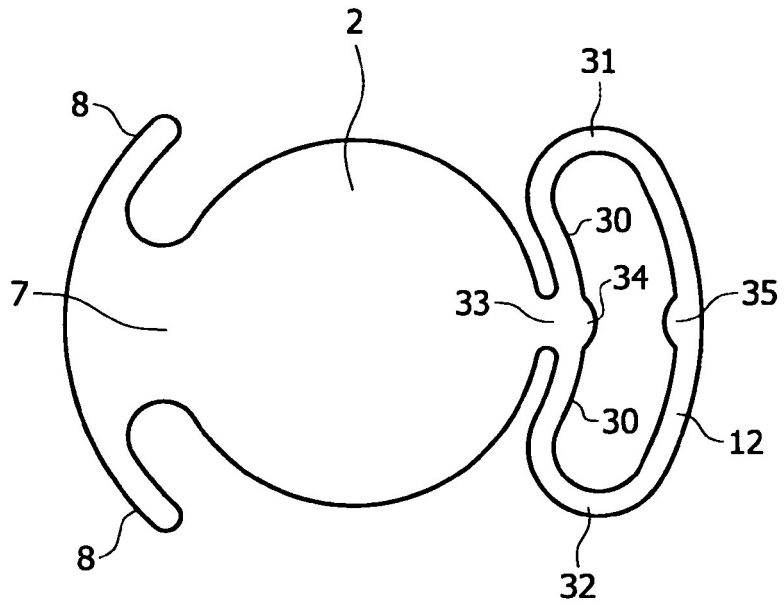


FIG. 7