

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 299**

51 Int. Cl.:

A61F 2/16 (2006.01)

G02B 3/14 (2006.01)

G02B 26/00 (2006.01)

G02C 7/04 (2006.01)

G02C 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2012 PCT/US2012/053068**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013 WO13033349**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2012 E 12772151 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2750627**

54 Título: **Sistema de lente intraocular controlada por microprocesador**

30 Prioridad:

31.08.2011 US 201161529350 P

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

24.07.2017

73 Titular/es:

**JOHNSON & JOHNSON VISION CARE, INC.
(100.0%)
7500 Centurion Parkway, Suite 100
Jacksonville, FL 32256, US**

72 Inventor/es:

**PUGH, RANDALL B.;
OTTS, DANIEL B.;
FLITSCH, FREDERICK A. y
PLAPP, JANET**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 626 299 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**Sistema de lente intraocular controlada por microprocesador****Campo de uso**

5 La presente invención se refiere generalmente a una lente intraocular controlada con un microprocesador. Algunas realizaciones incluyen una lente intraocular con un menisco líquido.

Antecedentes

10 WO2011143554A1 se refiere a una lente de menisco líquida arqueada. WO2005088388A1 se refiere a una lente con enfoque variable.

15 Desde mediados del siglo XX se han implantado lentes intraoculares (LIOs) en ojos, sustituyendo una lente cristalina natural del paciente que está nublada por cataratas o cambiando la potencia óptica del ojo. Inicialmente, las LIOs eran lentes monofocales fijas de una potencia para proporcionar corrección solamente para visión a distancia. Incluso hoy, una mayoría de LIOs implantadas durante cirugía ocular son monofocales, lo que requiere que un paciente lleve gafas para corrección de visión cercana.

20 Los avances más recientes han incluido LIOs multifocales que proporcionan al paciente una corrección tanto para visión a distancia como para visión cercana. Las LIOs multifocales emplean la misma tecnología que las lentes de contacto multifocales, pero están implementadas en una lente intraocular.

25 Algunas LIOs actualmente aseguran capacidades adaptables, proporcionando al paciente una acomodación visual limitada. Las LIOs flexibles están diseñadas para permitir al ojo cambiar el enfoque en objetos cercanos. Las versiones actuales de LIOs flexibles se basan en cambios físicos en el ojo para efectuar un cambio en la forma de una lente intraocular, dando como resultado un cambio en la potencia óptica de la lente. En muchas implementaciones, las propiedades ópticas de LIOs flexibles no pueden cambiarse después de su implantación, aunque tales cambios pueden ser deseables por una variedad de razones. En muchos casos, la prescripción de visión de un paciente cambia como resultado de la cirugía ocular necesaria para implantar una LIO. El cierre y curación de la incisión pueden inducir astigmatismo cuando partes del ojo se juntan para cerrar la incisión. Además, a medida que un paciente envejece y los músculos ciliares en los ojos se debilitan, los ojos dejan de ser capaces de ejercer la fuerza necesaria para cambiar la forma de una LIO y conseguir el nivel deseado de acomodación. Finalmente, incluso un error mínimo en la prescripción inicial de LIO dejará al paciente con menos de la visión óptima.

35 Más recientemente, se ha teorizado que pueden incorporarse componentes electrónicos a una lente intraocular. Los componentes electrónicos pueden posibilitar que una lente intraocular que incluye una lente de menisco líquida proporcione enfoque variable que pueda controlarse y ajustarse en una variedad de maneras.

40 Resumen

Por consiguiente, la presente invención proporciona un sistema de lente intraocular controlado por un microprocesador, que incluye una lente de menisco líquida y sistemas electrónicos de soporte.

45 La presente invención también proporciona un sistema de lente intraocular que comprende:

una lente curva delantera que comprende una superficie exterior de lente curva delantera y una superficie interior de lente curva delantera;

50 una lente curva trasera que comprende una superficie interior de lente curva trasera y una superficie exterior de lente curva trasera estando dicha lente curva trasera colocada próxima a dicha lente curva delantera de tal manera que dicha superficie interior de lente curva delantera y dicha superficie interior de dicha lente curva trasera formen una cavidad entre ella y formen un montaje de lente, siendo dicha lente curva delantera y lente curva trasera del tamaño y forma adecuados para sustituir una lente intraocular en un ojo humano;

55 un volumen de aceite y un volumen de solución salina contenidos dentro de la cavidad con un menisco formado entre dicho aceite y dicha solución salina, donde dicho menisco comprende una característica óptica;

60 un baño conductor en al menos una parte de una o ambas de dicha superficie interior de lente curva delantera y dicha superficie interior de lente curva trasera, comprendiendo dicha parte un área de perímetro de dicha superficie interior de lente curva delantera y dicha superficie interior de lente curva trasera; y

65 una fuente de potencia dispuesta en una zona eléctrica para suministrar una carga eléctrica al baño conductor, donde el montaje de lente está contenido en una zona óptica del sistema de lente intraocular y la zona eléctrica está en un área alrededor de la periferia de la zona óptica, y donde la aplicación de la carga eléctrica es suficiente para provocar un cambio de la característica óptica de dicho menisco.

El sistema de lente intraocular puede comprender un procesador colocado próximo a la lente curva delantera y a la lente curva trasera, estando dicho procesador en comunicación eléctrica para controlar la aplicación de la carga eléctrica al baño conductor.

5 El sistema de lente intraocular puede además comprender un adhesivo que asegure dicha lente curva delantera en la posición próxima a la lente curva trasera.

10 Al menos una de dicha superficie exterior de lente curva delantera y dicha superficie exterior de lente curva trasera puede comprender una forma arqueada. Preferentemente, tanto dicha superficie exterior de lente curva delantera como dicha superficie exterior de lente curva trasera comprenden una forma arqueada. La lente curva delantera puede tener una superficie interior arqueada cóncava y una superficie exterior arqueada convexa. Además o alternativamente, la lente curva trasera puede tener una superficie interior arqueada convexa y una superficie exterior arqueada cóncava.

15 Preferentemente, la lente curva delantera tiene una superficie interior arqueada cóncava y una superficie exterior arqueada convexa y la lente curva trasera tiene una superficie interior arqueada convexa y una superficie exterior arqueada cóncava. Tal sistema de lente intraocular arqueada puede colocarse convexo hacia el exterior del ojo, o convexo hacia el interior del ojo.

20 Alternativamente, la lente curva delantera puede tener una superficie interior arqueada cóncava y una superficie exterior arqueada convexa y la lente curva trasera puede tener una superficie interior arqueada cóncava y una superficie exterior arqueada convexa, formando así un sistema de lente intraocular bi-convexo.

25 La fuente de potencia en el sistema de lente intraocular puede comprender una batería de ion de litio.

El sistema de lente intraocular puede además comprender un transmisor inalámbrico para comunicar lógica a y del procesador.

30 La lógica comunicada puede modificar un enfoque de la característica óptica formada por el menisco.

35 El volumen de aceite puede ser menor que el volumen de solución salina contenida en la cavidad en el sistema de lente intraocular. Adecuadamente, el volumen de aceite es menor que el volumen de solución salina contenida en la cavidad cuando la lógica comunicada modifica un enfoque de la característica óptica formada por el menisco. En cualquiera de los sistemas de lente intraocular aquí descritos, el volumen de aceite puede comprender aproximadamente 66% o más por volumen en comparación con la cantidad de solución salina. El volumen de aceite puede comprender aproximadamente 90% o menos por volumen en comparación con una cantidad de solución salina.

40 El baño conductor en cualquiera de los sistemas de lente intraocular aquí descritos puede comprender oro o plata. Preferentemente, el baño conductor es biocompatible.

45 El baño conductor en cualquiera de los sistemas de lente intraocular aquí descritos puede extenderse desde un área interior a la cavidad a un área exterior a la cavidad.

El área de baño conductor exterior a la cavidad puede formar un terminal eléctrico para proporcionar una carga eléctrica al baño conductor en base a una señal desde el procesador. La carga eléctrica puede comprender una corriente directa.

50 La carga eléctrica puede comprender aproximadamente 20,0 voltios.

La carga eléctrica puede comprender entre aproximadamente 18,0 voltios y 22,0 voltios. La carga eléctrica puede comprender aproximadamente 5,0 voltios. La carga eléctrica puede comprender entre aproximadamente 3,5 voltios y 7,5 voltios.

55 La superficie exterior de lente curva delantera del sistema de lente intraocular puede comprender una potencia óptica que es aproximadamente 0 o puede ser diferente a aproximadamente 0. La potencia óptica puede ser una potencia positiva o negativa. Adecuadamente, la potencia óptica puede estar entre -8,0 y +8,0 dioptrías. Preferentemente, cuando el sistema de lente intraocular comprende además un adhesivo que asegura dicha lente curva delantera en la posición próxima a la lente curva trasera, donde al menos una de dicha superficie exterior de lente curva delantera y dicha superficie exterior de lente curva trasera comprende una forma arqueada, la superficie exterior de lente curva delantera del sistema de lente intraocular comprende una potencia óptica diferente a aproximadamente 0. La superficie interior de la lente curva delantera del sistema de lente intraocular puede comprender una potencia óptica que es aproximadamente 0 o puede ser diferente a aproximadamente 0. La potencia óptica puede ser una potencia positiva o negativa. Adecuadamente, la potencia óptica puede estar entre -8,0 y +8,0 dioptrías. Preferentemente, cuando el sistema de lente intraocular comprende además un adhesivo que

asegura dicha lente curva delantera en la posición próxima a la lente curva trasera, donde al menos una de dicha superficie exterior de lente curva delantera y dicha superficie exterior de lente curva trasera comprende una forma arqueada, la superficie interior de lente curva delantera del sistema de lente intraocular comprende una potencia óptica diferente a aproximadamente 0.

5 La superficie interior de lente curva trasera del sistema de lente intraocular puede comprender una potencia óptica que es aproximadamente 0 o puede ser diferente a aproximadamente 0. La potencia óptica puede ser una potencia positiva o negativa. Adecuadamente, la potencia óptica puede estar entre -8,0 y +8,0 dioptrías. Preferentemente, cuando el sistema de lente intraocular comprende además un adhesivo que asegura dicha lente curva delantera en la posición próxima a la lente curva trasera, donde al menos una de dicha superficie exterior de lente curva delantera y dicha superficie exterior de lente curva trasera comprende una forma arqueada, la superficie interior de lente curva trasera del sistema de lente intraocular comprende una potencia óptica diferente a aproximadamente 0.

15 El sistema de lente intraocular aquí descrito puede además comprender una canal a través de una o ambas de la lente curva delantera y la lente curva trasera y un material conductor que rellene el canal. Tal canal es particularmente útil cuando el baño conductor se extiende desde un área interior a la cavidad a un área exterior a la cavidad.

20 El sistema de lente intraocular puede comprender además un terminal en comunicación eléctrica con el material conductor que rellena el canal. La aplicación de una carga eléctrica al terminal puede provocar un cambio en la forma del menisco.

25 En el sistema de lente intraocular de la presente invención, puede haber un baño además del baño conductor en al menos una parte de una o ambas de la superficie interior de la lente curva delantera y la superficie interior de la lente curva trasera como se ha descrito anteriormente. Los baños adicionales pueden incluir materiales eléctricamente aislantes, materiales hidrofóbicos o materiales hidrofílicos.

30 Preferentemente, el sistema de lente intraocular aquí descrito puede además comprender un baño aislante a lo largo de al menos una parte de la superficie interior de la lente curva delantera, donde el baño aislante comprende un aislante eléctrico. Tal baño aislante es particularmente útil cuando el baño conductor se extiende desde un área interior a la cavidad a un área exterior a la cavidad.

35 El aislante puede comprender uno de Parylene C y Teflon AF.

El aislante puede comprender un área límite para mantener la separación entre el baño conductor y una solución salina contenida en la cavidad entre la lente curva delantera y la lente curva trasera.

40 El sistema de lente intraocular puede incluir una zona óptica donde se encuentra una lente de menisco líquida, y una zona eléctrica con componentes tales como fuentes de potencia, procesadores, memoria, sensores y elementos de comunicación. Las fuentes de potencia en el sistema de lente intraocular pueden recargarse o recibir carga continua usando una variedad de métodos. La lente de menisco líquida, soportada por fuentes de potencia, sensores y lógica dentro del sistema de lente intraocular, proporciona capacidades de enfoque automáticas o manuales, proporcionando enfoque para visión cercana, visión alejada y puntos entre ellas. Después de inserción quirúrgica, pueden ajustarse remotamente varias capacidades de un sistema de lente intraocular, como para corregir astigmatismo inducido por cirugía, para ajustar sensibilidad de funciones de la lente para cambios en los datos del sensor y para alterar el rango de corrección de dioptrías entre visión alejada y cercana.

50 Descripción de los dibujos

La Fig. 1A ilustra un ejemplo de técnica anterior de una lente de menisco líquida cilíndrica en un primer estado.

55 La Fig. 1B ilustra el ejemplo de la técnica anterior de una lente de menisco líquida cilíndrica en un segundo estado.

La Fig. 2 ilustra un perfil cortado de una lente de menisco líquida arqueada ejemplar de acuerdo con la presente invención.

60 La Fig. 3 ilustra un diagrama en bloques en vista delantera de un sistema de lente intraocular ejemplar en la forma de un rectángulo redondeado de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 4 ilustra un diagrama en bloques en vista delantera de un sistema de lente intraocular ejemplar en la forma de una elipse de acuerdo con la presente invención.

65

La Fig. 5 ilustra un diagrama en bloques en vista delantera de un sistema de lente intraocular ejemplar en la forma de un círculo de acuerdo con la presente invención.

5 Las Figs. 6A, 6B y 6C ilustran varias vistas laterales en sección transversal de un sistema de lente intraocular ejemplar de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de la invención

10 La presente divulgación incluye métodos y aparatos para formar un sistema de lente intraocular controlado por un procesador. En particular, la presente divulgación incluye métodos y aparatos para proporcionar un sistema de lente intraocular controlado por un procesador, que incluye una lente de menisco líquida y sistemas electrónicos de soporte. La presente invención incluye una lente de menisco líquida en una zona óptica con sistemas electrónicos de soporte situados en una zona eléctrica alrededor de la periferia.

15 En las siguientes secciones se dan descripciones detalladas de la invención. La descripción de realizaciones preferentes y alternativas son solamente realizaciones ejemplares, y se entiende que aquellos expertos en la técnica que pueden ser aparentes variaciones, modificaciones y alteraciones. Por lo tanto se entiende que dichas realizaciones ejemplares no limitan el alcance de la invención subyacente.

20 Glosario

En esta descripción y reivindicaciones dirigidas a la presente invención, pueden usarse varios términos para los que se aplicarán las siguientes definiciones:

25 Acomodación (y LIO flexible): como aquí se usa se refiere al proceso por el que el ojo cambia de potencia óptica para mantener una imagen clara (enfoque) en un objeto cuando la distancia cambia.

30 Astigmatismo: como aquí se usa se refiere a visión defectuosa resultante de curvatura defectuosa de la córnea o lente del ojo.

Bolsa capsular: como aquí se usa se refiere a una estructura de tipo saco que permanece en el ojo después de la retirada de la lente natural. Una lente intraocular implantada se coloca en esta estructura para recrear el estado fájico usual (presencia de la lente cristalina natural).

35 Musculo ciliar: como aquí se usa se refiere a un anillo de músculo liso estriado en la capa media del ojo (capa vascular) que controla la acomodación para ver objetos a varias distancias.

40 Dioptría: como aquí se usa se refiere a una unidad de medida de la potencia óptica o refractaria de una lente.

Zona eléctrica: como aquí se usa se refiere a un área alrededor de la periferia de una zona óptica donde se encuentran los elementos electrónicos.

45 Sistema de lente intraocular: como aquí se usa se refiere a una lente intraocular que incluye sistemas electrónicos de soporte y una lente de menisco líquida.

50 Lente intraocular (LIO): como aquí se usa se refiere a una lente implantada en el ojo, normalmente sustituyendo a la lente cristalina existente porque se ha nublado por una catarata, o como una forma de cirugía refractiva para cambiar la potencia óptica del ojo.

Lente de menisco líquida: como aquí se usa se refiere a una lente que contiene uno o más fluidos para crear una lente infinitamente variables sin ninguna parte móvil controlando el menisco (la superficie del líquido).

55 Microprocesador: como aquí se usa se refiere a un circuito o series de circuitos capaces de recibir datos digitales y realizar un cálculo en base a los datos recibidos.

Lente monofocal: como aquí se usa se refiere a un a una lente con un enfoque fijo para una distancia.

60 Lente multifocal: como aquí se usa se refiere a una lente que tiene anillos de variaciones de potencia de enfoque. Algunos anillos proporcionan enfoque para objetos cercanos, algunos para objetos de medio rango y algunos anillos proporcionan la potencia de enfoque para objetos distantes.

Zona óptica: como aquí se usa se refiere a un área de una lente oftálmica a través de la cual un usuario de lentes oftálmicas ve.

Como aquí se usan, los términos “que comprende(n)” abarca “que incluye(n)” así como “que consiste(n) en” y “que consiste(n) esencialmente en”, por ejemplo, una composición “que comprende X” puede consistir exclusivamente en X o puede incluir algo adicional, por ejemplo, X+Y.

5 Ahora en referencia a la Fig. 1A, una vista cortada de una lente de menisco líquido 100 se ilustra con un aceite 101 y una solución salina 102 contenida en el cilindro 110. El cilindro 110 incluye dos placas de material óptico 106. Cada placa 106 incluye una superficie interior llana 113-114. El cilindro 110 incluye una superficie interior que es esencialmente rotacionalmente simétrica. En algunas realizaciones de la técnica anterior, una o más superficies puede incluir un baño hidrofóbico 106. También se incluyen electrodos 105 en o alrededor del perímetro del cilindro. También puede usarse un aislante eléctrico 104 próximo a los electrodos 105.

10 De acuerdo con la técnica anterior, cada una de las superficies interiores 113-114 es esencialmente llana o plana. Una superficie de interfaz 112A está definida entre la solución salina 102 y el aceite 101. Como se ilustra en la Fig. 1A, la forma de la interfaz 112A está combinada con propiedades de índice refractivo de la solución salina 102 y el aceite 101 para recibir luz incidente 108 a través de una primera superficie interior 113 y proporcionar luz divergente 109 a través de una segunda superficie interior 114. La forma de la superficie de interfaz entre el aceite 101 y la solución salina 102 puede alterarse con la aplicación de una corriente eléctrica a los electrodos 105.

15 La Fig. 100A ilustra una vista en perspectiva de la lente de menisco líquida de la técnica anterior ilustrada en 100.

20 Ahora en referencia a la Fig. 1B, la lente de menisco líquida 100 está ilustrada en un estado activado. El estado activado se consigue aplicando voltaje 114 al electrodo 105. La forma de la superficie de interfaz 112B entre el aceite 101 y la solución salina 102B se altera con la aplicación de una corriente eléctrica a los electrodos 105. Como se ilustra en la Fig. 1B, la luz incidente 108B que pasa a través del aceite 101 y la solución salina 102B se enfoca en un patrón de luz convergente 111.

25 Ahora en referencia a la Fig. 2, una vista cortada de una lente de menisco líquida 200 con una lente curva delantera 201 y una lente curva trasera 202. La lente curva delantera 201 y la lente curva trasera 202 están colocadas próximas entre sí y forman una cavidad 210 entre ellas. La lente curva delantera 201 incluye una superficie de lente interior arqueada cóncava 203 y una superficie de lente exterior arqueada convexa 204. La superficie de lente arqueada cóncava 203 puede tener uno o más baños (no ilustrados en la Fig. 2). Los baños pueden incluir, por ejemplo, uno o más materiales eléctricamente conductores o materiales eléctricamente aislantes, materiales hidrofóbicos o materiales hidrofílicos. Uno o ambos de la superficie de lente arqueada cóncava 203 y los baños son en comunicación líquida y óptica con un aceite 208 contenido en la cavidad 210.

30 La lente curva trasera 202 incluye una superficie de lente interior arqueada convexa 205 y una superficie de lente exterior arqueada cóncava 206. La superficie de lente arqueada convexa 205 puede tener uno o más baños (no ilustrados en la Fig. 2). Los baños pueden incluir, por ejemplo, uno o más materiales eléctricamente conductores o materiales eléctricamente aislantes, materiales hidrofóbicos o materiales hidrofílicos. Al menos uno de la superficie de lente arqueada convexa 205 y los baños son en comunicación líquida y óptica con una solución salina 207 contenida en la cavidad 210. La solución salina 207 incluye una o más sales u otros componentes que son eléctricamente conductores y como tales pueden atraerse o repelerse por una carga eléctrica.

35 De acuerdo con la presente invención, un baño eléctricamente conductor 209 está situado a lo largo al menos de una parte de una periferia de una o ambas de la lente curva delantera 201 y la lente curva trasera 202. El baño eléctricamente conductor 209 puede incluir oro o plata y es preferentemente biocompatible. La aplicación de una carga eléctrica al baño eléctricamente conductor 209 crea una atracción o una repulsión de las sales eléctricamente conductoras u otros componentes en la solución salina 207.

40 La lente curva delantera 201 tiene una potencia óptica en relación con la luz que pasa a través de la superficie de lente interior arqueada cóncava 203 y una superficie de lente exterior arqueada convexa 204. La potencia óptica puede ser 0 o puede tener una potencia positiva o negativa. La potencia óptica puede ser una potencia típicamente encontrada en lentes de contacto correctivas o una lente intraocular artificial, como, a modo de ejemplo no limitativo, una potencia entre -8,0 y +8,0 dioptrías.

45 La lente curva trasera 202 tiene una potencia óptica en relación con la luz que pasa a través de la superficie de lente interior arqueada convexa 205 y una superficie de lente exterior arqueada cóncava 206. La potencia óptica puede ser 0 o puede tener una potencia positiva o negativa. La potencia óptica puede ser una potencia típicamente encontrada en lentes de contacto correctivas o una lente intraocular artificial, como, a modo de ejemplo no limitativo, una potencia entre -8,0 y +8,0 dioptrías.

50 El sistema de lente intraocular de la presente invención puede también incluir un cambio en la potencia óptica asociado con un cambio en forma de un menisco líquido 211 formado entre la solución salina 207 y el aceite 208. Un cambio en la potencia óptica puede ser relativamente pequeño, como, por ejemplo, un cambio de entre 0 a 2,0 dioptrías de cambio. Un cambio en la potencia óptica asociado con un cambio en forma de un menisco líquido

puede ser hasta 30 o más dioptrías de cambio. Generalmente, un cambio mayor en la potencia óptica asociado con un cambio en forma de un menisco líquido 211 está asociado con un grosor de lente relativamente más gruesa 213.

5 Donde el sistema de lente intraocular se incluye en una lente oftálmica, como una lente de contacto o una lente intraocular, el grosor de una lente cortada transversalmente 213 de una lente de menisco líquida arqueada 200 será preferentemente hasta 1.000 micrones de grosor. Un grosor de lente ejemplar 213 de una lente relativamente más fina 200 puede ser hasta 200 micrones de grosor. Preferentemente, el sistema de lente intraocular de la presente invención incluye una lente de menisco líquido 200 con un grosor de lente 213 de aproximadamente 600 micrones de grosor. Generalmente, un grosor de corte transversal de la lente curva delantera 201 puede estar entre 10 aproximadamente 35 micrones y aproximadamente 200 micrones y el grosor de corte trasversal de una lente curva trasera 202 puede estar entre aproximadamente 35 micrones y 200 micrones.

15 De acuerdo con la presente invención, una potencia óptica agregada es un agregado de potencias ópticas de la lente curva delantera 201, la lente curva trasera 202 y un menisco líquido 211 formado entre el aceite 208 y la solución salina 207. Una potencia óptica de la lente 200 puede también incluir una diferencia en índice refractivo como entre uno o más de la lente curva delantera 201, la lente curva trasera 202, el aceite 208 y la solución salina 207.

20 En algunas realizaciones que incluye una lente de menisco líquida arqueada 200 incorporada en una lente oftálmica, como una lente intraocular y una lente de contacto, es además deseable para la salina 207 y el aceite 208 permanecer estables en sus posiciones relativas en la lente de menisco líquida arqueada 200 cuando un usuario se mueve. Generalmente, es preferente prevenir que el aceite 208 flote y se mueva en relación con la salina 207 cuando el usuario se mueve, por consiguiente se selecciona preferentemente una combinación de aceite 208 y solución salina 207 con la misma o similar densidad. Además, una solución de aceite 208 y solución salina 107 tiene 25 preferentemente bajo inmiscibilidad para que la solución salina 207 y el aceite 208 no se mezclen.

30 El volumen de solución salina 207 contenido en la cavidad 210 puede ser mayor que el volumen de aceite 208 contenido en la cavidad 210. Además, la solución salina 207 está preferentemente en contacto con esencialmente la superficie interior completa 205 de la lente curva trasera 202. El sistema de lente intraocular puede incluir un volumen de aceite 208 para que sea aproximadamente 66% o más por volumen en comparación con una cantidad de solución salina 207. El sistema de lente intraocular puede incluir una lente de menisco líquida arqueada 200 donde un volumen de aceite 208 es aproximadamente 90% o menos por volumen en comparación con una cantidad de solución salina 207.

35 Ahora en referencia a la Fig. 3, se representa un diagrama en bloques en vista delantera de un sistema de lente intraocular 300 con una zona óptica (o "zona visual") 301 rodeada por una zona eléctrica 302. En esta realización, el sistema de lente intraocular 300 está en forma de un rectángulo redondeado con una zona visual circular 301 en el centro. Alternativamente, el sistema de lente intraocular puede incluir una zona óptica 301 de 40 forma elíptica, rectangular u otra forma que contribuye a la corrección de visión. En la presente invención, la zona visual 301 consiste en una lente de menisco líquida. Una lente de menisco líquida puede tener una forma tradicional de "disco de hockey", como se describe en las Figs. 1A y 1B, o forma arqueada, como se describe en la Fig. 2.

45 Alrededor del perímetro de una zona óptica 301 haya una zona eléctrica 302 con componentes de soporte componentes para el funcionamiento y control de un sistema de lente intraocular con una lente de menisco líquida. Las áreas de la zona eléctrica 302 pueden doblarse para facilitar la inserción del sistema de lente intraocular en el ojo durante cirugía. Preferentemente, un sistema de lente intraocular puede encapsularse, en parte o como un todo, proporcionando protección a los sistemas electrónicos de soporte y otros componentes sensibles. La encapsulación puede realizarse, a modo de ejemplo ilustrativo, por medio de uno o más materiales flexibles conocidos como 50 silicona, elastómero de silicona, hidrogel de silicona o hidrogel de flúor.

55 El sistema de lente intraocular de la presente invención puede incluir en la zona eléctrica 302 fuentes independientes de potencia que impulsan autónomamente un sistema de lente intraocular con lente de menisco líquida. En este caso, las fuentes independientes de potencia pueden recargarse infrecuentemente, como por la noche, o solamente cada pocos días. Alternativamente, las fuentes de potencia no son independientes, peor se recargan continuamente o regularmente. Las fuentes de potencia pueden incluir, por ejemplo, una o más baterías u otros dispositivos de almacenamiento. Preferentemente, los dispositivos de almacenamiento incluyen una o más baterías de ion de litio u otros dispositivos recargables. Las múltiples fuentes de potencia pueden estar en una serie y pueden incluir elementos redundantes para maximizar la posibilidad de operación a prueba de fallos.

60 Las fuentes de potencia pueden cargarse recibiendo y almacenando energía para uso actual o futuro. La carga durante la noche, o la carga mientras el usuario está durmiendo, pueden realizarse en una variedad de maneras. Preferentemente, el usuario lleva un antifaz para dormir que emite una radiofrecuencia o campo magnético de carga. Esta realización es especialmente deseable en el caso de carga con radiofrecuencia donde las bobinas de radiofrecuencia deben alinearse apropiadamente con características en el sistema de lente intraocular para 65 conseguir la carga. Un antifaz para dormir mantiene la alineación consistente en relación con los ojos de un usuario cuando el usuario se mueve mientras duerme. Alternativamente, los elementos de carga pueden ser parches

temporales colocados en el cuerpo de un usuario mientras duerme, como en su sien, frente o pómulo. Si los parches se colocan en la cabeza de un usuario, ofrecen del beneficio de alineación consistente con lentes intraoculares, de manera similar al antifaz para dormir. Otras realizaciones para carga durante el sueño incluyen un dispositivo de carga contenido en una funda de almohada, una almohada, una manta u otro artículo donde o cerca del cual un usuario duerma. Además, la carga de campo alejado puede realizarse colocando un dispositivo de carga, como un emisor de radiofrecuencia en la mesita de noche del usuario o en el cabecero de la cama.

La carga con hora para despertarse puede conseguir con elementos de carga situados en la montura de gafas o gafas de sol del usuario que emiten radiofrecuencia o campo magnético. Alternativamente, la carga continua puede realizarse con foto-sensores en una zona eléctrica 302 de un sistema de lente intraocular. En esta realización, la luz recibida por los foto-sensores se convierte en energía eléctrica y se almacena en fuentes de potencia en la zona eléctrica 302. La luz para la carga con foto-sensor puede estar en el espectro visible o fuera del espectro visible. Alternativamente, un método termoeléctrico puede posibilitar la carga continua o carga continuada de fuente de potencia. Por ejemplo, una temperatura entre la temperatura del cuerpo y una temperatura ambiente puede usarse para generar una carga continuada y la energía cosechada se almacena en las fuentes de potencia en la zona eléctrica 302.

La carga de fuentes de potencia puede ser por medio de uno o una combinación de varios métodos que se han descrito. Un ejemplo de métodos de carga combinados incluye carga con radiofrecuencia durante los ciclos del sueño acoplado con carga continuada con foto-sensor durante los ciclos al despertarse.

El sistema de lente intraocular de la presente invención puede incluir un sub-sistema de gestión de potencia soportado por un procesador, memoria y otros componentes en una zona eléctrica 302 de un sistema de lente intraocular con lente de menisco líquida. Un sub-sistema de gestión de potencia puede realizar varias funciones como, por ejemplo, controlar el uso y niveles de potencia, gestionar la carga de fuentes de potencia, limitar las funciones de la lente cuando los niveles de potencia están por debajo de un umbral mínimo, cambiar para atraer potencia de una o más fuentes de potencia redundantes cuando las otras fallan o caen por debajo de un umbral específico, y controlar las fuentes de potencia para determinar cuándo la carga está completa para que la carga pueda terminarse.

Las fuentes de potencia suministran corriente eléctrica a una lente de menisco líquida en una zona óptica 301 de un sistema de lente intraocular, donde un cambio en la forma del menisco líquido da como resultado un cambio en la potencia óptica, como se describe en la Fig. 2. Después de recibir potencia, la lente de menisco líquido actúa como un condensador, reteniendo y manteniendo una posición activada del menisco líquido, como una potencia óptica mayor para visión cercana, sin la aplicación continua de potencia. Para revertir a visión a distancia, la potencia se descarga de la lente de menisco líquida y el menisco líquido asume su posición relajada, proporcionando la potencia óptica estándar apropiada para visión a distancia.

Las fuentes de potencia están bajo control de un microprocesador situado en una zona eléctrica 302. El microprocesador ejecuta uno o más programas que analizan datos y aplican potencia en consecuencia para controlar el funcionamiento del sistema de lente intraocular con la lente de menisco líquida. Los datos analizados por el microprocesador pueden tener forma de datos percibidos, como, por ejemplo, una contracción de percepción en la bolsa capsular, percepción de cambio de voltaje potencial en un músculo ciliar y patrones de percepción de cierre de párpado o entrecerrar los ojos, lo que significa un intento por cambiar entre visión cercana y alejada. La contracción de la bolsa capsular puede percibirse, por ejemplo, por medio de un transductor de presión. El transductor traducirá un cambio de presión en uno o ambos de un estado de voltaje análogo o estado de voltaje digital.

Un transductor puede usarse para detectar un cambio de voltaje en un músculo ciliar. Los movimientos del párpado y de entrecerrar los ojos pueden percibirse, por ejemplo, con sensores ópticos. Los datos percibidos pueden almacenarse en la memoria y analizarse mediante un microprocesador para determinar los cambios apropiados para la lente de menisco líquida.

El sistema de lente intraocular de la presente invención puede incluir una o más antenas en una zona eléctrica 302. Las antenas pueden usarse, a modo de ejemplo no limitativo, para recibir radiofrecuencias para cargar fuentes de potencia, para recibir datos de otros sensores y para comunicación con dispositivos externos y otros dispositivos en un sistema de lente intraocular. Las antenas pueden ser de varias formas y tamaños en una zona eléctrica 302 de un sistema de lente intraocular.

Un sistema de lente intraocular con lente de menisco líquida puede modificarse de dos maneras diferentes: enfoque y ajuste. Su principal propósito es cambiar el enfoque, acomodar la visión a distancia, visión cercana y visión intermedia. Los cambios en el enfoque pueden ser automáticos como, por ejemplo, cuando un transductor de presión percibe contracción de la bolsa capsular, y un procesador en el sistema de lente intraocular traduce la magnitud de presión de la bolsa capsular en un cambio de potencia óptica correspondiente en la lente de menisco líquida. Alternativamente, los cambios en el enfoque pueden controlarse manualmente como, por ejemplo, cuando un usuario presiona un botón en un llavero electrónico, transmitiendo un comando a un procesador en un sistema de lente intraocular que a su vez inicia un cambio de potencia óptica en una lente de menisco líquido.

El ajuste se refiere a una modificación una única vez o según sea necesario de un sistema de lente intraocular. El ajuste, por ejemplo, puede fijar o modificar el cambio de dioptría entre visión alejada y cercana, puede programar el funcionamiento de un menisco líquido para corregir un grado específico y magnitud de astigmatismo, y puede cambiar la sensibilidad del sistema de lente intraocular para cambios en un músculo ciliar o bolsa capsular. El ajuste lo puede realizar un profesional oftalmológico antes de que se implante quirúrgicamente un sistema de lente intraocular o después de su implantación. En algunas realizaciones, el ajuste post-quirúrgico puede ser por medio de un dispositivo que permite la entrada o ajuste de parámetros y la transmisión de parámetros a la lente intraocular. El paciente puede participar o controlar el ajuste post-quirúrgico con el fin de ajustar la visión. Las características ópticas estándares pueden proporcionar corrección óptica para una corrección de visión "distante" y el ajuste post-quirúrgico puede modificar una o más características de visión "cercana". Sin embargo, está dentro del alcance de esta invención tener características ópticas de ambos estados de visión distante y cercana de una lente intraocular multi-estado.

Las modificaciones para el enfoque y ajuste pueden ser independientes para cada sistema de lente intraocular, o pueden coordinarse entre sistemas de lentes intraoculares que se llevan en ambos ojos. Por ejemplo, en algunas implementaciones puede ser deseable determinar el enfoque para ambos ojos en base a datos percibidos por un ojo. En otras situaciones, puede ser óptimo el enfoque independiente conseguido por cada sistema de lente intraocular.

Ahora en referencia a la Fig. 4, se representa un sistema de lente intraocular ejemplar en un diagrama en bloques en vista delantera. Esta realización presenta un sistema de lente intraocular 400 en forma elíptica, que incluye una zona visual circular 401 rodeada por una zona eléctrica 402. Otras realizaciones pueden incluir una zona óptica 401 de forma elíptica, rectangular u otra forma que contribuye a la corrección de visión. En la presente invención, la zona visual 401 consiste en una lente de menisco líquida. Una lente de menisco líquida puede tener una forma tradicional de "disco de hockey", como se describe en las Figs. 1A y 1B, o forma arqueada, como se describe en la Fig. 2.

El sistema de lente intraocular de la Fig. 4 incluye las mismas características y capacidades que el sistema de lente intraocular descrito en la Fig. 3, como, por ejemplo, habilidad para cambiar el enfoque, capacidad para ajustar los ajustes, elementos de zona eléctrica, sub-sistema para gestión de potencia, opciones de carga, capacidad de pliegue y encapsulación.

Ahora en referencia a la Fig. 5, se representa un sistema de lente intraocular 500 en un diagramas de bloques en vista delantera. En esta realización, el sistema de lente intraocular 500 está en forma de un círculo con una zona visual circular 501 rodeada por una zona eléctrica 502. Otras realizaciones pueden incluir una zona óptica 501 de forma elíptica, rectangular u otra forma que contribuye a la corrección de visión. En la presente invención, la zona visual 501 consiste en una lente de menisco líquida. Una lente de menisco líquida puede tener una forma tradicional de "disco de hockey", como se describe en las Figs. 1A y 1B, o forma arqueada, como se describe en la Fig. 2.

El sistema de lente intraocular de la Fig. 5 incluye las mismas características y capacidades que el sistema de lente intraocular descrito en la Fig. 3, como, por ejemplo, habilidad para cambiar el enfoque, capacidad para ajustar los ajustes, elementos de zona eléctrica, sub-sistema para gestión de potencia, opciones de carga, capacidad de pliegue y encapsulación.

Ahora en referencia a la Fig. 6, se representan tres vistas laterales en sección transversal de sistemas de lente intraocular ejemplares no limitativas. La Fig. 6A representa una realización donde un sistema de lente intraocular es plano. Una versión arqueada de un sistema de lente intraocular se representa en la Fig. 6B. Un sistema de lente intraocular arqueado puede colocarse convexo hacia el exterior del ojo, o convexo hacia el interior del ojo. La Fig. 6C representa un sistema de lente intraocular bi-convexo. Las Figs. 6A, 6B y 6C pretenden representar posibles realizaciones, pero no limitan el alcance de la invención ya que otras variaciones en forma son posibles.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de lente intraocular (200) que comprende:

- 5 una lente curva delantera (201) que comprende una superficie exterior de lente curva delantera y una superficie interior de lente curva delantera;
- 10 una lente curva trasera (202) que comprende una superficie interior de lente curva trasera y una superficie exterior de lente curva trasera colocada próxima a dicha lente curva delantera de tal manera que dicha superficie interior de lente curva delantera y dicha superficie interior de lente curva trasera formen una cavidad (210) entre ellas y formen un montaje de lente, teniendo dicha lente curva delantera y lente curva trasera el tamaño y la forma adecuados para sustituir una lente intraocular en un ojo humano;
- 15 un volumen de aceite (208) y un volumen de solución salina (207) contenidos dentro de la cavidad con un menisco (211) formado entre dicho volumen de aceite y dicho volumen de solución salina, donde dicho menisco comprende una característica óptica; y
- 20 un baño conductor (209) en al menos una parte de una o ambas de dicha superficie interior de lente curva delantera y dicha superficie interior de lente curva trasera, comprendiendo dicha parte un área de perímetro de dicha superficie interior de lente curva delantera y dicha superficie interior de lente curva trasera, el sistema de lente intraocular caracterizado por una fuente de potencia dispuesta en una zona eléctrica (302) para suministrar una carga eléctrica al baño conductor, donde el montaje de lente está contenido en una zona óptica (301) del sistema de lente intraocular y la zona eléctrica está en un área alrededor de la periferia de la zona óptica, y donde la aplicación de la carga eléctrica es suficiente para provocar un cambio de la característica óptica de dicho menisco.
- 25 2. El sistema de lente intraocular de la reivindicación 1 que además comprende un procesador colocado próximo a la lente curva delantera (201) y la lente curva trasera (202), estando dicho procesador en comunicación eléctrica para controlar la aplicación de la carga eléctrica al baño conductor.
- 30 3. El sistema de lente intraocular de la reivindicación 1 o reivindicación 2 que además comprende un adhesivo que asegura dicha lente curva delantera (201) en la posición próxima a la lente curva trasera (202), donde al menos una de dicha superficie exterior de lente curva delantera y dicha superficie exterior de lente curva trasera comprende una forma arqueada.
- 35 4. El sistema de lente intraocular de la reivindicación 3 donde ambas de dicha superficie exterior de lente curva delantera (201) y dicha superficie exterior de lente curva trasera (202) comprenden una forma arqueada.
5. El sistema de lente intraocular de cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde la fuente de potencia comprende una batería de ion de litio.
- 40 6. El sistema de lente intraocular de la reivindicación 2 que además comprende un transmisor inalámbrico para comunicar lógica a y desde el procesador, opcionalmente donde la lógica comunicada modifica un enfoque de la característica óptica formada por el menisco (211).
- 45 7. El sistema de lente intraocular de cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde el volumen de aceite (208) es menor que el volumen de solución salina (207) contenido en la cavidad (210), o donde el volumen de aceite comprende aproximadamente 66% o más por volumen en comparación con una cantidad de solución salina, o donde el volumen de aceite comprende 90% o menos por volumen en comparación con una cantidad de solución salina.
- 50 8. El sistema de lente intraocular de cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde el baño conductor (209) se extiende desde un área interior a la cavidad a un área exterior a la cavidad (210).
- 55 9. El sistema de lente intraocular de la reivindicación 8 cuando depende de la reivindicación 2, donde el área de baño conductor externa a la cavidad (210) forma un terminal eléctrico para proporcionar una carga eléctrica al baño conductor (209) en base a una señal del procesador.
- 60 10. El sistema de lente intraocular de la reivindicación 9 donde la carga eléctrica comprende una corriente directa.
11. El sistema de lente intraocular de la reivindicación 10 donde la carga eléctrica comprende aproximadamente 20,0 voltios, o entre aproximadamente 18,0 voltios y 22,0 voltios, o aproximadamente 5,0 voltios o entre aproximadamente 3,5 voltios y aproximadamente 7,5 voltios.
- 65 12. El sistema de lente intraocular de cualquiera de las reivindicaciones precedentes que además comprende un canal a través de una o ambas de la lente curva delantera (201) y la lente curva trasera (202) y un material conductor que llena el canal.

13. El sistema de lente intraocular de la reivindicación 12 que además comprende un terminal en comunicación eléctrica con el material conductor que llena el canal, opcionalmente donde la aplicación de una carga eléctrica al terminal provoca un cambio en la forma del menisco (211).
- 5 14. El sistema de lente intraocular de cualquiera de las reivindicaciones precedentes que además comprende un baño aislante a lo largo de al menos una parte de la superficie interior de la lente curva delantera (201), donde el baño aislante comprende un aislante eléctrico, opcionalmente donde el aislante comprende Parylene C y Teflon AF.
- 10 15. El sistema de lente intraocular de la reivindicación 14 donde el aislante comprende un área límite para mantener la separación entre el baño conductor y una solución salina contenida en la cavidad (210) entre la lente curva delantera (201) y la lente curva trasera (202).

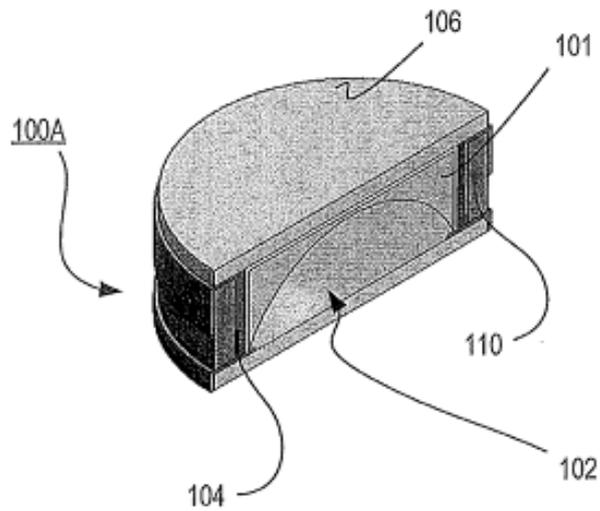
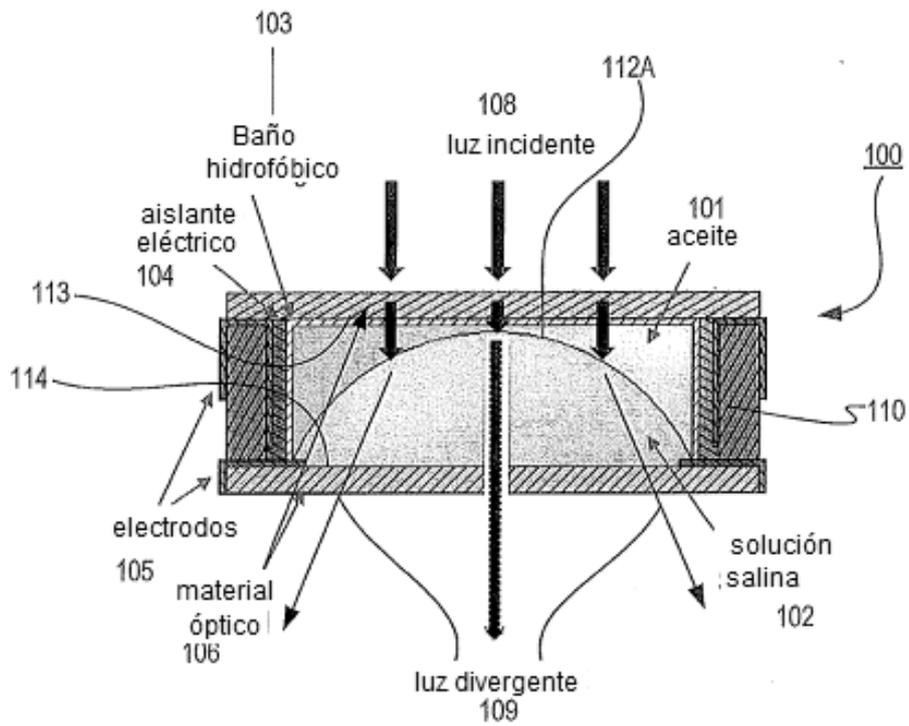


FIG. 1A
ESTADO DE LA TECNICA

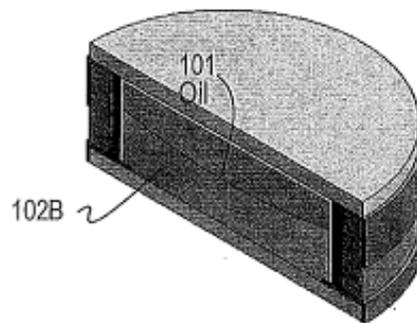
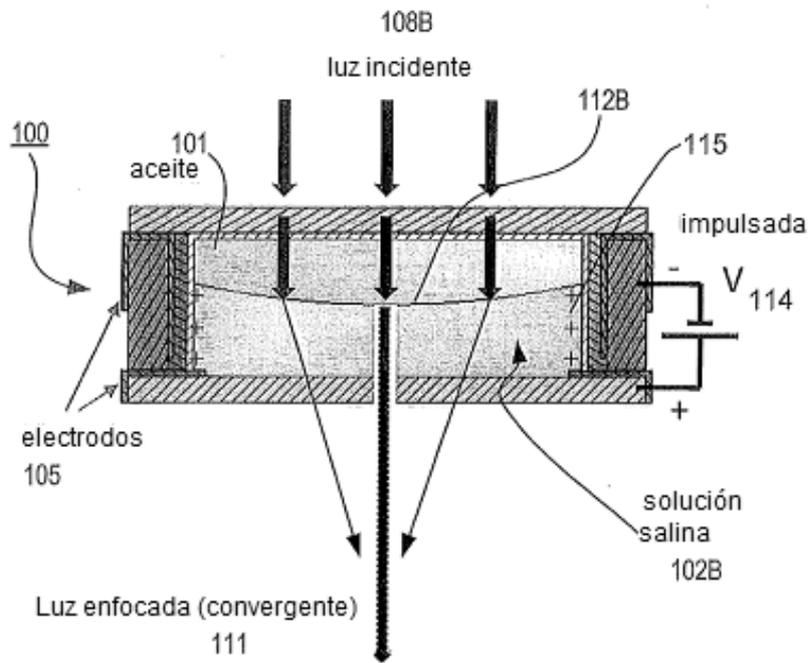


FIG. 1B
ESTADO DE
LA TECNICA

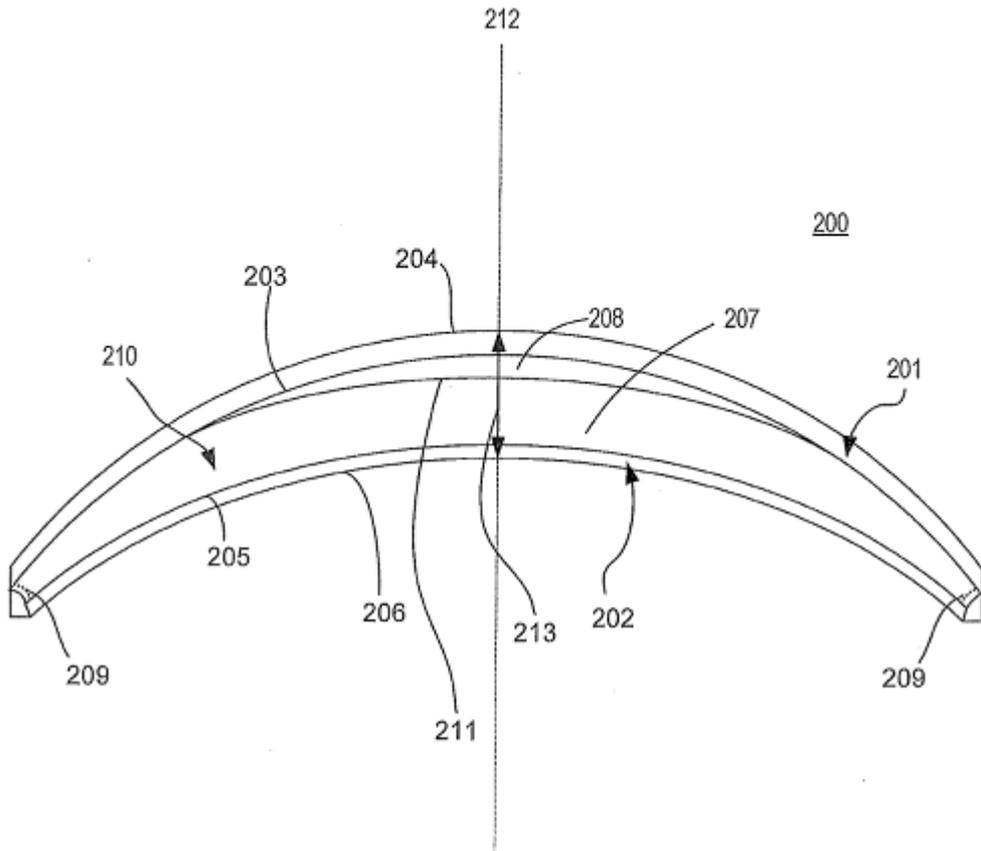


FIG. 2

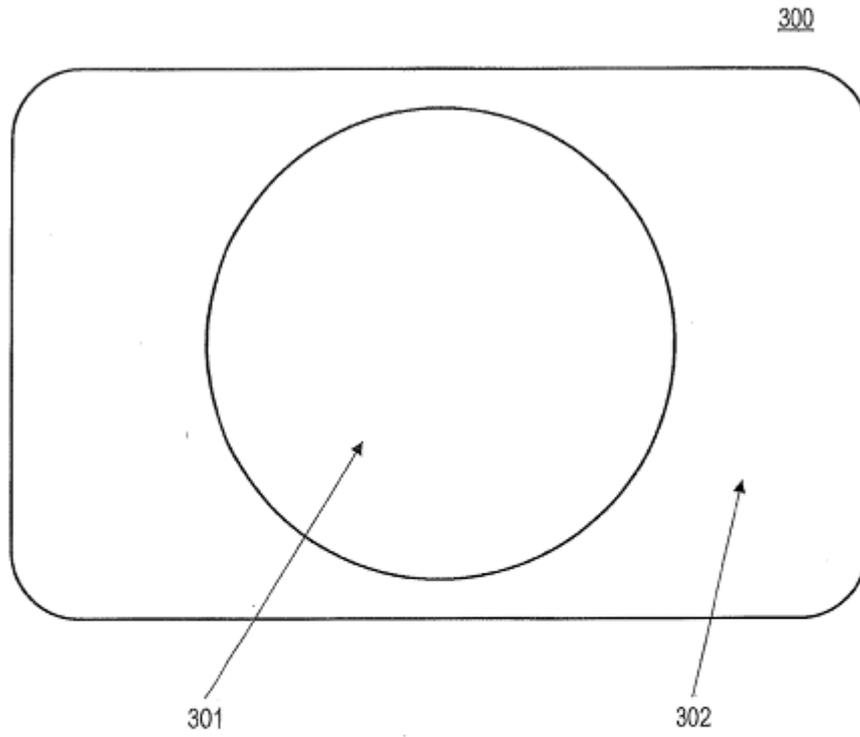


FIG. 3

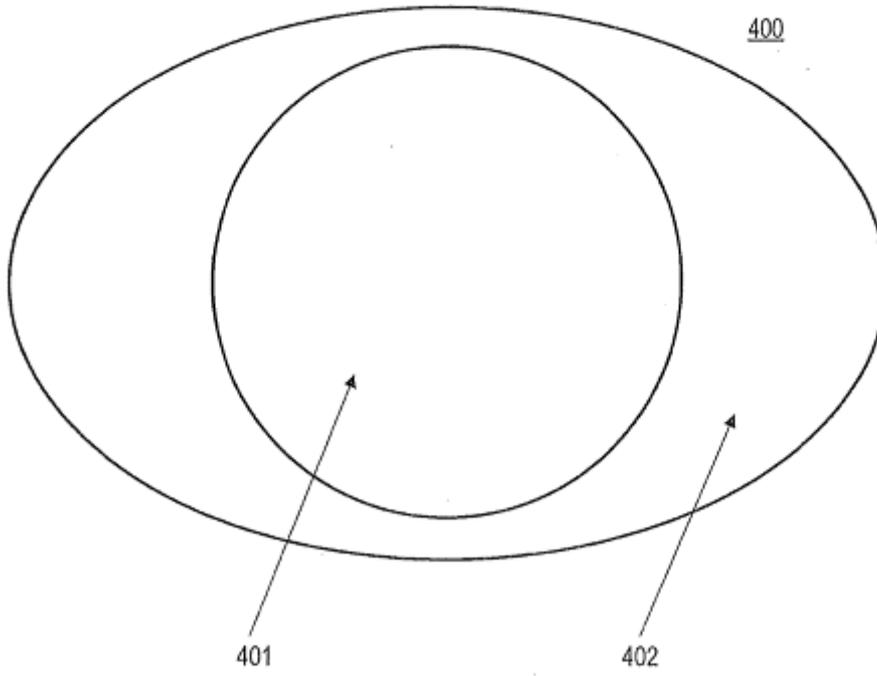


FIG. 4

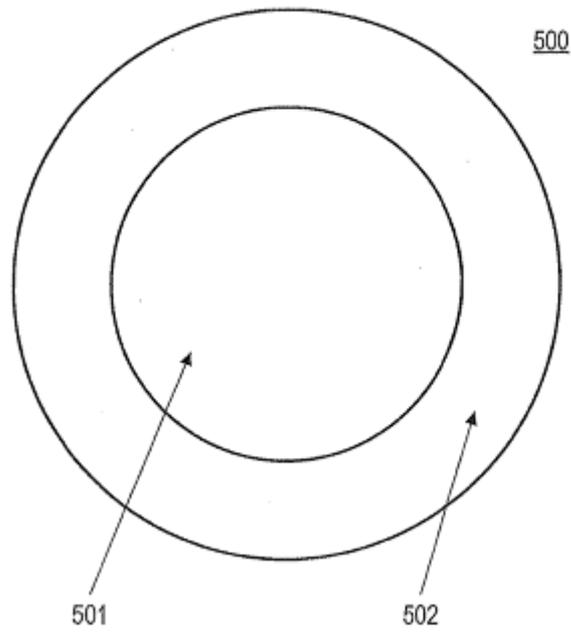


FIG. 5



Fig. 6A



Fig. 6B



Fig. 6C

FIG. 6