

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 086**

51 Int. Cl.:
G02C 7/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08103859 .8**
- 96 Fecha de presentación: **08.08.2003**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1947501**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.07.2008**

54 Título: **Sistemas de lentes de contacto electro activas**

30 Prioridad:
09.08.2002 US 402357 P
13.08.2002 US 403096 P
28.10.2002 US 281204
12.03.2003 US 387143
24.04.2003 US 422128
04.10.2002 US 263707

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.08.2012

73 Titular/es:
E-VISION, LLC
2840 HERSHBERGER ROAD, SUITE A
ROANOKE, VA 24017, US

72 Inventor/es:
Blum, Ronald y
Kokonaski, William

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 386 086 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

Sistemas de lentes de contacto electro activas

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de la óptica. Más particularmente, la presente invención se refiere a la corrección de la visión con un sistema de lentes de contacto electro-activas.

Antecedentes de la invención

En el campo de la corrección de la visión, el documento de patente US 4601545 describe una lente de contacto que comprende un sensor, un suministro de energía y una unidad de procesado central con el fin de proporcionar variación de la corrección de color del eje de energía y/o de la intensidad de luz que penetra en la lente.

10 El documento de patente WO 02/057836 describe un método y un sistema para la activación y la programación de una lente electro-activa. Se pueden usar las lentes electro-activas junto con un dispositivo de telemetría, un micro-giroscopio, un micro-acelerómetro o un conmutador.

15 El documento de EE.UU. 5 712 721 describe una lente de contacto que comprende un elemento electro-activo, un detector de visión y una fuente de energía. El documento de EE.UU. 4 573 774 describe una lente de contacto tórica blanda que utiliza un balasto de prisma como medio para mantener la correcta orientación axial.

Sumario de la invención

20 Se describe un sistema de lente de contacto electro-activa. El sistema de lentes de contacto electro-activa comprende una lente de contacto, un elemento electro-activo unido a la lente de contacto, un detector de visión unido a la lente de contacto en comunicación electrónica con el elemento electro-activo y una fuente de energía unida a la lente de contacto para proporcionar energía al elemento electro-activo y al detector de visión. En algunas realizaciones, el sistema de lente de contacto electro-activo además comprende un medio para estabilizar el detector de visión entre una hendidura palpebral del ojo del usuario del sistema de la lente de contacto.

25 También se describe un método para preparar un sistema de lente de contacto electro-activa. El método comprende encapsular un elemento electro-activo y unir el elemento electro-activo encapsulado y una fuente de energía a la lente de contacto.

A continuación se describen aspectos de la presente invención con más detalle haciendo referencia a sus realizaciones ejemplares como se muestra en los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

30 La Figura 1 es un sistema de lente de contacto electro-activa de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

La Figura 2 es una vista en corte transversal del sistema de lente de contacto electro-activo de la Figura 1.

La Figura 3 es un sistema de lente de contacto electro-activo de acuerdo con otra realización ejemplar de la invención.

35 La Figura 4a es un sistema de lente de contacto electro-activa de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

La Figura 4b es otro sistema de lente de contacto electro-activa de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

La Figura 5 es un sistema de lente de contacto electro-activa de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

40 La Figura 6 es una vista en corte transversal del sistema de lente electro-activo de la Figura 5.

Descripción detallada de las realizaciones ejemplares

45 De acuerdo con la invención, se describe un sistema de lente de contacto electro-activa. El sistema de lente de contacto comprende una lente de contacto, un elemento electro-activo unido a la lente de contacto, un detector de visión unido a la lente de contacto y en comunicación electrónica con el elemento electro-activo y una fuente de energía unida a la lente de contacto para proporcionar energía al elemento electro-activo y al detector de visión. El elemento electro-activo proporciona al menos una longitud focal para corrección de la visión.

El elemento electro-activo puede comprender una o más capas de material electro-activo, tal como un gel polimérico

5 y/o cristales líquidos que, cuando son activados por medio de un voltaje eléctrico, producen un índice de refracción que es variable con la cantidad de voltaje eléctrico aplicado al material electro-activo. Cuando el usuario mira a través del área del sistema de lente de contacto que contiene el elemento electro-activo, el índice de refracción proporciona una corrección de la visión electro-activa para el usuario. El sistema de lente de contacto puede proporcionar un área de corrección de la visión que incluye un área para una corrección de la visión de distancia fija además del área para la corrección de visión electro-activa.

10 En determinadas realizaciones, cada una de las una o más capas electro-activas del elemento electro-activo pueden comprender un conjunto de polarización que presenta una pluralidad de elementos de polarización pixelados, siendo cada elemento de polarización susceptible de una activación independiente. Se puede conectar cada elemento de polarización a una pluralidad de electrodos sustancialmente transparentes y separados de los elementos de polarización adyacentes por medio de un material aislante sustancialmente transparente tal como dióxido de silicio.

15 Variando el voltaje aplicado al material electro-activo en diferentes elementos de polarización del conjunto, se pueden llevar a cabo ajustes menores del elemento electro-activo con el fin de corregir las aberraciones oculares y/o otros errores de refracción no convencionales o de orden superior, tales como coma y aberraciones esféricas, por ejemplo, y también se pueden corregir otras aberraciones, tales como aberraciones cromáticas por ejemplo. Esta corrección del error de refracción no convencional tiene lugar además de la corrección del error de refracción convencional tal como miopía, hipermetropía, presbicia y astigmatismo, por ejemplo, que puede ser proporcionada por las capas electro-activas del elemento electro-activo.

20 En realizaciones en las que una o más de las capas electro-activas comprenden un conjunto de polarización de elementos de polarización pixelados, la capa electro-activa puede además comprender una capa metálica, una capa de alineación, una capa conductora y/o una capa aislante. La capa metálica puede estar tratada químicamente de forma que comprenda un conjunto de electrodos separados por medio de una capa de material aislante sobre la capa metálica. El material electro-activo puede estar unido a un lado de la capa metálica que presenta el conjunto de electrodos. En el otro lado de la capa metálica, se puede unir una capa conductora, que puede comprender un material conductor ópticamente transparente tal como óxido de estaño e indio, a la capa metálica. Posteriormente, la capa conductora puede estar unida a una fuente de energía para dirigir un voltaje aplicado hacia la pluralidad de electrodos de la capa metálica.

25 Materiales electro-activos apropiados incluyen varios casos de cristales líquidos y geles poliméricos. Estas clases incluyen cristales líquidos nemáticos, esmécticos y colestéricos, cristales líquidos poliméricos, cristales líquidos dispersados en polímeros y cristales líquidos estabilizados con polímeros así como también polímeros electro-ópticos.

30 Si se usan cristales líquidos tales como cristales líquidos nemáticos como material electro-activo, puede ser necesaria una capa de alineación debido a que los cristales nemáticos y muchos otros cristales líquidos son bi-refringentes. Es decir, muestran dos longitudes focales diferentes cuando se exponen a luz no polarizada en ausencia de un voltaje aplicado. Esta bi-refringencia da lugar a imágenes dobles o borrosas sobre la retina. Con el fin de aliviar esta bi-refringencia, se puede usar una segunda capa de material electro-activo, alineada en posición ortogonal a la primera capa de material electro-activo. De esta forma, ambas polarizaciones de luz son enfocadas por igual por medio de ambas capas, y toda la luz es enfocada con la misma longitud focal.

35 De manera alternativa, se pueden usar cristales líquidos colestéricos, que presentan un componente quiral grande, como material electro-activo preferido. A diferencia de los cristales líquidos nemáticos y otros cristales líquidos, los cristales líquidos colestéricos no presentan la polaridad de los cristales líquidos nemáticos, evitando la necesidad de múltiples capas de material electro-activo en una única capa electro-activa.

40 El documento PCT/US03/12528, expedido el 23 de abril de 2003, describe varias capas electro-activas que se pueden usar en el elemento electro-activo de las realizaciones de la presente invención.

45 El sistema de lente de contacto puede ser multi-focal para proporcionar una corrección de la visión para más que una longitud focal. En determinadas realizaciones de la invención, la corrección de la visión para la visión de lejos es proporcionada por medio de una óptica fija. Las longitudes focales para la corrección de la visión diferente de la visión de lejos, tal como la visión de cerca o intermedia, por ejemplo, se proporcionan de forma electro-activa. De manera adicional, incluso en realizaciones en las que la visión de lejos es proporcionada por medio de una óptica fija, el sistema de lente de contacto puede proporcionar una corrección electro-activa de errores de refracción no convencionales para la visión del lejos del usuario. Esta corrección puede proporcionar al usuario una visión mejor que 20/20.

50 Se usa un detector de visión para determinar de forma automática si el usuario se encuentra mirando y, por consiguiente, el modo en el que el elemento electro-activo se debe activar con el fin de proporcionar la longitud o longitudes focales apropiadas basándose en la mirada del usuario. El detector de visión es un dispositivo que detecta que el usuario necesita un cambio en la longitud focal y ajusta el voltaje aplicado al elemento electro-activo para modificar las longitudes focales dependiendo de la corrección de visión apropiada requerida por el usuario del sistema de lente de contacto. El detector de visión puede ser un dispositivo de telemetría o el detector de visión

puede ser una combinación de un dispositivo de telemetría y un dispositivo de seguimiento ocular tal como un micro-giroscopio o un conmutador de inclinación.

5 Si el detector de visión es un dispositivo de telemetría, el dispositivo de telemetría puede utilizar varias fuentes tales como láseres, diodos emisores de luz, ondas de radio-frecuencia, microondas o impulsos ultrasónicos para localizar un objeto que está siendo observado y determinar la distancia al objeto desde el usuario, basándose en el tiempo necesario para que la transmisión desde el dispositivo de telemetría sea reflejada por el objeto que está siendo observado por medio del dispositivo de telemetría. El dispositivo de telemetría comprende un transmisor y un detector acoplado a un controlador. En otra realización, se puede fabricar un dispositivo sencillo con el fin de actuar en modo dual por un lado como transmisor y por otro como detector conectado al controlador.

10 El controlador puede ser un procesador, un microprocesador, un circuito integrado, o un chip que contiene al menos un componente de memoria. El controlador almacena información tal como una prescripción de visión que puede incluir la prescripción del usuario durante varias longitudes focales diferentes. El controlador puede ser un componente de, o integrado con, el dispositivo de telemetría. En determinadas realizaciones, el transmisor del dispositivo de telemetría es un diodo emisor de luz orgánica (OLED), que puede ser traslúcida o transparente, provocando una interferencia mínima con la visión del usuario.

15 El dispositivo de telemetría se encuentra en comunicación con el elemento electro-activo, bien de forma directa o por medio del controlador. Cuando el dispositivo de telemetría detecta que la longitud focal producida por el elemento electro-activo debe variarse para proporcionar una longitud focal diferente, el dispositivo de telemetría puede enviar una señal electrónica al controlador. En respuesta a esta señal, el controlador ajusta el voltaje aplicado al elemento electro-activo con el fin de producir un nuevo índice de refracción coherente con una prescripción de visión almacenada en la memoria del controlador. El nuevo índice de refracción produce un aumento óptico apropiado en el sistema de lente de contacto que corresponde con el cambio de longitud focal.

20 En otra realización ejemplar, el detector de visión puede comprender un micro-giroscopio miniaturizado o micro-acelerómetro en el sistema de lente de contacto. Un movimiento rápido y pequeño o giratorio de los ojos o de la cabeza puede activar el micro-giroscopio o el micro-acelerómetro y provocar una variación para rotar alrededor de unos ajustes de posición pre-determinados, modificando el foco del elemento electro-activo hasta la corrección deseada. Por ejemplo, tras la detección del movimiento bien por medio del micro-giroscopio o del micro-acelerómetro usados en combinación con el dispositivo de telemetría, se puede programar el controlador para que proporcione energía al dispositivo de telemetría de manera que se pueda interrogar el campo observado por medio del dispositivo de telemetría para determinar si se requiere un cambio en la corrección de la visión. De manera similar, siguiendo un intervalo pre-determinado, o período de tiempo en el cual no se detecta movimiento ocular alguno, se puede apagar el dispositivo de telemetría.

25 En otra realización ejemplar, se puede emplear otro detector de visión, tal como un conmutador de inclinación, para determinar si los ojos del usuario se encuentran inclinados hacia abajo, o hacia arriba, con un ángulo dado por encima o por debajo de una postura que sería indicativa de alguien mirando en línea recta hacia adelante y de lejos. Por ejemplo, un conmutador de inclinación puede incluir un conmutador de mercurio montado en el controlador que cierra un circuito que proporciona energía al dispositivo de telemetría, y/o el controlador, únicamente cuando el usuario se encuentra mirando hacia arriba o hacia abajo de un ángulo pre-determinado fuera de la horizontal. De manera adicional, el sistema de lente de contacto puede emplear el requisito adicional de que el objeto sea detectado por los sentidos, a corta o larga distancia, durante cierto período de tiempo pre-determinado antes de que tenga lugar la conmutación.

30 El movimiento y/o la rotación de cualquier lente de contacto tiene lugar durante el uso normal, tal como cuando el usuario parpadea sus ojos. Este movimiento y/o rotación se puede intensificar por el peso del detector de visión en el sistema de lente de contacto electro-activa. Por consiguiente, el sistema de lente de contacto se estabiliza para mantener la posición del detector de visión en un punto constante que resiste el movimiento. El detector de visión se estabiliza entre la hendidura palpebral de los párpados y para evitar el movimiento o rotación del sistema de lente de contacto. La hendidura palpebral, o abertura, de los párpados es la parte del ojo que se encuentra expuesta más que ninguna otra entre parpadeos. El mantenimiento del detector de visión entre la hendidura palpebral permite un flujo máximo no interrumpido de luz hacia el detector de visión. La ocultación de, por ejemplo, un dispositivo de telemetría, tal como si el dispositivo de telemetría fuera capaz de rotar tras los párpados, puede dar lugar a transmisiones por medio de dispositivo de telemetría que refleja fuera del párpado y el objeto no es observado. Esto puede evitar que el dispositivo de telemetría determine de forma apropiada las distancias a los objetos para la activación correcta de la distancia focal y evite el funcionamiento apropiado del sistema de lente de contacto.

35 En realizaciones en las que el detector de visión incluye un micro-giroscopio o un conmutador de inclinación, la rotación de la lente puede variar la orientación del detector de visión. En este caso, el micro-giroscopio o el conmutador de inclinación pueden rotar sobre el ojo de manera que cuando el usuario mira hacia arriba, el dispositivo puede estar orientado para detectar de manera errónea que el usuario se encuentra mirando hacia abajo, activando un longitud focal inapropiada.

En una realización de la invención, como se muestra en la Figura 1, el sistema 100 de lente de contacto electro-activa presenta un elemento electro-activo 110 unido a una lente de contacto 120. La lente de contacto 120 puede presentar de manera opcional disminución progresiva de confort 160 adyacente al perímetro externo de la lente de contacto 120. La disminución progresiva de confort se puede crear disminuyendo el grosor del borde periférico en el perímetro externo de la lente de contacto 120. La disminución 160 progresiva de confort reduce la sensibilidad del ojo o párpado frente al sistema 100 de lente de contacto electro-activo durante el uso.

Un dispositivo de telemetría 130, que como se describe puede estar integrado con el controlador, se coloca próximo o cerca de un meridiano horizontal del sistema 100 de lente de contacto, de manera que el dispositivo de telemetría 130 se encuentre entre la hendidura palpebral del párpado cuando el sistema 100 de lente de contacto se encuentra en uso, típicamente estando el dispositivo de telemetría 130 dentro de aproximadamente más o menos cuarenta y cinco grados con respecto al meridiano horizontal. Preferentemente, el dispositivo de telemetría 130 se encuentra dentro de más o menos quince grados con respecto al meridiano horizontal y del modo más preferido se encuentra dentro de aproximadamente más o menos diez grados con respecto al meridiano horizontal. El dispositivo de telemetría 130 puede estar colocado a cualquier distancia del centro del sistema 100 de lente de contacto. En determinadas realizaciones, el dispositivo de telemetría 130 se encuentra colocado fuera del área de corrección de visión del sistema 100 de lente de contacto para interferir lo menos posible con la visión del usuario.

Una vez que el dispositivo de telemetría 130 se ha colocado en el punto deseado bien sobre la superficie o en el volumen de la lente de contacto 120, se puede estabilizar el sistema 100 de lente de contacto para evitar el movimiento y/o la rotación del sistema 100 de lente de contacto y para mantener el dispositivo de telemetría 130 entre la hendidura palpebral de los párpados cuando el sistema 100 de lente de contacto se encuentra en uso. El sistema 100 de lente de contacto se puede estabilizar a través de la colocación de una pluralidad de piezas de estabilización 140, 145 sobre o en la lente de contacto 120. En determinadas realizaciones ejemplares, estas piezas de estabilización 140, 145 pueden ser pesos de prisma, de compensación o una combinación de los dos. Las piezas de estabilización 140, 145 mantienen la orientación del sistema 100 de lente de contacto cuando el sistema 100 de lente de contacto se encuentra sobre el ojo, evitando de forma sustancial que el sistema 100 de lente de contacto rote, lo que puede provocar que el dispositivo de telemetría 130 rote hasta un punto oculto detrás del párpado.

Los pesos de prisma típicamente aumentan en espesor a medida que aumenta la distancia radial desde el centro de la lente de contacto. Las partes más gruesas del peso del prisma entran en contacto con el párpado inferior y estabilizan la rotación de la lente creando una concentración de masa mayor en la base de la lente de contacto 120. De manera alternativa, las técnicas de compensación implican la modificación de las superficies tanto superior como inferior de la lente de contacto con un espesor menor a medida que la distancia radial desde el centro de la lente de contacto disminuye, de manera que los párpados superior e inferior se presionen la lente de contacto contra la superficie del ojo en direcciones opuestas.

Debe apreciarse que las piezas de estabilización 140, 145 pueden ser de cualquier forma y tamaño adaptadas para estabilizar el sistema 100 de lente de contacto sin interferir de manera sustancial con la visión del usuario. Por ejemplo, aunque cada una de las piezas de estabilización 140, 145 que se muestran en la Figura 1, son mostradas en forma de piezas sencillas con forma de media luna, se puede estabilizar el sistema 100 de lente de contacto por medio de una serie de varias piezas de estabilización de pequeño tamaño dispuestas para producir un efecto similar de estabilización. De este modo, debe apreciarse además que, en varias realizaciones de la invención, se puede incorporar cualquier número de combinaciones que usen una o más piezas de estabilización con el fin de estabilizar el sistema 100 de lente de contacto.

Como se muestra en la Figura 1, el sistema 100 de lente de contacto incluye una región 150 óptica de distancia fija para la corrección de la visión de lejos. La corrección de la visión de lejos proporcionada mediante la visión a través de una área del sistema 100 de lente de contacto en la zona 150 óptica de distancia fija constituyen, además, una corrección de visión electro-activa proporcionada por medio del elemento electro-activo 110 para longitudes focales diferentes de la visión de lejos. Juntas, estas áreas constituyen el área total de corrección de visión proporcionada por medio del sistema 100 de lente de contacto. En el caso en el que el elemento electro-activo 110 fallara por cualquier motivo, por ejemplo si una pérdida de energía provocara la interrupción de flujo del voltaje aplicado a través del elemento electro-activo, la región 150 óptica de distancia fija permite al usuario continuar con la corrección de visión para la visión de lejos. El mantenimiento de la visión de lejos es importante debido a que la pérdida de toda la corrección de visión puede presentar consecuencias peligrosas tales como, por ejemplo, si se produjera el fallo del elemento electro-activo 110 en una situación de conducción por parte del usuario.

La lente de contacto 120 puede comprender bien una o más partes ópticas y una parte no óptica. Si la lente de contacto 120 contiene una parte óptica, la parte óptica incluye la región 150 óptica de distancia fija del sistema de lente de contacto 100, y puede incluir una o más piezas de estabilización 140, 145. Debe apreciarse, no obstante, que en determinadas realizaciones toda la lente de contacto 120 puede presentar un aumento óptico fijo, aunque en estas realizaciones, la corrección de visión puede que no esté proporcionada fuera del área de la lente de contacto 120 que cubre la pupila.

- 5 Como se observa en la Figura 1 la lente de contacto 120 es sustancialmente circular desde la vista frontal y presenta un lado cóncavo apropiado para adaptarse a la curvatura del ojo. El tamaño de la lente de contacto 12 puede variar dependiendo de determinados atributos físicos del usuario que va a albergar el sistema 100 de lente de contacto, tal como por ejemplo la edad del usuario o el tamaño de la curvatura del ojo del usuario. Típicamente, el área total de corrección de la visión del sistema 100 de lente de contacto es sustancialmente circular y es de aproximadamente 4 mm a aproximadamente 10 mm, preferentemente de aproximadamente 5 mm a aproximadamente 8 mm, de diámetro.
- 10 Se puede proporcionar energía eléctrica al elemento electro-activo 110, así como al dispositivo de telemetría 130 y al controlador fijando una fuente 190 de energía conforme, tal como una batería, un condensador o un dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo, al sistema 100 de lente de contacto. La fuente 190 de energía conforme es una película fina formada de acuerdo con la forma de la lente de contacto 120. La fuente de energía 190 puede tener forma de anillo y está fijada a la lente de contacto 120 fuera del área de corrección de visión, lo que puede dispersar el peso de la fuente de energía de manera uniforme a través de la lente de contacto 120, sin que se produzca interferencia con la visión del usuario. Debe apreciarse que en algunas realizaciones, la fuente de energía 15 190 puede no tener forma de anillo, sino que se puede fijar a la lente de contacto 120 en forma de pieza de estabilización 145. En estas realizaciones, el peso de la fuente de energía 190 puede actuar como contra-balance para estabilizar aún más sistema 100 de lente de contacto y mantener el dispositivo de telemetría 130 entre la hendidura palpebral.
- 20 La fuente de energía 190 puede proporcionar energía eléctrica que ha sido previamente almacenada como en una batería. De manera alternativa, la fuente de energía 190 puede convertir la energía cinética procedente del movimiento del ojo en energía eléctrica usando técnicas de conversión electro-mecánicas que emplean, únicamente a modo de ejemplo, películas finas de polímeros piezoeléctricos transparentes. También se podría producir la fuente de energía 190 por medio de la conversión de luz en energía eléctrica usando una célula fotovoltaica fina producida a partir, únicamente a modo de ejemplo, de películas poliméricas fotovoltaica transparente.
- 25 El elemento electro-activo 110 proporciona una corrección de visión electro-activa durante al menos una longitud focal. Esto puede incluir una visión electro-activo de cerca y/o intermedia, que son las longitudes focales más comunes requeridas por el usuario que necesita una corrección de visión para longitudes focales múltiples. Además, la visión intermedia puede ser una o ambas de visión intermedia próxima y visión intermedia lejana. En estas realizaciones, se proporciona visión de lejos por medio de la lente de contacto 120, con la excepción del uso de ópticas adaptativas para corregir de forma electro-activa el error de refracción no convencional en la visión de lejos del usuario mediante la activación únicamente de determinadas partes del elemento electro-activo. La eliminación del error de refracción no convencional puede corregir la visión del usuario en más que 20/20, hasta e incluyendo la corrección de la visión del usuario en más que 20/10.
- 30 El área del sistema 100 de lente de contacto para corrección de la visión proporcionada por el elemento electro-activo 110 puede ser más grande o más pequeña que el área de corrección de visión proporcionada por la región 150 óptica de distancia fija. En al menos una realización en la que el área del elemento electro-activo 110 es menor que la región 150 óptica de distancia fija, el elemento electro-activo 110 cubre al menos una parte de la pupila, y se encuentra preferentemente centrado sobre la misma.
- 35 En determinadas realizaciones de la invención, el elemento electro-activo 110 se encuentra encapsulado antes de la unión del mismo a la lente de contacto 120. Un ejemplo de elemento 110 encapsulado se muestra en la Figura 2 en forma de vista de corte transversal del sistema 100 de lente de contacto mostrado en la Figura 1. Una cápsula 115 contiene el elemento electro-activo 110. Se puede moldear la lente de contacto 120 alrededor de la cápsula 115 de manera que la cápsula 115 se encuentre dispuesta en el interior del volumen de la lente de contacto 120. La cápsula 115 es sustancialmente circular y se adapta para recibir el elemento electro-activo 110. La cápsula 115 es ópticamente transparente a la luz y permite al usuario la visión a través de la misma.
- 40 Preferentemente, la cápsula 115 es rígida y puede estar formada bien por materiales no permeables a gas, materiales hidrófobos o materiales permeables a gas. Un ejemplo de material hidrófobo, no permeable a gas apropiado incluye polimetilmetacrilato (PMMA).
- 45 Materiales permeables a gas, rígidos y apropiados incluyen metilmetacrilato (MMA) copolimerizado con acrilato de silicona, o MMA copolimerizado por ejemplo con metacriloxipropil tris (trimetoxisilano) (TRIS). MMA-TRIS modificado con fluorometacrilatos es un material permeable a gas apropiado para la cápsula 115.
- 50 La lente de contacto 120 puede estar formada por material rígido permeable a gases o por material hidrófilo flexible. Ejemplos de materiales hidrófilos flexibles apropiados incluyen, por ejemplo, hidrogeles poliméricos termoestables tales como metacrilato de hidroxietilo (HEMA), HEMA reticulado con dimetacrilato de etileno (EDMA) o momometacrilato de etilenglicol (EDGMA) o polímeros basados en silicona tales como polidimetilsiloxano (PDMS).
- 55 Los materiales permeables a gases y no permeables a gases, hidrófilos de calidad óptica, además de los descritos, se conocen bien en la técnica de la lente de contacto. De manera general, se puede usar cualquiera de estos materiales en cualquier combinación para la construcción de una cápsula 115 o de la lente de contacto 120. No

obstante, se prefiere un cápsula impermeable y/o hidrófoba y rígida en combinación bien con una lente de contacto rígida y permeable a gases o bien con una lente de contacto flexible e hidrófila.

En algunas realizaciones, el dispositivo de telemetría 130, así como también el controlador y la fuente de energía, pueden estar sellados en la cápsula 115 junto con el elemento electro-activo 110, de manera que todos los componentes electrónicos del sistema 100 de lente de contacto se encuentren contenidos en la cápsula 115. Esto puede presentar la ventaja de disminuir el coste de fabricación de los componentes electrónicos ya que se pueden fabricar los componentes electrónicos y encapsular por separado. De manera adicional, se puede construir la cápsula 115 de un material impermeable o hidrófobo, o se puede sellar con un sellante impermeable al agua, que puede proporcionar la ventaja de proteger los componentes electrónicos de la afección por partes de las lágrimas u otras secreciones oculares. Si se construye por separado, la cápsula 115 puede unirse posteriormente a la lente de contacto 120 para crear el sistema 100 de lente de contacto sin necesidad de unir por separado el dispositivo de telemetría 130 a la lente de contacto 120. Debe apreciarse, no obstante, que no es necesaria la colocación de dispositivo de telemetría 130 en la cápsula 115 no y que se puede colocar en cualquier punto sobre o en la lente de contacto 120 fuera de la cápsula 115. En este caso, el dispositivo de telemetría 130 se conecta al elemento electro-activo 110 por medio de conductores que pasan por fuera de la cápsula hacia el interior de la lente de contacto 120 hasta el dispositivo de telemetría 130.

En algunas realizaciones, como se muestra en la Figura 3, puede resultar deseable usar únicamente una única pieza de estabilización 345, tal como un compensación sencilla o peso de prisma, por ejemplo, para estabilizar el sistema 300 de lente de contacto. Al menos una parte de la pieza de estabilización 345 sencilla se encuentra típicamente unida por debajo del meridiano horizontal de la lente de contacto 320. Como se muestra en la Figura 3, se disminuye el área del sistema 300 de lente de contacto potencialmente oscurecida incluyendo piezas de estabilización adicionales. Como resultado de ello, se puede usar un gran área del sistema 300 de lente de contacto para proporcionar un aumento óptico para la corrección de la visión. En particular, la disponibilidad del área adicional de lente para proporcionar corrección de la visión pueden resultar ventajosa en aplicaciones, por ejemplo, tales como la visión nocturna u otros ajustes de luz reducida. En presencia de luz reducida, la dilatación de la pupila puede expandir la pupila hacia afuera de un área pequeña de corrección de la visión del sistema 300 de lente de contacto, dando lugar a la posibilidad de visión borrosa o distorsionada.

En otra realización ejemplar, como se muestra en la Figura 4a, el sistema 400 de lente de contacto se estabiliza de manera alternativa sin el uso de piezas de estabilización unidas a la lente de contacto 420. En lugar de ello, se estabiliza el sistema 400 de lente de contacto por medio de una lente 420 de contacto truncada. La lente de contacto 420 se trunca a lo largo de la cuerda 470 que se encuentra por debajo y sustancialmente paralela, dentro de aproximadamente 5 grados, al meridiano horizontal de la lente de contacto 420. Típicamente, la cuerda 470 junto con la cual tiene lugar el truncado de la lente de contacto 420 se encuentra fuera de la cápsula que contiene el elemento electro-activo 410. Preferentemente, la cuerda 470 junto con la cual tiene lugar el truncado de la lente de contacto 420 no toca ninguna parte del sistema 400 de lente de contacto, que cubre la pupila cuando el sistema 400 de lente de contacto se encuentra en uso y que proporciona una corrección de visión al usuario. Típicamente, de aproximadamente cinco a aproximadamente quince por ciento de la lente de contacto 420 puede ser sometido a truncado para estabilizar el sistema 400 de lente de contacto, aunque se puede truncar más o menos de la lente de contacto 420 basándose en las necesidades de visión particulares del usuario.

El truncado de la lente de contacto 420 puede ser suficiente por sí mismo para estabilizar el sistema 400 de lente de contacto y mantener el dispositivo de telemetría 430 entre la hendidura palpebral de los párpados cuando el sistema 400 de lente de contacto se encuentra en uso. De manera alternativa, se pueden usar una o más piezas estabilizadoras 445, tal como dispositivos de compensación o pesos de prisma, en combinación con la lente de contacto 420 truncada, como se muestra en la Figura 4b, para estabilizar más el sistema 400 de lente de contacto. En la presente realización, preferentemente el truncado es mínimo de forma que se puede unir un dispositivo de compensación o peso de prisma a la lente de contacto 420 sin que se produzca superposición sobre el área del sistema 400 de lente de contacto que proporciona la corrección de la visión.

En determinadas realizaciones, tales como cuando la corrección de la visión para el usuario de un sistema de lente de contacto electro-activa requiere de manera adicional la corrección de astigmatismo, el sistema de lente de contacto puede también incluir un aumento tórico como se ilustra en la Figura 4. En las presentes realizaciones el sistema 400 de lente de contacto se estabiliza para mantener la orientación del eje tórico 480 de la lente de contacto 420 así como también mantener la posición del dispositivo de telemetría 430. Preferentemente, el eje tórico 480 se fija antes de colocar el dispositivo de telemetría 430 sobre la lente de contacto 420, tal como durante la fabricación inicial de la lente de contacto 420. De manera alternativa, se puede colocar el dispositivo de telemetría 430 sobre la lente de contacto 420 y se puede estabilizar en primera lugar, seguido de orientación del eje tórico 480 con respecto a la orientación del dispositivo de telemetría 430.

En determinadas realizaciones, la lente de contacto produce un aumento óptico pequeño o nulo y se pueden proporcionar la corrección de visión de lejos proporcionada por medio de la región óptica de lejos fija del sistema de lente de contacto en lugar de por medio de la cápsula que contiene el elemento electro-activo. La cápsula se puede fabricar y su superficie se puede alisar para proporcionar directamente un aumento óptico para la corrección de la

visión de lejos. Como se muestra en la Figura 5, la lente de contacto es una faldilla 525 fabricada de material hidrófilo, que forma un anillo alrededor de la cápsula 550, que puede contribuir a flujo lacrimal y a una disminución de sensibilidad del párpado con respecto a la cápsula 550. La faldilla 525 de lente de contacto se une a la cápsula 550 únicamente en el perímetro 527 externo de la cápsula.

- 5 La cápsula 550 presenta un radio de curvatura que es una superficie alisada para crear un índice de refracción que se ajuste a la prescripción del usuario en cuanto a corrección de la visión de lejos. La realización de la Figura 5 presenta un cápsula 550 que no se encuentra dispuesta en el volumen de la lente de contacto, sino que se encuentra rodeada por la faldilla 525 de lente de contacto. El sistema 500 de lente de contacto se puede estabilizar por medio de compensaciones, pesos de prisma y/o truncado de la misma forma que se ha descrito.
- 10 En otras realizaciones, el aumento óptico a distancia fija del sistema de lente de contacto se puede proporcionar por medio de una combinación de la lente de contacto y la cápsula. Por ejemplo, se puede alisar la superficie de la cápsula para que tenga un índice de refracción y se puede colocar en el volumen de la lente de contacto que también presenta un índice de refracción. Juntos, los índices de refracción pueden ser aditivos para proporcionar una aumento óptico de distancia fija con el fin de corregir la visión de lejos del usuario.
- 15 Debe apreciarse que además de los pesos de prisma, se pueden usar diferentes métodos de todos los que se han comentado en las realizaciones ejemplares del presente documento, para estabilizar las lentes de contacto multi-focales y tóricas. Por consiguiente, los presentes métodos cuando se aplican a las realizaciones descritas en el presente documento se consideran dentro del alcance de la presente invención.
- 20 La presente invención no se encuentra limitada en cuando al alcance por las realizaciones específicas descritas en el presente documento. De hecho, diferentes modificaciones de la presente invención, además de las descritas en el presente documento, resultarán evidentes para el experto en la técnica a partir de la memoria descriptiva anterior y de los dibujos adjuntos. De este modo, se pretende que dichas modificaciones se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas siguientes.

25

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un sistema (100) lente de contacto electro-activa que incluye una lente de contacto (120), un elemento electro-activo (110), un detector de visión en comunicación con el elemento electro-activo (110) y una fuente de energía (190) que proporciona energía al elemento electro-activo (110), que se caracteriza por que el sistema de lente (100) comprende un medio (140, 145) para estabilizar el detector de visión entre la hendidura palpebral del ojo del paciente cuando la lente (120) de contacto electro-activa se encuentra en uso por parte del paciente.
- 2.- El sistema (100) lente de contacto electro-activa de la reivindicación 1, que se caracteriza por que el detector de visión comprende un dispositivo de telemetría (130).
- 10 3.- El sistema (100) lente de contacto electro-activa de la reivindicación 1, que se caracteriza por que el detector de visión comprende un conmutador de inclinación.
- 4.- El sistema (100) lente de contacto electro-activa de la reivindicación 1, que se caracteriza por que el detector de visión comprende un microgiroscopio.
- 5.- El sistema (100) lente de contacto electro-activa de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la fuente de energía (190) es una batería conforme.
- 15 6.- El sistema (100) lente de contacto electro-activa de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el elemento electro-activo y el detector de visión se encuentran contenidos en el interior de una cápsula.

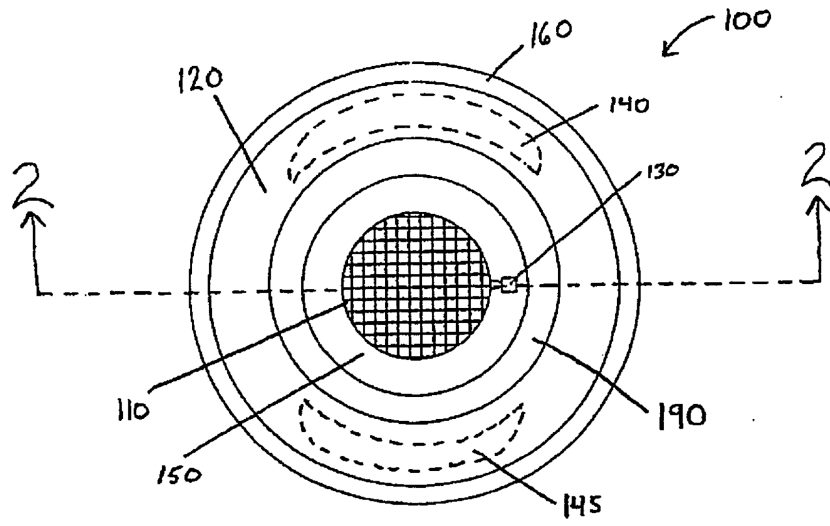


FIG. 1

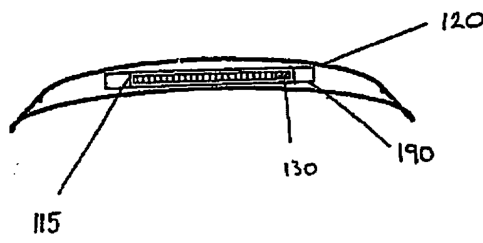


FIG. 2

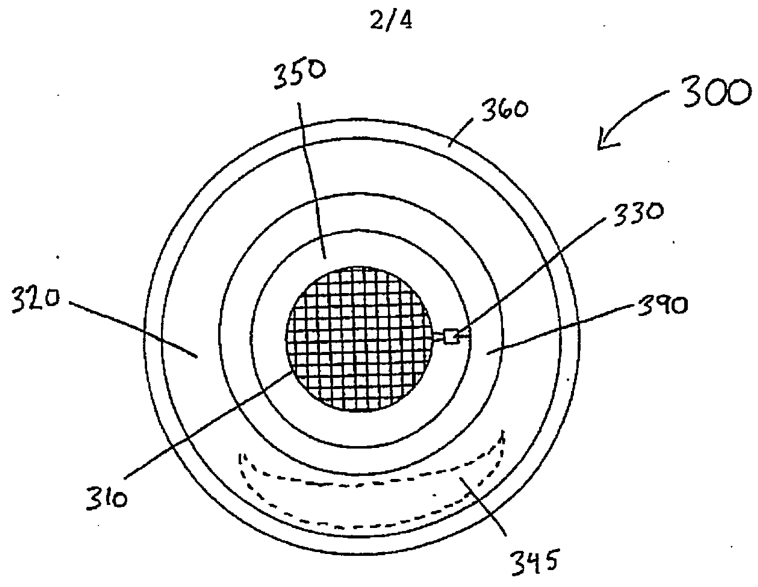


FIG. 3

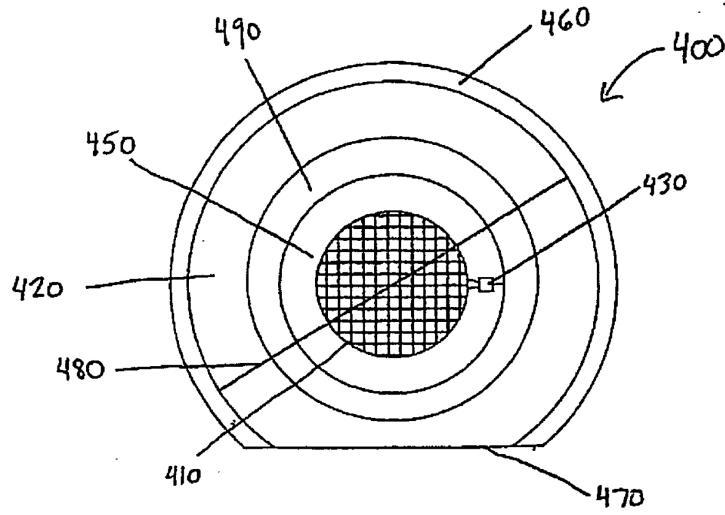


FIG. 4a

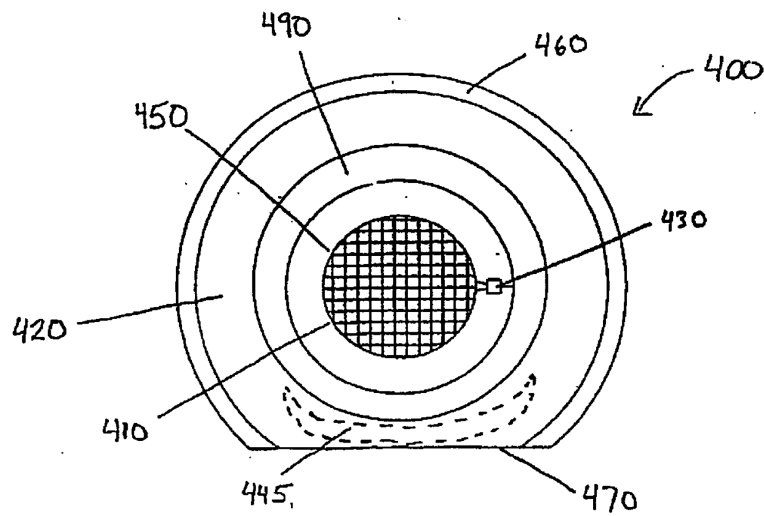


FIG. 4b

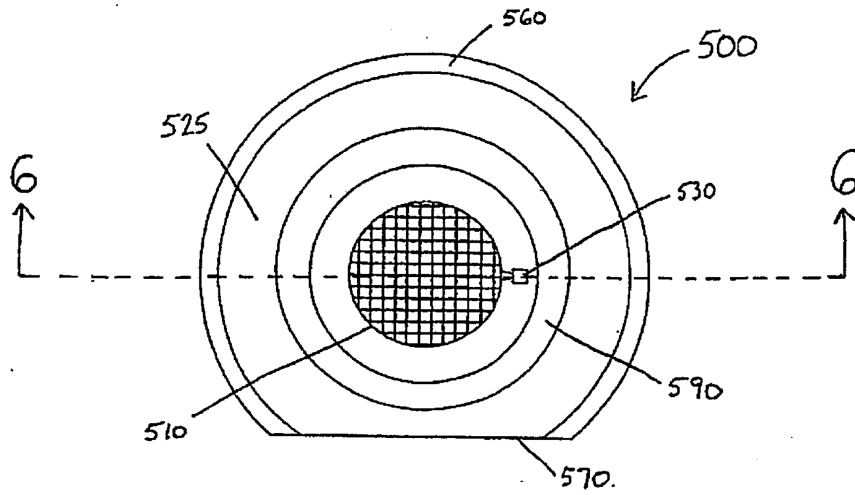


FIG. 5

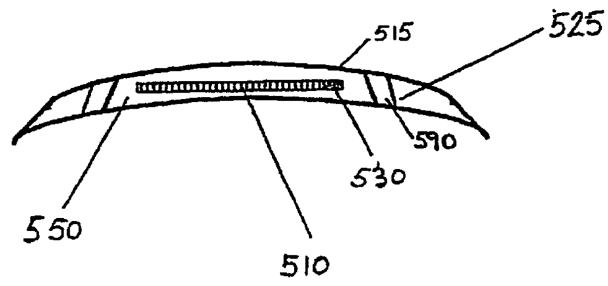


FIG. 6