

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 450 116**

51 Int. Cl.:

**G02C 7/08** (2006.01)

**G02C 7/02** (2006.01)

**G02C 7/10** (2006.01)

**G02C 7/06** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2000 E 10182489 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 2293136**

54 Título: **Lente oftálmica electro-activa progresiva híbrida**

30 Prioridad:

**02.07.1999 US 142053 P**

**14.07.1999 US 143626 P**

**10.08.1999 US 147813 P**

**25.08.1999 US 150545 P**

**25.08.1999 US 150564 P**

**26.10.1999 US 161363 P**

**23.06.2000 US 602013**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.03.2014**

73 Titular/es:

**E-VISION, LLC (100.0%)**

**5241 Valley Park Drive**

**Roanoke, VA 24019, US**

72 Inventor/es:

**DUSTON, DWIGHT P. y**

**BLUM, RONALD D.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 450 116 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

Lente oftálmica electro-activa progresiva híbrida

### Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada con el campo de la corrección de la visión, y, más particularmente, con un sistema, un aparato y un método para corregir la visión utilizando una lente electro-activa.

La invención proporciona una lente oftálmica híbrida, según las reivindicaciones adjuntas.

Las lentes oftálmicas híbridas se conocen a partir del documento US 5359 444, que describe una lente de ese tipo que enfoca automáticamente a medida que el operario mira objetos a diferentes distancias.

### Breve descripción de los dibujos

10 La invención se entenderá más fácilmente a través de la siguiente descripción detallada, con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una realización de un sistema de foróptero/refractor electro-activo 100;

La FIG. 2 es una vista esquemática de una realización de otro sistema de foróptero/refractor electro-activo 200;

La FIG. 3 es un diagrama de flujo de una secuencia práctica convencional de dispensación 300;

15 La FIG. 4 es un diagrama de flujo de una realización de un método de dispensación 400;

La FIG. 5 es una vista en perspectiva de una realización de unas gafas electro-activas 500;

La FIG. 6 es un diagrama de flujo de una realización de un método de prescripción 600;

La FIG. 7 es una vista frontal de una realización de una lente electro-activa híbrida 700 de anteojos;

20 La FIG. 8 es una vista en sección de una realización de la lente electro-activa híbrida 700 de anteojos tomada a lo largo de la línea de sección A-A de la Fig. 7;

La FIG. 9 es una vista en sección de una realización de una lente electro-activa 900 tomada a lo largo de la línea de sección Z-Z de la Fig. 5;

La FIG. 10 es una vista en perspectiva de un sistema de lente electro-activa 1000;

25 La FIG. 11 es una vista en sección de una lente electro-activa de difracción 1100 tomada a lo largo de la sección Z-Z de la Fig. 5;

La FIG. 12 es una vista frontal de una realización de una lente electro-activa 1200;

La FIG. 13 es una vista en sección de una realización de la lente electro-activa 1200 de la Fig. 12 tomada a lo largo de la línea de sección Q-Q;

La FIG. 14 es una vista en perspectiva de un sistema de seguimiento 1400;

30 La FIG. 15 es una vista en perspectiva de un sistema de lente electro-activa 1500;

La FIG. 16 es una vista en perspectiva de un sistema de lente electro-activa 1600;

La FIG. 17 es una vista en perspectiva de una lente electro-activa 1700;

La FIG. 18 es una vista en perspectiva de una lente electro-activa 1800;

La FIG. 19 es una vista en perspectiva de una capa electro-activa 1900;

35 La FIG. 20 es una vista en perspectiva de una lente electro-activa 2000;

La FIG. 21 es una vista en perspectiva de unas gafas electro-activas 2100;

La FIG. 22 es una vista frontal de una lente electro-activa 2200;

La FIG. 23 es una vista frontal de una lente electro-activa 2300;

La FIG. 24 es una vista frontal de una lente electro-activa 2400;

La FIG. 25 es una vista en sección de una lente electro-activa 2500 tomada a lo largo de la sección Z-Z de la Fig. 5;

La FIG. 26 es una vista en sección de una lente electro-activa 2600 tomada a lo largo de la sección Z-Z de la Fig. 5;

La FIG. 27 es un diagrama de flujo del método de dispensación 2700; y

La FIG. 28 es una vista en perspectiva de una lente electro-activa 2800.

## 5 Descripción detallada

En 1998, solo en Estados Unidos se realizaban aproximadamente 92 millones de exámenes oculares. La gran mayoría de estos exámenes implicaban una comprobación a fondo de patologías del ojo tanto internas como externas, análisis de binocularidad y equilibrio muscular, medición de la córnea y, en muchos casos, la pupila y finalmente un examen refractivo, que era a la vez objetivo y subjetivo.

10 Los exámenes de refracción se realizan para comprender y diagnosticar el tipo y la magnitud de los errores de refracción de los ojos. Los tipos de errores de refracción que actualmente se pueden diagnosticar y medir son la miopía, la hipermetropía, el astigmatismo y la presbicia. Los refractores actuales (forópteros) tratan de corregir la visión a distancia 20/20 y de cerca, y en algunos casos se puede conseguir una visión a distancia 20/15, sin embargo, hasta ahora esto es una excepción.

15 Cabe puntualizar que el límite teórico en el que la retina de un ojo puede procesar y definir la visión es de aproximadamente 20/10. Esto es mucho mejor que el nivel de visión que se obtiene en la actualidad por medio de los refractores (forópteros) y las lentes convencionales de anteojos. Lo que se echa en falta en estos dispositivos convencionales es la capacidad de detectar, cuantificar y corregir los errores de refracción no convencionales, tales como las aberraciones, el astigmatismo irregular o las irregularidades de la capa ocular. Estas aberraciones, el  
20 astigmatismo irregular y/o las irregularidades de la capa ocular pueden ser el resultado de un sistema visual o como resultado de las aberraciones causadas por unos binoculares convencionales, o una combinación de ambos.

Por lo tanto, sería muy beneficioso contar con unos medios para detectar, cuantificar y corregir la visión tan cerca como 20/10 como sea posible o mejor.

Por otra parte, sería beneficioso hacer esto de manera muy eficiente y fácil para el usuario.

25 La presente invención utiliza un planteamiento novedoso para la detección, cuantificación y corrección de la visión. El planteamiento implica varias realizaciones innovadoras que utilizan una lente electro-activa. Por otra parte, la invención utiliza un planteamiento novedoso para la selección, la dispensación, la activación y la programación de gafas electro-activas.

30 Por ejemplo, puede utilizarse un foróptero/refractor electro-activo. Este foróptero/refractor electro-activo utiliza muchos menos componentes de lente que los forópteros de hoy en día y tiene una fracción del tamaño y/o el peso totales de los forópteros de hoy en día. De hecho, este ejemplo consiste sólo en un par de lentes electro-activas alojadas en una montura que proporciona, ya sea a través de su propio diseño estructural y/o por medio de una red de cables conductivos, la energía eléctrica necesaria para permitir que las lentes electro-activas funcionen apropiadamente.

35 Para ayudar a entender ciertas realizaciones de la invención, ahora se proporcionan unas explicaciones de diversos términos. En algunas situaciones, estas explicaciones no pretenden necesariamente ser limitativas, sino que deben leerse a la luz de los ejemplos, las descripciones y las reivindicaciones que se proporcionan en esta memoria.

Una "zona electro-activa" puede incluir o estar incluida en una estructura, capa y/o región electro-activas. Una "región electro-activa" puede ser una parte o la totalidad de una capa electro-activa. Una región electro-activa puede estar adyacente a otra región electro-activa. Una región electro-activa puede conectarse a otra región electro-activa, ya sea directa o indirectamente, por ejemplo, con un aislamiento entre cada región electro-activa. Una capa electro-activa puede conectarse a otra capa electro-activa, ya sea directa o indirectamente, por ejemplo, con un aislamiento entre cada capa electro-activa. "Conectar" puede incluir pegar, depositar, adherir y otros métodos de conexión conocidos. Un "controlador" puede incluir o estar incluido en un procesador, un microprocesador, un circuito integrado, un IC, un chip informático y/o un chip. Un "refractor" puede incluir un controlador. Un "auto-refractor" puede incluir un analizador de frente de onda. El "error de refracción de cerca" puede incluir la presbicia y cualquier otro error de refracción que se necesite corregir para que uno pueda ver claramente de cerca. El "error de refracción a distancia intermedia" puede incluir el grado de presbicia que se necesita corregir a una distancia intermedia y cualquier otro error de refracción que sea necesario corregir para que uno pueda ver claramente a distancias intermedias. El "error de refracción de lejos" puede incluir cualquier error de refracción que sea necesario corregir para que uno pueda ver claramente de lejos. La "distancia de cerca" puede ser de aproximadamente 15 cm (6 pulgadas) a aproximadamente 61 cm (24 pulgadas), y más preferiblemente de aproximadamente 36 cm (14 pulgadas) a 46 (18 pulgadas). La "distancia intermedia" puede ser de aproximadamente 61 cm (24 pulgadas) a aproximadamente 1,5 m (5 pies). La "distancia lejana" puede ser cualquier distancia entre aproximadamente 1,5 m (5 pies) y el infinito, y más preferiblemente el infinito. Un "error de refracción convencional" puede ser la miopía, la  
55

hipermetropía, el astigmatismo y/o la presbicia. Los "errores de refracción no convencionales" pueden ser el astigmatismo irregular, las aberraciones del sistema ocular y cualquier otro error de refracción no incluido como error de refracción convencional. Un "error de refracción óptico" puede ser cualquier aberración asociada con la óptica de una lente.

En ciertas realizaciones, unos "anteojos" pueden incluir una lente. En otras realizaciones, unos "anteojos" pueden incluir más de una lente. Una lente "multifocal" puede ser una lente bifocal, trifocal, cuatrifocal y/o una lente progresiva. Una pieza inicial de lente "terminada" puede ser una pieza inicial de lente que tiene una superficie óptica acabada en ambos lados. Una pieza inicial de lente "semiacabada" puede ser una pieza inicial de lente que tiene, sólo en un lado, una superficie óptica acabada, y en el otro lado, una superficie no acabada en sentido óptico, la lente necesita modificaciones adicionales, tales como esmerilado y/o pulido, para convertirla en una lente utilizable. El "tratamiento superficial" puede incluir esmerilado y/o pulido del exceso de material para finalizar una superficie no acabada de una pieza inicial de lente semiacabada.

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de un sistema de foróptero/refractor electro-activo 100. Las monturas 110 contienen una lente electro-activa 120, que se conecta a través de una red de cables conductivos 130 a un controlador 140 de lente electro-activa y a una fuente de energía eléctrica 150.

Las patillas (piezas para la sien) (no se muestra en la Fig. 1) de las monturas 110 pueden contener unas baterías o fuentes de alimentación, tales como, por ejemplo, una micro-pila de combustible. La patilla o patillas de la montura 110 pueden poseer los componentes eléctricos necesarios de modo que el cable de alimentación se enchufe directamente a una toma de corriente y/o al controlador/programador 160 del refractor electro-activo.

La lente electro-activa 120 puede montarse en un conjunto de alojamiento que está suspendido para que se pueda colocar simplemente la cara apropiadamente con el fin de mirar a través de las lentes electro-activas mientras se refractan.

Si bien el ejemplo anterior sólo utiliza un par de lentes electro-activas, se pueden utilizar múltiples lentes electro-activas. Puede utilizarse una combinación de lentes convencionales y lentes electro-activas.

La FIG. 2 es una vista esquemática de un sistema de refractor electro-activo 200 que incluye un conjunto de alojamiento 210 que contiene por lo menos una lente electro-activa 220 y varias lentes convencionales, específicamente lente difractiva 230, lente prismática 240, lente astigmática 250 y lente esférica 260. Una red de cables conductivos 270 conecta la lente electro-activa 220 con una fuente de alimentación 275 y con un controlador 280, que proporciona una pantalla de prescripción 290.

Cuando se utilizan múltiples lentes electro-activas y/o una combinación de lentes convencionales y electro-activas, las lentes se pueden utilizar para probar la visión con una secuencia de una cada vez de forma aleatoria y/o de forma no aleatoria. También se añaden dos o más lentes que dan un total de potencia correctiva (graduación) por delante de cada ojo, según se necesite.

Las lentes electro-activas, que se utilizan tanto en el foróptero electro-activo como en las gafas electro-activas, están comprendidas en una construcción híbrida y/o no híbrida. En una construcción híbrida, una óptica de lente convencional se combina con una zona electro-activa. En una construcción no híbrida, no se utiliza una óptica de lente convencional.

La secuencia práctica de dispensación convencional actual 300 se muestra como un diagrama de flujo de la FIG. 3. Tal como se muestra en las etapas 310 y 320, tradicionalmente un examen de ojos que implica a un refractor convencional es seguido por la obtención de una prescripción y llevar esa prescripción a un dispensador. Entonces, como se muestra en las etapas 330 y 340, en el dispensador se seleccionan las monturas y la lente. Tal como se muestra en la etapa 350 y 360, las lentes se fabrican, se cantean y se ensamblan en las monturas. Finalmente, en la etapa 370, se dispensan y reciben los nuevos binoculares de la prescripción.

Como se muestra en el diagrama de flujo de la FIG. 4, en un método de dispensación 400, en la etapa 410 el portador selecciona las gafas electro-activas o alguien lo hace para él. En la etapa 420, las monturas se colocan en el portador. Cuando el portador lleva las gafas electro-activas, en la etapa 430, los sistemas electrónicos son controlados por un sistema de control de foróptero/refractor electro-activo, que en la mayoría de los casos es manejado por un profesional y/o técnico de cuidado ocular. Sin embargo, el paciente o portador puede manejar realmente el sistema de control y, de este modo, controlar la prescripción de sus propias lentes electro-activas. Como alternativa, tanto el paciente/portador como el profesional y/o técnico de cuidado ocular trabajan junto con el controlador.

En la etapa 440, el sistema de control, ya sea manejado por el profesional o técnico de cuidado ocular y/o el paciente/portador, se utiliza para seleccionar de forma objetiva o subjetiva la mejor prescripción correctora para el paciente/portador. Con la selección de la prescripción apropiada para corregir la visión del paciente/portador para su corrección óptima, el técnico o profesional de cuidado ocular programa entonces las gafas electro-activas del paciente/portador.

La prescripción seleccionada puede ser programada en un controlador de gafas electro-activas y/o en uno o más componentes del controlador, antes de que las gafas electro-activas seleccionadas se desconecten del controlador del foróptero/refractor electro-activo. Como alternativa, la prescripción se programa en las gafas electro-activas en un momento posterior.

- 5 En cualquier caso, las gafas electro-activas se seleccionan, colocan, programan y dispensan en la etapa 450 con una secuencia totalmente diferente a las de los binoculares de hoy en día. Esta secuencia permite mejores eficiencias de fabricación, refracción y dispensación.

10 A través de este método, el paciente/portador literalmente pueden seleccionar sus gafas, llevarlas mientras tienen lugar las pruebas de su visión, y luego ser programadas para la correcta prescripción. En la mayoría de los casos, pero no en todos, esto se hace antes de que el paciente/portador deje la silla de examen, de este modo, se asegura que la total precisión en la programación y fabricación de la prescripción final del paciente, así como la precisión de la propia refracción ocular. Finalmente, en este método el paciente puede literalmente llevar sus binoculares electro-activos cuando se levanta de la silla de examen y sale de la oficina del profesional de cuidado ocular.

15 Cabe puntualizar que otros métodos permiten que el foróptero/refractor electro-activo simplemente exponga o imprima la mejor prescripción corregida del paciente o portador, que a continuación se rellena de la misma manera que en el pasado. Actualmente el proceso consiste en llevar una prescripción escrita a una ubicación de dispensación en la que se venden y se dispensan gafas electro-activas (monturas y lentes).

La prescripción puede enviarse electrónicamente, por ejemplo, a través de internet, a una ubicación de dispensación en la que las se venden gafas electro-activas y (monturas y lentes).

20 En el caso en que la prescripción no se rellene en el punto en el que se realiza la refracción ocular, un controlador de gafas electro-activas y/o uno o más componentes del controlador, se pueden programar e instalar en las gafas electro-activas, o programarse directamente mientras se instala en las gafas electro-activas, después de la refracción. En el caso de que no se añada nada a las gafas electro-activas, el controlador de gafas electro-activas, y/o uno o más componentes del controlador, es una pieza integrada compleja de las gafas electro-activas y no se tiene que añadir en un momento posterior.

La FIG. 27 es un diagrama de flujo de otro método de dispensación 2700. En la etapa 2710, se refracta la visión del paciente utilizando cualquier método. En la etapa 2720, se obtiene la prescripción para el paciente. En la etapa 2730, se seleccionan las gafas electro-activas. En la etapa 2740, se programan las gafas electro-activas con la prescripción del portador. En la etapa 2750, se dispensan las gafas electro-activas.

30 La FIG. 5 es una vista en perspectiva de otras gafas electro-activas 500. En este ejemplo ilustrativo, la montura 510 contiene unas lentes electro-activas genéricas 520 y 522 que se acoplan eléctricamente mediante unos cables de conexión 530 al controlador 540 de gafas electro-activas y a la fuente de alimentación 550. La línea de sección Z-Z divide la lente electro-activa genérica 520.

35 El controlador 540 actúa como el "cerebro" de las gafas electro-activas 500 y puede contener por lo menos un componente de procesador, por lo menos un componente de memoria para almacenar instrucciones y/o datos para una prescripción específica, y por lo menos un componente de entrada/salida, tal como un puerto. El controlador 540 puede realizar las tareas computacionales tales como la lectura y la escritura en la memoria, el cálculo de las tensiones que deben aplicarse a los elementos individuales de la cuadrícula sobre la base de los índices de refracción deseados, y/o actuar como una interfaz local entre las gafas del paciente/usuario y el equipo de refractor/foróptero asociado.

40 El controlador 540 puede ser pre-programado por el especialista o técnico de cuidado ocular para cumplir con las necesidades de adaptación y convergencia del paciente. En este ejemplo, esta pre-programación se realiza en el controlador 540 mientras el controlador 540 está fuera de las gafas del paciente, y el controlador 540 se inserta luego en las gafas después de los exámenes.

45 El controlador 540 puede ser de tipo "solo lectura", que suministra la tensión a los elementos de la cuadrícula para obtener la distribución necesaria de índices de refracción para corregir la visión para una distancia específica. A medida que cambia la prescripción del paciente, se debe programar un nuevo controlador 540 y ser insertado en las gafas por el especialista. Este controlador sería de clase ASIC (*application specific integrated circuits*), o circuitos integrados de aplicación específica, y su memoria y comandos de procesamiento estarían impresos de manera permanente.

50 El controlador de gafas electro-activas puede ser programado originalmente por el especialista o técnico de cuidado ocular en la primera dispensación, y, más tarde, en el mismo controlador, o uno de sus componentes, puede reprogramarse para proporcionar una corrección diferente, a medida que cambian las necesidades del paciente. Este controlador de gafas electro-activas puede extraerse de las gafas, colocarse en el controlador/programador del refractor (que se muestra en las Figs. 1 y 2) y reprogramarse durante el examen, o ser reprogramado, in situ, por el refractor sin retirarse de las gafas electro-activas. El controlador de gafas electro-activas en este caso, por ejemplo,

podría ser de una clase de FPGA, *field programmable gate array architecture*. El controlador de gafas electro-activas puede integrarse permanentemente en las gafas y sólo requerir una interfaz de enlace con el refractor que envía los comandos de reprogramación al FPGA. Parte de este vínculo incluiría una alimentación externa de CA al controlador de gafas electro-activas proporcionada por un adaptador de CA integrado en el refractor/foróptero o en su unidad de controlador/programador. Las gafas electro-activas pueden actuar como el refractor, y el equipo externo puede ser manejado por el especialista o técnico de cuidado ocular consistir simplemente en una interfaz analógica y/o digital con el controlador de gafas electro-activas. De este modo, el controlador de gafas electro-activas también puede servir como controlador para el refractor/foróptero. En este ejemplo, la electrónica necesaria de procesamiento está disponible para alterar la distribución de tensiones de cuadrícula hacia las gafas electro-activas y reprogramar el controlador de gafas electro-activas con estos datos después de que se determina empíricamente la corrección óptima para el usuario. En este caso, el paciente revisa las tablas de ojos a través de sus propias gafas electro-activo durante el examen y puede no ser consciente de que está seleccionando la mejor prescripción correctiva, el controlador en sus gafas electro-activas se reprograma simultáneamente de manera electrónica.

Puede utilizarse un auto-refractor electrónico como una primera etapa y/o en combinación con los refractores electro-activos (mostrados en las Figs. 1 y 2) tal como a modo de ejemplo, pero no limitado a, el Auto-refractor de Humphrey y el Auto-refractor de Nikon que se han desarrollado o modificado para proporcionar una reacción que es compatible y se programa para el uso con las lentes electro-activas de la invención. Esto puede ser utilizado para medir el error refractivo, mientras el paciente o portador está usando sus anteojos electro-activos. Esta información se introduce automática o manualmente en un controlador y/o programador, que luego calibra, programa o reprograma el controlador de los anteojos electro-activos del usuario/portador. Unas gafas electro-activas se puede volver a calibrar según sea necesario sin necesidad de un examen ocular o refracción ocular completos.

La corrección de la visión se puede corregir, por medio de unas lentes electro-activas, hasta 20/20. Esto se obtiene en la mayoría de los casos mediante la corrección de un error de refracción convencional (miopía, hipermetropía, astigmatismo y/o presbicia). Además, puede medirse y corregirse un error de refracción no convencional, tal como aberraciones, astigmatismo irregular y/o las irregularidades de la capa ocular del ojo, así como un error de refracción convencional (miopía, hipermetropía, astigmatismo y/o presbicia). Por lo que las aberraciones, el astigmatismo irregular y/o las irregularidades de la capa ocular del ojo se corrigen además del error de refracción convencional, la visión se puede corregir en muchos casos a más de 20/20, tal como a 20/15, a más de 20/15, 20/10, y/o a más de 20/10.

Esta ventajosa corrección de errores se consigue utilizando eficazmente las lentes electro-activas en las gafas como una óptica adaptativa. La óptica adaptativa se ha demostrado y se lleva usando durante muchos años para corregir las distorsiones atmosféricas en los telescopios astronómicos terrestres, así como para la transmisión de láser a través de la atmósfera para las comunicaciones y las aplicaciones militares. En estos casos, usualmente se emplean espejos segmentados o "de caucho" para realizar pequeñas correcciones en el frente de onda de la imagen o la onda luminosa láser. En la mayoría de los casos estos espejos son manipulados por unos dispositivos de accionamiento mecánico.

La óptica adaptativa, tal como se aplica a la visión, se basa en el sondeo activo del sistema con un haz de luz, tal como un láser seguro para los ojos, y mide la distorsión del frente de onda ya sea de la reflexión retinal o de la imagen creada en la retina. Esta forma de análisis de frente de onda supone una onda de sonda esférica o plana y mide la distorsión impartida a este frente de onda por el sistema ocular. Al comparar el frente de onda inicial con el distorsionado, un examinador experto puede determinar qué anomalías existen en el sistema ocular y prescribir una prescripción apropiada correctiva. Hay varios diseños en competencia de analizadores de frente de onda, sin embargo, la adaptación de las lentes electro-activas descritas en esta memoria para el uso como modulador de luz ya sea reflexiva o transmisora para realizar ese análisis de frente de onda se incluye dentro de la invención. Unos ejemplos de analizadores de frente de onda se proporcionan en las patentes de EE.UU. números 5.777.719 (Williams) y 5.949.521 (Williams), que se incorporan por referencia en esta memoria en su totalidad.

Sin embargo, en las lentes electro-activas se pueden hacer pequeñas correcciones o ajustes de modo que un frente de onda de imagen es impartido por una distribución de cuadrícula de píxeles accionados eléctricamente cuyo índice de refracción se puede alterar, mediante la aceleración o desaceleración de la luz que pasa a través de ellos mediante el índice alterable. De esta manera, la lente electro-activa se convierte en una óptica adaptativa, que puede compensar la imperfección espacial inherente en la óptica del propio ojo con el fin de obtener una imagen casi sin aberración en la retina.

Dado que la lente electro-activa es totalmente de dos dimensiones, las aberraciones espaciales fijas causadas por el sistema óptico del ojo se pueden compensar con la incorporación de pequeños índices de correcciones de refracción en la parte superior de las necesidades de prescripción de corrección de la visión bruta del paciente/usuario. De esta manera, la visión se puede corregir a un nivel superior al que podría lograrse con correcciones comunes de convergencia y de adaptación, y, en muchos casos, puede tener como resultado una visión superior al 20/20.

Con el fin de lograr esta corrección superior al 20/20, se pueden medir las aberraciones oculares del paciente mediante, por ejemplo, un auto refractor modificado utilizando un analizador o sensor de frente de onda diseñado específicamente para mediciones de aberraciones oculares. Una vez que se han determinado las aberraciones

oculares y otros tipos de errores no convencionales de refracción tanto en su magnitud como espacialmente, el controlador de las gafas puede ser programado para incorporar los cambios de índice de refracción dependiente espacialmente en 2-D para compensar estas aberraciones y otros tipos de errores no convencionales de refracción además de la corrección general de miopía, hipermetropía, presbicia y/o astigmatismo. De este modo, la lente electro-óptica puede corregir de manera electro-activa las aberraciones del sistema ocular del paciente o creadas por la óptica de la lente.

De este modo, por ejemplo, puede necesitarse una cierta corrección de potencia (graduación) de -3,50 dioptrías en una determinada lente electro-activa divergente para corregir una miopía del portador. En este caso, se aplica una distribución de diferentes tensiones,  $V_1 \dots V_N$ , a los  $M$  elementos de la distribución de cuadrícula para generar una distribución de diferentes índices de refracción,  $N_1 \dots N_M$ , que le dan a la lente electro-activa, una potencia de -3,50 dioptrías. Sin embargo, ciertos elementos de la distribución de cuadrícula pueden requerir hasta más o menos 0,50 unidades de cambio en sus índices  $N_1 \dots N_M$  para corregir las aberraciones oculares y/o errores no convencionales de refracción. Las pequeñas desviaciones de tensión correspondientes a estos cambios se aplican al elemento apropiado de la cuadrícula, además de las tensiones correctoras de miopía base.

Con el fin de detectar, cuantificar y/o corregir en la medida de lo posible los errores no convencionales de refracción, tales como el astigmatismo irregular, las irregularidades de refracción ocular, tal como por ejemplo la capa lagrimal en la parte frontal de la córnea, la parte delantera o la parte posterior de la córnea, las irregularidades acuosas, la parte frontal o posterior de la lente lenticular, las irregularidades del humor vítreo, u otras aberraciones causadas por el propio sistema de refracción ocular, el refractor/foróptero electro-activo se utiliza de acuerdo al método de prescripción 600 de la FIG. 6.

En la etapa 610, tanto un refractor convencional, un refractor electro-activo que tiene tanto lentes convencionales como electro-activas, o un refractor electro-activo que sólo tiene lentes electro-activas, o un auto-refractor, se utiliza para medir el error de refracción usando potencias de lentes convencionales, tales como menos potencia (para miopes), más potencia (para hipermetropes), potencia cilíndrica y eje (para astigmatismo) y potencia de prisma cuando sea necesario. Utilizando este planteamiento, se obtendrá lo que hoy se conoce como BVA (*best visual acuity*, mejor agudeza visual) del paciente, por medio de error refractivo correctivo convencional. Sin embargo, ciertos ejemplos permiten mejorar la visión más allá de lo que consiguen los refractor/forópteros convencionales de hoy en día.

Por lo tanto, la etapa 610 permite un mayor perfeccionamiento de la prescripción de una manera inventiva no convencional. En la etapa 610, la prescripción, que logra este punto final, se programa en el refractor electro-activo. El paciente se coloca apropiadamente para mirar a través de las lentes electro-activas que tienen una estructura electro-activa de multi-cuadrícula en un analizador de frente de onda o auto-refractor compatible y modificado, que mide automáticamente con precisión el error refractivo. Esta medición de error de refracción detecta y cuantifica tantos errores no convencionales de refracción como sea posible. Esta medición se toma a través de una pequeña área de objetivo, aproximadamente de 4,29 mm, de cada lente electro-activa, mientras computa automáticamente la prescripción necesaria para lograr el mejor enfoque en la fovea a lo largo de la línea de visión mientras el paciente está mirando a través del área de objetivo de la lente electro-activa. Una vez que se hace esta medición, esta corrección no convencional se almacena en la memoria del controlador/programador para su utilización en el futuro o se programa luego en el controlador que controla las lentes electro-activas. Esto, por supuesto, se repite en ambos ojos.

En la etapa 620, el paciente o portador ahora puede elegir a su opción utilizar una unidad de control, que le permitirá seguir perfeccionando la corrección de errores convencionales de refracción, la corrección de errores no convencionales de refracción, o una combinación de ambos, y, de este modo la prescripción final, a su gusto. Como alternativa, o adicionalmente, el profesional de cuidado ocular puede perfeccionarlo, hasta que en algunos casos no se realiza un mayor perfeccionamiento. En este punto, se conseguirá una mejor BVA para el paciente, mejor que cualquiera disponible mediante las técnicas convencionales.

En la etapa 630, cualquier prescripción más refinada se programa luego en el controlador, que controla la prescripción de lentes electro-activas. En la etapa 640, se dispensan los anteojos electro-activos programados.

Si bien las etapas anteriores 610 a 640 presentan una realización de un método inventivo, dependiendo del planteamiento o de la opinión del profesional de cuidado ocular, se pueden utilizar numerosos y distintos pero similares planteamientos para detectar, cuantificar y/o corregir la visión utilizando solamente refractores/forópteros electro-activos o en combinación con analizadores de frente de onda. Cualquier método, no importa en qué secuencia, que utiliza un refractor/foróptero electro-activo para detectar, cuantificar y/o corregir la visión, ya sea conjuntamente con el analizador de frente de onda o no, se considera parte de la invención. Por ejemplo, las etapas 610 a 640 se pueden realizar de una manera modificada o incluso con una secuencia diferente. Por otra parte, el área de objetivo de la lente a la que se hace referencia en la etapa 610 pueden estar en el intervalo de aproximadamente 3,0 milímetros de diámetro a aproximadamente 8,0 milímetros de diámetro, o el área de objetivo puede estar entre aproximadamente 2,0 milímetros de diámetro hasta el área de toda la lente.

A pesar de que esta explicación se ha centrado hasta el momento, de este modo, en la refracción utilizando diversas formas de lentes electro-activas solas o en combinación con analizadores de frente de onda para realizar el examen ocular en el futuro, hay otra posibilidad de que las nuevas tecnologías emergentes puedan permitir simplemente mediciones objetivas, eliminando potencialmente de este modo la necesidad de comunicar una respuesta o la interacción del paciente. Muchos de los ejemplos descritos y/o de las realizaciones reivindicadas en esta memoria pretenden trabajar con cualquier tipo de sistema de medición, ya sea objetivo, subjetivo o una combinación de ambos.

Pasando ahora a la propia lente electro-activa, como se menciona anteriormente, una realización de la presente invención se refiere a un refractor/foróptero electro-activo que tiene una lente electro-activa, con una construcción híbrida. Por construcción híbrida se entiende una combinación de óptica de lente multifocal o de visión individual convencional, con por lo menos una zona electro-activa situada en la superficie delantera, la superficie trasera y/o entre la superficie delantera y la trasera, la zona consiste en un material electro-activo que tiene los necesarios medios electro-activos para cambiar el foco eléctricamente. En ciertas realizaciones de la invención, la zona electro-activa se coloca específicamente en el interior de la lente o en la superficie posterior cóncava de la lente para protegerla de arañazos y de otro desgaste normal. En la realización en la que la zona electro-activa se incluye como parte de la superficie delantera convexa, en la mayoría de los casos se aplica un revestimiento resistente a arañazos. La combinación de la lente de visión individual convencional o una lente multifocal convencional y la zona electro-activa proporciona la potencia total de la lente del diseño de lente híbrida.

La FIG. 7 es una vista frontal, y la FIG. 8 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea A-A, de una lente híbrida electro-activa 700 de anteojos. En este ejemplo ilustrativo, la lente 700 incluye una óptica 710 de lente. Conectada a la óptica 710 de lente hay una capa electro-activa 720, que puede tener una o más regiones electro-activas que ocupan una parte o la totalidad de la capa electro-activa 720. También conectada a la óptica 710 de lente y rodeando por lo menos parcialmente a la capa electro-activa 720 hay una capa de marco 730. La óptica 710 de lente incluye una región de corrección de potencia astigmática 740 que tiene un eje astigmático A-A rotado, solo en este ejemplo específico, aproximadamente 45 grados hacia la derecha desde la horizontal. Cubriendo la capa electro-activa 720 y la capa de marco 730 hay una capa de revestimiento opcional 750.

Tal como se mencionará más adelante, la capa electro-activa 720 puede incluir un cristal líquido y/o un gel de polímero. La capa electro-activa 720 también puede incluir una capa de alineación, una capa metálica, una capa conductiva y/o una capa aislante.

Como alternativa, la región de corrección astigmática 740 puede ser eliminada de modo que la óptica 710 de lente corrige solo la potencia de esfera. La óptica 710 de lente puede corregir la distancia de lejos, de cerca, y/o ambas, y cualquier tipo de error convencional de refracción, incluidos los errores esféricos, cilíndricos, prismáticos y/o esféricos. La capa electro-activa 720 también puede corregir la distancia de cerca y/o errores no convencionales de refracción, tal como las aberraciones. En otros ejemplos, la capa electro-activa 720 puede corregir cualquier tipo de error convencional o no convencional de refracción y la óptica 710 de lente puede corregir errores convencionales de refracción.

Se ha descubierto que una lente electro-activa que tiene un planteamiento de construcción híbrida tiene ciertas ventajas sobre la lente que no es híbrida. Estas ventajas son las menores necesidades de potencia eléctrica, menor tamaño de la batería, mayor esperanza de vida de la batería, circuitos eléctricos menos complejos, menos conductores, menos aislantes, reducción de los costes de fabricación, mayor transparencia óptica y mayor integridad estructural. Sin embargo, se debe señalar que las lentes electro-activas no híbridas tienen su propio conjunto de ventajas, entre ellos un menor grosor y la fabricación en serie.

También se ha descubierto que en algunas realizaciones, el planteamiento de campo híbrido completo y campo híbrido parcial, permitirá la fabricación en serie de un número muy limitado de SKU (*Stock Keeping Units*, unidades de mantenimiento de stock) cuando, por ejemplo, el diseño estructural electro-activo utilizado es el de una estructura electro-activa multi-cuadrícula. En este caso, sólo sería necesario cuando la fabricación en serie se centra principalmente en un número limitado de características diferenciadas, tal como la curvatura y el tamaño para la compatibilidad anatómica del portador.

Para entender el significado de esta mejora, se debe entender el número de piezas iniciales de lentes tradicionales necesarias para abordar la mayoría de las prescripciones. Aproximadamente el 95% de las prescripciones incluyen una corrección de potencia de esfera dentro de un intervalo de -6,00 dioptrías a +6,00 dioptrías, en incrementos de 0,25 dioptrías. Sobre la base de este intervalo, comúnmente se prescriben aproximadamente 49 potencias de esfera. De esas prescripciones que incluyen una corrección de astigmatismo, aproximadamente un 95% entran en el intervalo de -4,00 dioptrías a + 4,00 dioptrías, en incrementos de 0,25 dioptrías. Sobre la base de este intervalo, comúnmente se prescriben aproximadamente 33 potencias de astigmatismo (o de cilindro). Dado que el astigmatismo tiene un componente de eje, sin embargo, hay aproximadamente 360 grados de orientaciones de eje astigmático, que típicamente se prescriben en incrementos de 1 grado. De este modo, hay 360 diferentes prescripciones de eje astigmático.

Además, muchas prescripciones incluyen un componente bifocal para corregir la presbicia. De esas prescripciones que tienen una corrección de presbicia, aproximadamente un 95% entran en el intervalo de +1,00 a +3,00 dioptrías, en incrementos de 0,25 dioptrías, que tiene como resultado de ese modo 9 potencias comúnmente prescritas de presbicia.

5 Dado que es posible proporcionar correcciones esféricas, cilíndricas, de eje y de presbicia, una lente electro-activa no híbrida puede servir para las 5.239.080 (= 49 x 33 x 360 x 9) diferentes prescripciones. De este modo, una lente electro-activa no híbrida puede eliminar la necesidad de la fabricación en serie y/o tener que mantener en stock numerosos SKU de piezas iniciales de lentes, y posiblemente con mayor importancia, puede eliminar la necesidad de esmerilar y pulir cada pieza inicial de lente para una prescripción de un paciente en particular.

10 En el caso de la lente electro-activa híbrida, se ha descubierto que al corregir los errores convencionales de refracción con la óptica de lente y utilizar una capa electro-activa mayormente centrada, también es posible reducir el número de las SKU. Haciendo referencia a la FIG. 7, la lente 700 se puede rotar según sea necesario para colocar el eje astigmático A-A en la posición necesaria. De este modo, el número de piezas iniciales de lentes híbridas puede reducirse por un factor de 360. Además, la zona electro-activa de la lente híbrida puede proporcionar la corrección de presbicia, reduciendo de ese modo en un factor de 9 el número de piezas iniciales de lentes necesarias. De este modo, una realización de lente electro-activa híbrida puede reducir desde más de 5 millones de a 1.619 (= 49 x 33) el número piezas iniciales de lentes necesarias. Debido a que puede ser razonablemente posible la fabricación en serie y/o guardar en stock este número de SKU de piezas iniciales de lente, se puede eliminar la necesidad de rectificar y pulir.

20 No obstante, sigue siendo una posibilidad el esmerilado y pulido de piezas iniciales semiacabadas de lentes híbridas para obtener las piezas iniciales acabadas de lentes. La FIG. 28 es una vista en perspectiva de una pieza inicial semiacabada 2800 de lente. La pieza inicial semiacabada 2800 de lente tiene una óptica 2810 de lente con una superficie acabada 2820, una superficie no acabada 2830 y una capa electro-activa 2840 de campo parcial. En otro ejemplo, la pieza inicial semiacabada 2800 de lente puede tener una capa electro-activa de campo completo. Además, la estructura electro-activa de la pieza inicial semiacabada 2800 de lente puede ser de interconexión individual o de multi-cuadrícula. Además, la pieza inicial semiacabada 2800 de lente puede tener características refractivas y/o difractivas.

30 Se pueden crear y personalizar un número significativo de prescripciones necesarias de corrección con la lente electro-activa que se puede ajustar y es controlada por un controlador que se ha realizado a medida y/o se ha programado para las necesidades específicas de la prescripción del paciente. De este modo, pueden no ser necesarios los millones de prescripciones y los numerosos estilos de lentes, las piezas iniciales de lentes de visión sencilla, así como las numerosas piezas iniciales semiacabadas de lentes multifocales. De hecho, se puede revolucionar la fabricación y la distribución de la mayoría de lentes y monturas, tal como las conocemos.

35 Cabe señalar que las lentes electro-activas híbridas específicas de campo parcial o total pueden ser gafas electrónicas prefabricadas (montura y/o lentes) o gafas electrónicas realizadas a medida en el momento de la entrega al paciente o cliente. En el caso de que las gafas se prefabrican y se ensamblan, las monturas y las lentes se pre-elaboran con las lentes ya canteadas y puestas en las monturas de binoculares. También se considera parte de la invención el controlador programable y reprogramable, así como la producción en masa de monturas y lentes que tienen los componentes eléctricos necesarios que pueden prefabricarse y enviarse al lugar del profesional de cuidado ocular o a algún otro sitio para la instalación de, por ejemplo, un controlador programado y/o uno o más componentes de controlador, para la prescripción del paciente.

40 En algunos casos el controlador, y/o uno o más componentes del controlador, puede ser parte del conjunto prefabricado de montura y lentes electro-activos y puede programarse luego en el sitio del profesional de cuidado ocular o algún otro sitio. El controlador y/o uno o más componentes del controlador, puede ser en forma, por ejemplo, de un chip o una película delgada y se puede alojar en la montura, sobre la montura, en la lente, o sobre la lente de los binoculares. El controlador y/o uno o más componentes de controlador, puede ser reprogramable o no reprogramable sobre la base de la estrategia de negocio a implementar. En el caso de que el controlador, y/o uno o más componentes del controlador, sea reprogramable, esto permitirá la actualización repetida de las prescripciones en la medida en que el paciente o cliente esté satisfecho con sus monturas de anteojos, así como la apariencia cosmética y la funcionalidad de las lentes electro-activas.

45 En el caso de esto último, las realizaciones de lente electro-activa que se acaban de mencionar, las lentes deben ser estructuralmente sólidas con el fin de proteger el ojo de lesiones causadas por un objeto extraño. En los Estados Unidos, la mayoría de lentes de gafas deben pasar una prueba de impactos exigida por la FDA. Con el fin de cumplir estos requisitos, es importante que la estructura de soporte esté integrada en o sobre la lente. En el caso del tipo híbrido, esto se consigue, por ejemplo, utilizando una óptica de lente multifocal o de visión individual con prescripción o sin prescripción como una base estructural. Por ejemplo, la base estructural para el tipo híbrido puede hacerse de policarbonato. En otras realizaciones, el sustrato o base portadora sin prescripción sobre la que se coloca el material electro-activo tiene en cuenta esta necesidad de protección.

Cuando en las lentes de anteojos se utilizan zonas electro-activas en determinados diseños híbridos, puede ser esencial mantener una corrección apropiada de distancia cuando se produce una interrupción de la alimentación de las lentes. En caso de fallo de la batería o del cableado, en algunas situaciones podría ser desastroso si el portador estuviera conduciendo un automóvil o pilotando un avión y se perdiera su corrección de distancia. Para evitar estos incidentes, el diseño inventivo de las lentes electro-activas de gafas puede permitir el mantenimiento de la corrección de distancia cuando las zonas electro-activas están en la posición OFF (estado inactivado o sin alimentación). En la realización de esta invención, esto se puede conseguir al proporcionar la corrección de distancia con una óptica convencional de longitud focal fija, ya sea que se trate de tipo híbrido de refracción o de difracción. Cualquier potencia añadida adicional, por lo tanto, es proporcionada por la(s) zona(s) electro-activa(s). De este modo, se produce un sistema electro-activo a prueba de fallos, porque la óptica de lente convencional preserva la corrección de distancia del portador.

La FIG. 9 es una vista lateral de otra lente electro-activa 900 que tiene una óptica 910 de lente que coincide en índice con una capa electro-activa 920. En este ejemplo ilustrativo, la óptica divergente 910 de lente, que tiene un índice de refracción,  $n_1$ , proporciona corrección de distancia. Conectada a la óptica 910 de lente hay una capa electro-activa 920, que puede tener un estado desactivado, y varios estados activados. Cuando la capa electro-activa 920 se encuentra en su estado desactivado, tiene un índice de refracción  $n_2$ , que coincide aproximadamente con el índice de refracción,  $n_1$ , de la óptica 910 de lente. Más exactamente, cuando está desactivado,  $n_2$  está a menos de 0,05 unidades de refracción de  $n_1$ . Rodeando a la capa electro-activa 920 hay una capa de marco 930, que tiene un índice de refracción,  $n_3$ , que también coincide aproximadamente con el índice de refracción,  $n_1$ , de la óptica 910 de lente a menos de 0,05 unidades de refracción de  $n_1$ .

La FIG. 10 es una vista en perspectiva de otro sistema de lente electro-activa 1000. En este ejemplo ilustrativo, la lente electro-activa 1010 incluye una óptica 1040 de lente y una capa electro-activa 1050. En la capa electro-activa 1050 se coloca un transmisor 1020 de telémetro. Además, en la capa electro-activa 1050 se coloca un detector/receptor 1030 de telémetro.

Como alternativa, el transmisor 1020 o el receptor 1030 se pueden colocar en la capa electro-activa 1050. En otras realizaciones alternativas, el transmisor 1020 o el receptor 1030 pueden colocarse en o sobre la óptica 1040 de lente. En otras realizaciones, el transmisor 1020 o el receptor 1030 pueden colocarse en o sobre la capa de cobertura 1060. Además, en otras realizaciones, 1020 y 1030 se pueden colocar en cualquier combinación de los anteriores.

La FIG. 11 es una vista lateral de una lente electro-activa de difracción 1100. En este ejemplo ilustrativo, la óptica 1110 de lente proporciona corrección de distancia. Grabado en una superficie de la óptica 1110 de lente hay un patrón difractivo 1120, que tiene un índice de refracción,  $n_1$ . Conectada a la óptica 1110 de lente y al patrón difractivo de cobertura 1120 hay una capa electro-activa 1130, que tiene un índice de refracción,  $n_2$ , que se aproxima a  $n_1$ , cuando la capa electro-activa 1130 está en su estado desactivado. También conectada a la óptica 1110 de lente hay una capa de marco 1140, que está construida de material casi idéntico a la óptica 1110 de lente, y que rodea por lo menos parcialmente a la capa electro-activa 1120. Una cobertura 1150 se conecta a la capa electro-activa 1130 y a la capa de marco 1140. La capa de marco 1140 también puede ser una prolongación de la óptica 1110 de lente, en la que se puede añadir una capa no real, sin embargo, la óptica 1110 de lente se fabrica para enmarcar o circunscribir a la capa electro-activa 1130.

La FIG. 12 es una vista frontal, y la FIG. 13 una vista lateral, de un ejemplo de realización de una lente electro-activa 1200 que tiene una óptica multifocal 1210 conectada a una capa electro-activo de marco 1220. En este ejemplo ilustrativo, la óptica multifocal 1210 tiene un diseño de lente de adición progresiva. Además, en este ejemplo ilustrativo, la óptica multifocal 1210 incluye una primera zona de enfoque de refracción óptica 1212 y una segunda zona de enfoque de refracción de adición progresiva 1214. Conectada a la óptica multifocal 1210 hay una capa electro-activa de marco 1220 que tiene una región electro-activa 1222 que se encuentra sobre una segunda zona de enfoque de refracción óptica 1214. Una capa de revestimiento 1230 se conecta a la capa electro-activa de marco 1220. Cabe señalar que la capa de marco puede ser electro-activa o no electro-activa. Cuando la capa de marco es electro-activa, se utiliza material aislante para aislar la región activada de la región sin activar.

En la mayoría de casos inventivos, pero no en todos, con el fin de programar las gafas electro-activas para corregir la visión de forma óptima, corrigiendo de este modo errores no convencionales de refracción, es necesario realizar un seguimiento de la línea de visión de cada ojo por medio del seguimiento de los movimientos de los ojos del paciente o portador.

La FIG. 14 es una vista en perspectiva de un sistema de seguimiento 1400. Las monturas 1410 contienen unas lentes electro-activas 1420. Conectado a la parte posterior de la lente electro-activa 1420 (el lado más cercano a los ojos del portador, que también se conoce como el lado proximal), hay unas fuentes 1430 de una señal de seguimiento, tales como unos diodos emisores de luz. También conectado a la parte posterior de la lente electro-activa 1420 hay unos receptores 1440 de señal de seguimiento, tal como sensores de reflejo de luz. Los receptores 1440, y posiblemente las fuentes 1430, se conectan a un controlador (no se muestra) que incluye en su memoria las instrucciones para habilitar el seguimiento. Al utilizar este planteamiento es posible localizar con mucha precisión los movimientos de los ojos hacia arriba, abajo, a derecha, a izquierda y cualquier variación de éstos. Esto es necesario

ya que ciertos tipos, pero no todos, de errores no convencionales de refracción deben ser corregidos y aislados dentro de la línea de visión (por ejemplo, en el caso de una protuberancia o irregularidad corneal específica que se mueve a medida que el ojo).

5 Las fuentes 1430 y/o los receptores 1440 pueden conectarse a la parte posterior de las monturas 1410, incrustarse en la parte posterior de las monturas 1410 y/o incrustarse en la parte posterior de las lentes 1420.

10 Una parte importante de cualquier lente de anteojos, incluidas las lentes electro-activas de anteojos, es la parte que se utiliza para producir la imagen más nítida dentro del campo de visión del usuario. Mientras que una persona sana puede ver aproximadamente a 90 grados a cada lado, la agudeza visual más nítida se encuentra dentro de un pequeño campo de visión, que corresponde a la parte de la retina con la mejor agudeza visual. Esta región de la retina se conoce como la fovea, y es una región aproximadamente circular que mide 0,40 mm de diámetro sobre la retina. Además, el ojo obtiene imágenes de la escena a través de todo el diámetro pupilar, por lo que el diámetro pupilar también afecta al tamaño de la parte más importante de la lente de anteojos. La región crítica resultante de la lente de anteojos es simplemente la suma del diámetro de la pupila del ojo añadido a la proyección del campo de visión de la fovea sobre la lente de anteojos.

15 El intervalo típico para el diámetro de la pupila del ojo es de 3,0 a 5,5 mm, con un valor más común de 4,0 mm. El diámetro promedio de la fovea es de aproximadamente 0,4 mm.

El intervalo típico para el tamaño de la dimensión proyectada de la fovea sobre la lente de anteojos se ve afectada por parámetros tales como la longitud del ojo, la distancia desde el ojo a la lente de anteojos, etc.

20 El sistema de seguimiento localiza luego las regiones de la lente electro-activa que ponen en correlación los movimientos de los ojos relativos con la región foveal de la retina del paciente. Esto es importante ya que el software de la invención se programa para corregir siempre el error no convencional de refracción que es corregible cuando se mueve el ojo. De este modo, la mayoría de las veces es necesario corregir errores no convencionales de refracción para alterar de manera electro-activa la zona de las lentes por las que pasa la línea de visión cuando los ojos fijan su objetivo o mirada. En otras palabras, la gran mayoría de lentes electro-activas corrigen errores convencionales de refracción y, cuando el ojo se mueve, la zona electro-activa de objetivo el enfoque se mueve también por medio del sistema de seguimiento y de software para corregir errores no convencionales de refracción teniendo en cuenta el ángulo con el que interseca a la línea de visión con diferentes secciones de la lente y determinando los factores a partir de esto para la prescripción final para esa área específica.

30 El sistema de seguimiento y el software de habilitación pueden utilizarse para corregir la visión al máximo, mientras se mira a objetos distantes. Cuando se mira hacia puntos cercanos, el sistema de seguimiento, en caso de utilizarse, se utiliza para calcular el intervalo del enfoque de punto cercano con el fin de corregir las necesidades de enfoque de alcance cercano o intermedio de adaptación y de convergencia. Esto, por supuesto, se programa en el controlador de gafas electro-activas, y/o en uno o más componentes del controlador, como parte de la prescripción del paciente o portador. En las lentes y/o monturas puede incorporarse un telémetro y/o un sistema de seguimiento.

35 Cabe puntualizar que para corregir ciertos tipos de errores no convencionales de refracción, tal como, por ejemplo, el astigmatismo irregular, en la mayoría de los casos pero no en todos, no es necesario que las lentes electro-activas realicen el seguimiento del ojo del paciente o portador. En este caso toda la lente electro-activa se programa para corregir esto, así como los otros errores convencionales de refracción del paciente.

40 También, dado que las aberraciones están directamente relacionadas con la distancia de visualización, se ha descubierto que se pueden corregir en relación con la distancia de visualización. Es decir, una vez que se ha medido la aberración o las aberraciones, es posible corregir estas aberraciones en la capa electro-activa por medio de la segregación de las regiones electro-activas para corregir de manera electro-activa las aberraciones para distancias específicas tales como visión a distancia, visión intermedia y/o visión de cerca. Por ejemplo, la lente electro-activa puede segregarse en zonas correctoras de visión lejana, visión intermedia y visión cercana, el software que controla cada zona hace que la zona corrija las aberraciones que afectan a la distancia de visualización correspondiente. Por lo tanto, en esta realización inventiva específica, en la que la capa electro-activa se segrega para diferentes distancias, por lo que cada región segregada corrige las aberraciones específicas de una distancia específica, es posible corregir los errores no refractivos sin un mecanismo de seguimiento.

50 Finalmente, cabe puntualizar que es posible conseguir la corrección de errores no convencionales de refracción, tales como los ocasionados por aberraciones, sin separar físicamente las regiones electro-activas y sin seguimiento. En este ejemplo, al utilizar la distancia de visualización como un aporte, el software ajusta el enfoque de una área electro-activa dada para tener en cuenta la corrección necesaria para una aberración que de otro modo no impactaría en la visión de la distancia de visualización dada.

55 Por otra parte, se ha descubierto que puede diseñarse una lente electro-activa para que tenga un efecto de campo completo o parcial. Por efecto de campo total se entiende que la capa o capas electro-activas cubren la inmensa mayoría de la región de lente dentro de una montura de gafas. En el caso de un campo completo, todo el área electro-activa se puede ajustar a la potencia deseada. También, una lente electro-activa de campo completo puede

ajustarse para proporcionar un campo parcial. Sin embargo, un diseño de lente electro-activa de campo parcial no puede ajustarse a un campo completo debido a los circuitos necesarios para hacerlo campo parcial específico. En el caso de lentes de campo completo ajustadas para convertirse en una lente de campo parcial, una sección parcial de la lente electro-activa se puede ajustar a la potencia deseada.

- 5 La FIG. 15 es una vista en perspectiva de otro sistema de lente electro-activa 1500. La monturas 1510 contienen lentes electro-activas 1520, que tienen un campo parcial 1530.

A efectos de comparación, la FIG. 16 es una vista en perspectiva de incluso otro sistema de lente electro-activa 1600. En este ejemplo ilustrativo, las monturas 1610 contienen lentes electro-activas 1620, que tienen un campo completo 1630.

- 10 La óptica electro-activa multifocal pre-fabricada y en algunos casos, debido a la significativa reducción en el número de SKU necesarios, incluso inventariados en la ubicación de dispensación como pieza inicial electro-activa multifocal acabada. Esto permite que en el lugar de dispensación simplemente se encajen y canteen las piezas iniciales de lente electro-activa multifocal inventariada en las monturas que tienen electrónica. Si bien en la mayoría de los casos, esta invención podría ser una lente electro-activa de tipo específico de campo parcial, se debe entender que  
15 esto funcionaría también para lentes electro-activas de campo completo.

- Una óptica de lente de visión individual convencional tiene diseño esférico o diseño no esférico que tiene una superficie tórica para la corrección del astigmatismo y se puede proporcionar una superficie esférica para proporcionar las necesidades de potencia de distancia. Si se necesita la corrección astigmática, se seleccionaría y se rotaría la óptica de lente de visión de potencia apropiada hasta la ubicación de eje astigmático apropiado. Una vez hecho esto, se puede cantar la óptica de lente de visión individual para el estilo y tamaño de montura de alambre. La capa electro-activa se podría aplicar luego en la óptica de lente de visión individual o la capa electro-activa puede aplicarse antes de cantar y la unidad de lente completa se puede cantar más tarde. Cabe puntualizar que, por el cantonado con el que la capa electro-activa se coloca en una óptica de lente, ya sea una óptica electro-activa multifocal o de visión individual, antes del cantonado, un material electro-activo tal como un gel de polímero  
25 puede ser más ventajoso que un material de cristal líquido.

- La capa electro-activa puede aplicarse a óptica de lente compatible por medio de diferentes tecnologías que se conocen en la técnica. Las ópticas de lentes compatibles son ópticas cuyas curvas y superficies aceptarán la capa electro-activa apropiadamente desde el punto de vista de vinculación, estética y/o de la potencia final apropiada de la lente. Por ejemplo, se pueden utilizar adhesivos aplicando el adhesivo directamente a la óptica de lente y, a continuación, apoyar la capa electro-activa. Además, la capa electro-activa puede fabricarse para que se conecte a una película liberable, en cuyo caso se puede quitar y volver a conectar de manera adhesiva a la óptica de lente. También, se puede conectar a un soporte de películas en dos sentidos, del que el propio soporte se conecta de manera adhesiva a la óptica de lente. Por otra parte, se puede aplicar utilizando una técnica de SurfaceCasting (moldeo superficial) en cuyo caso la capa electro-activa se crea in-situ.  
30

- 35 En la realización híbrida mencionada anteriormente, FIG. 12, se utiliza una combinación de planteamiento estático y no estático para satisfacer las necesidades de visión de punto medio y de cerca, una lente multifocal progresiva 1210 que tiene la apropiada corrección de distancia necesaria y que tiene, por ejemplo, aproximadamente de +1,00 dioptrías de potencia añadida completa de cerca se utiliza en lugar de la óptica de lente de visión individual. En el uso de esta realización la capa electro-activa 1220 puede colocarse en cualquiera de los lados de la óptica de lente multifocal progresiva, así como ser enterrada dentro de la óptica de lente. Esta capa electro-activa se utiliza para proporcionar potencia añadida adicional.  
40

- Cuando se utiliza una menor potencia añadida en la óptica de lente que la requerida por toda la lente multifocal, la potencia añadida final es la potencia añadida total de la potencia de cerca adicional necesaria y la añadida multifocal baja generada por medio de la capa electro-activa. Sólo a modo de ejemplo, si una óptica de lente multifocal progresiva tiene una potencia añadida de +1,00 y la capa electro-activa crea un potencia de cerca de +1,00, la potencia total de cerca para la lente electro-activa híbrida sería de +2,00D. Al utilizar este planteamiento, es posible reducir significativamente las distorsiones no deseadas que se perciben de las lentes de adición progresiva multifocal.  
45

- En ciertas realizaciones electro-activas híbridas por las que se utiliza una óptica de lente de adición progresiva multifocal, se puede utilizar la capa electro-activa para restar el astigmatismo no deseado. Esto se consigue al neutralizar o reducir sustancialmente el astigmatismo no deseado a través de una compensación de potencia neutralizante creada de manera electro-activa solamente en las zonas de la lente en las que existe astigmatismo no deseado.  
50

- A veces se necesita el descentramiento del campo parcial. Cuando se aplica una capa electro-activa de campo parcial descentrado, es necesario alinear la capa electro-activa de tal manera que se consiga la apropiada ubicación del eje astigmático de la óptica de lente de visión individual que permita corregir el astigmatismo, si existe, así como ubicar el campo de potencia variable electrónica en la ubicación apropiada para los ojos. Además, con el diseño de campo parcial es necesario alinear la ubicación de campo parcial para permitir una apropiada colocación de  
55

descentramiento con respecto a las necesidades pupilares del paciente. Además, se ha descubierto que, a diferencia de las lentes convencionales en las que las regiones progresivas estáticas siempre se colocan para estar por debajo de una distancia de visualización de mirada, el uso de una lente electro-activa permite cierta libertad de fabricación no disponible en las lentes progresivas multifocales convencionales. Por lo tanto, algunas realizaciones de la invención, la región electro-activa se encuentra donde típicamente se encontrarían las regiones de visión a distancia, intermedia y de cerca de una lente convencional progresiva multifocal no electro-activa. Por ejemplo, la región electro-activa se puede colocar por encima del meridiano 180 de la óptica de lente, permitiendo de ese modo que la zona multifocal de cerca se proporcione ocasionalmente por encima del meridiano 180 de la óptica de lente. El proporcionar la zona de visión de cerca por encima del meridiano 180 de la óptica de lente puede ser especialmente útil para los portadores de anteojos que trabajan a distancias próximas a un objeto directamente enfrente o por encima del portador, tales como al trabajar con un monitor de ordenador, o al clavar cuadros para fotos por encima de la cabeza.

En el caso de una lente híbrida de campo completo y, por ejemplo, una lente híbrida de campo parcial de 35 mm de diámetro, la capa electro-activa, como se ha indicado antes, se puede prefabricar con una óptica de lente que crea piezas iniciales de lente electro-activa multifocal acabadas, o la óptica de lente multifocal progresiva, antes del cantonado de la lente para la forma de montaje de la lente en la montura. Esto permite el pre-ensamblaje de las piezas iniciales de lentes electro-activas, así como que se puede inventariar el stock terminado, pero no piezas iniciales de lente electro-activas sin canteo, permitiendo de este modo la fabricación de gafas en el momento (*just in time*) en cualquier canal de distribución, incluidas las oficinas del médico o el óptico. Esto permitirá a todos los dispensarios de óptica poder ofrecer un servicio rápido con necesidades mínimas de equipos caros de fabricación. Esto beneficia a los fabricantes, los minoristas y a sus pacientes, los consumidores.

Teniendo en cuenta el tamaño del campo parcial, se ha mostrado, por ejemplo, que la región específica de campo parcial podría ser un diseño redondo de 35 mm de diámetro centrado o descentrado. Cabe puntualizar que el tamaño del diámetro puede variar dependiendo de las necesidades. En ciertas realizaciones inventivas se utilizan diámetros redondos de 22 mm, 28 mm, 30 mm y 36 mm.

El tamaño del campo parcial puede depender de la estructura de la capa electro-activa y/o del campo electro-activo. Por lo menos dos de estas estructuras se contemplan dentro del alcance de la presente invención, es decir, una estructura electro-activa de interconexión individual y una estructura electro-activa multi-cuadrícula.

La FIG. 17 es una vista en perspectiva de una lente electro-activa 1700 que tiene una estructura de interconexión individual. La lente electro-activa 1700 incluye una óptica 1710 de lente y una capa electro-activa 1720. Dentro de la capa electro-activa 1720, un aislamiento 1730 separa un campo parcial activado 1740 de un campo (o región) no activado con marco 1750. Una interconexión individual de cable 1760 conecta el campo activado con una fuente de alimentación y/o un controlador. Téngase en cuenta que en la mayoría de realizaciones, si no todas, una estructura de interconexión individual tiene un único par de conductores eléctricos que la acoplan con una fuente de alimentación.

La FIG. 18 es una vista en perspectiva de una lente electro-activa 1800 que tiene una estructura multi-cuadrícula. La lente electro-activa 1800 incluye una óptica 1810 de lente y una capa electro-activa 1820. Dentro de la capa electro-activa 1820, un aislamiento 1830 separa un campo parcial activado 1840 de un campo (o región) no activado con marco 1850. Una pluralidad de interconexiones de cables 1860 conectan el campo activado con una fuente de alimentación y/o un controlador.

Cuando se utilizan los diámetros más pequeños para el campo parcial, se ha descubierto que se puede minimizar el diferencial de grosor electro-activo desde la orilla al centro de la región específica de campo parcial cuando se utiliza una estructura electro-activa de interconexión individual. Esto tiene un papel muy positivo para minimizar las necesidades de energía eléctrica, así como el número de capas electro-activas necesarias, especialmente para la estructura de interconexión individual. Esto no siempre es el caso para la región específica de campo parcial por la que se utiliza una estructura electro-activa multi-cuadrícula. Cuando se utiliza una estructura electro-activa de interconexión individual, las estructuras electro-activas de interconexión individual puede ser capas dentro o sobre la lente para permitir que varias capas electro-activas creen, por ejemplo, una potencia total combinada electro-activa de +2,50D. En este ejemplo, sólo podrían colocarse cinco capas de interconexión individual de +0,50D una encima de otra separadas sólo en la mayoría de los casos por capas aislantes. De esta manera, la energía eléctrica apropiada puede crear el cambio de índice de refracción necesario para cada capa por medio de la minimización de las necesidades eléctricas de una capa gruesa de interconexión individual que en algunos casos sería poco práctico energizar apropiadamente.

Además, cabe puntualizar que unas disposiciones que tienen capas electro-activas de interconexión individual pueden energizarse con una secuencia programada para permitir tener la capacidad de enfocar en un gran intervalo de distancias. Por ejemplo, podrían energizarse dos capas electro-activas de interconexión individual de +0,50D, creando un enfoque intermedio de +1,00 para permitir a alguien con una presbicia de +2,00D ver a distancia de la extremidad de los dedos y, a continuación, se podrían energizar dos capas electro-activas de interconexión individual de +0,50D para dar a alguien con presbicia de +2,00D la capacidad de leer tan cerca como a 41 cm (16 pulgadas). Debe entenderse que el número exacto de capas electro-activas, así como la potencia de cada capa,

puede variar dependiendo del diseño óptico, así como de la potencia total necesaria para cubrir un intervalo específico de distancias de visión de cerca e intermedia para alguien con una presbicia específica.

Por otra parte, en la lente puede haber presente una combinación de una o más capas electro-activas de interconexión individual en combinación con una capa estructural electro-activa multi-cuadrícula. Una vez más, esto da la posibilidad de enfocar en un intervalo de distancias intermedias y de cerca suponiendo una programación apropiada. Finalmente, en una lente híbrida o no híbrida sólo puede utilizarse una estructura electro-activa multi-cuadrícula. En cualquiera de los casos, la estructura electro-activa multi-cuadrícula en combinación con el controlador programado adecuadamente de gafas electro-activas, y/o uno o más componentes de controlador, permitiría la posibilidad de enfocar en un amplio intervalo de distancias intermedias y cercanas.

Además, las piezas iniciales de lentes electro-activas semiacabadas que permitirían el tratamiento superficial también se encuentran dentro del alcance de la invención. En este caso, una capa electro-activa de campo parcial, ya sea descentrada o centrada, incorporada con la pieza inicial, o una capa electro-activa de campo completo se incorpora con la pieza inicial y se trata su superficie según la prescripción correcta necesaria.

El campo electro-activo de potencia variable puede situarse sobre toda la lente y se ajusta como un cambio de potencia esférica constante en toda la superficie de la lente para adaptarse a las necesidades de enfoque de la visión cercana de trabajo. Como alternativa, el campo de potencia variable se ajusta por toda la lente como un cambio constante de potencia esférica mientras al mismo tiempo crea un efecto de potencia periférica esférica con el fin de reducir la distorsión y las aberraciones. En algunas de las realizaciones mencionadas anteriormente, la potencia de distancia se corrige por medio de la óptica de lente progresiva multifocal. La capa óptica electro-activa corrige principalmente las necesidades de enfoque de distancia de trabajo. Cabe señalar que no siempre es así. Es posible, en algunos casos, utilizar una óptica de lente multifocal progresiva para potencia de esfera de distancia únicamente y corregir la potencia de trabajo de visión de cerca y el astigmatismo a través de la capa electro-activa o utilizar óptica de lente multifocal progresiva para corregir la potencia de esfera y la potencia de trabajo de visión de cerca a través de la capa electro-activa.

Cabe puntualizar que, con la invención, la corrección de potencia necesaria, ya sea potencia prismática, esférica o esférica, así como las necesidades de potencia de distancia total, las necesidades de potencia de intervalo medio y las necesidades de potencia puntual cercana, se pueden conseguir por medio de cualquier número de componentes de potencia aditiva. Estos incluyen la utilización de la óptica de lente multifocal progresiva acabada que proporciona todas las necesidades de potencia esférica de distancia, algunas de las necesidades de potencia esférica de distancia, todas las necesidades de potencia astigmática, algunas de las necesidades de potencia astigmática, todas las necesidades de potencia prismática, algunas de las necesidades de potencia prismática, o cualquier combinación de las anteriores cuando se combina con la capa electro-activa, proporcionarán las necesidades totales de enfoque.

Se ha descubierto que la capa electro-activa permite la utilización de técnicas similares a la corrección óptica adaptativa para maximizar la visión a través de sus lentes electro-activas ya sea antes o después de la fabricación final. Esto se puede conseguir al permitir que el paciente o portador pretendido mire a través de la lente o lentes electro-activas y las ajuste de forma manual o por medio de un refractor automático de diseño especial que mide casi de forma instantánea errores convencionales y/o no convencionales de refracción y corrige cualquier error de refracción restante, sea esférico, astigmático, aberraciones, etc. Esta técnica permitirá al portador lograr una visión de 20/10 o mejor en muchos casos.

Por otra parte, cabe puntualizar que puede utilizarse la capa de lente de potencia Fresnell junto con la óptica o pieza inicial de lente progresiva multifocal en blanco así como la capa electro-activa.

Como ya se ha mencionado, puede utilizarse una óptica difractiva junto con la óptica de lente y la capa electro-activa. En este planteamiento, la óptica difractiva, que proporciona una corrección adicional de enfoque, reduce aún más la necesidad de energía eléctrica, circuitos y el grosor de la capa electro-activa. Una vez más, la combinación de dos o más de lo que se menciona a continuación puede utilizarse de una manera aditiva para proporcionar la potencia aditiva total necesaria para las necesidades de potencia de corrección de anteojos. Estos son una capa Fresnell, óptica de lente multifocal convencional o no convencional, capa de óptica difractiva y capa o capas electro-activas. Por otra parte, mediante un proceso de grabado es posible dar la forma y/o el efecto de una capa de difracción o de Fresnell al material electro-activo para crear una óptica electro-activa híbrida que tiene un componente de Fresnell o de difracción. Además, es posible utilizar la lente electro-activa para crear no solo potencia de lente no convencional, sino también potencia prismática.

También se ha descubierto que al utilizar un diseño específico de lente electro-activa de campo parcial híbrido centrado redondo de diámetro aproximado de 22 mm o de 35 mm o un diseño específico ajustable de campo parcial electro-activo híbrido descentrado que tiene aproximadamente 30 mm de diámetro es posible minimizar las necesidades de circuitos eléctricos, la duración de la batería y el tamaño de la batería, reduciendo los costes de fabricación y mejorando la transparencia óptica de la lente electro-activa final de anteojos.

La lente electro-activa específica de campo parcial descentrada puede ubicarse de modo que el centro óptico de este campo se ubica a aproximadamente 5 mm por debajo del centro óptico de la lente de visión individual, mientras que al mismo tiempo el campo parcial electro-activo de distancia de trabajo de cerca está descentrado en sentido nasal o temporal para satisfacer la distancia pupilar de intervalo de trabajo intermedio o cercano. Cabe señalar que este planteamiento de diseño no se limita a un diseño circular, sino que virtualmente podría ser de cualquier forma que permita la apropiada área de campo visual electro-activo necesaria para las necesidades de visión. Por ejemplo, el diseño podría ser ovalado, rectangular, cuadrado, octogonal, semicurvo, etc. Lo que es importante es la correcta colocación del área de visualización para diseños específicos de campo parcial híbrido o para diseños híbridos de campo completo que tienen la capacidad de lograr campos parciales.

Además, se ha descubierto que en muchos casos (pero no todos) se utiliza una capa electro-activa que tiene un grosor desigual. Es decir, las capas circundantes conductivas y metálicas no son paralelas y el grosor de polímero de gel varía para crear una forma de lente convergente o divergente. Es posible emplear este tipo de capa electro-activa de grosor no uniforme de un modo híbrido con una óptica de lente multifocal. Esto presenta una gran variedad de potencias ajustables de lente a través de diversas combinaciones de estas lentes fijas y ajustables eléctricamente. En algunas realizaciones inventivas, la capa electro-activa de interconexión individual utiliza unos lados no paralelos que crean un grosor no uniforme de la estructura electro-activa. Sin embargo, en la mayoría de realizaciones inventivas, pero no todas, la estructura electro-activa multi-cuadrícula utiliza una estructura paralela, que crea un grosor uniforme de la estructura electro-activa.

Para ilustrar algunas de las posibilidades, una óptica de lente convergente se puede adherir a una lente electro-activa convergente para crear un conjunto de lente híbrida. Dependiendo del material utilizado para la lente electro-activa, la tensión eléctrica puede aumentar o reducir el índice de refracción. Al aumentar la tensión para reducir el índice de refracción se cambiaría la potencia final del conjunto de lente para dar menos potencia, como se muestra en la primera fila de la Tabla 1 para diferentes combinaciones de potencia de lente electro-activa y fija. Si el aumento de la tensión aplicada aumenta el índice de refracción de la óptica de lente electro-activa, la potencia final del conjunto de lente híbrida cambia como se muestra en la Tabla 2 para diferentes combinaciones de potencia de lente electro-activa y fija. Cabe señalar que en esta realización de la invención, solo se necesita una diferencia de tensión aplicada a través de la capa electro-activa.

| S.V. o M.F. (Visión individual o Multifocal).<br>Óptica de lente<br>(Visión a distancia) | Potencia de lente electro-activa | Cambio de tensión | Cambio de índice de refracción | Potencia final del conjunto de lente híbrida |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|
| +                                                                                        | +                                | -                 |                                | Menos aumento                                |
| +                                                                                        | -                                | -                 |                                | Más aumento                                  |
| -                                                                                        | +                                | -                 |                                | Menos disminución                            |
| -                                                                                        | -                                | -                 |                                | Más disminución                              |

Tabla 1

| S.V. o M.F. (Visión individual o Multifocal).<br>Óptica de lente<br>(Visión a distancia) | Potencia de lente electro-activa | Cambio de tensión | Cambio de índice de refracción | Potencia final del conjunto de lente híbrida |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|
| +                                                                                        | +                                | -                 | -                              | Más aumento                                  |
| +                                                                                        | -                                | -                 | -                              | Menos aumento                                |
| -                                                                                        | +                                | -                 | -                              | Más disminución                              |
| -                                                                                        | -                                | -                 | -                              | Menos disminución                            |

Tabla 2

A continuación se muestra un posible proceso de fabricación para un conjunto híbrido. En un ejemplo, la capa electro-activa de gel de polímero puede ser moldeada por inyección, fundida, estampada, mecanizada, torneada con diamante y/o pulida hasta la forma de óptica de lente neta. La capa metálica delgada se deposita en ambos lados de la capa de gel de polímero moldeada por inyección o fundida, por ejemplo, por deposición al vacío o pulverización catódica. En otro ejemplo de realización, la capa metálica delgada depositada se coloca en la óptica de lente y el otro lado de la capa de material electro-activo moldeado por inyección o fundido. Puede no necesitarse una capa conductiva, pero si se necesita, también puede depositarse al vacío o colocarse por pulverización catódica sobre la capa metálica.

En las lentes convencionales progresivas, bifocales o multifocales los segmentos de potencia de visión cercana deben colocarse de forma distinta para diferentes diseños multifocales. A diferencia de las zonas de potencia estática diferentes utilizadas por el planteamiento convencional, en las que el ojo se mueve y la cabeza se inclina para utilizar dicha zona o zonas, los ejemplos descritos en esta memoria permiten mirar recto o ligeramente hacia arriba o hacia abajo, y todo campo completo o parcial electro-activo se ajusta para corregir la distancia necesaria de trabajo de cerca. Esto reduce la fatiga ocular y los movimientos de cabeza y de los ojos. Por otra parte, cuando se tiene que mirar a la distancia la capa electro-activa se ajusta a la potencia correcta necesaria para ver claramente el

objeto distante. En la mayoría de casos, esto podría provocar que el campo de distancia de trabajo de cerca ajustable electro-activo se convierta en potencia de plano, convirtiendo o ajustando de este modo la lente electro-activa híbrida de nuevo en una lente de corrección de visión a distancia o una lente progresiva multifocal de baja potencia que corrige la potencia de distancia. Sin embargo, este no siempre es el caso.

En algunos casos puede ser ventajoso reducir el grosor de la óptica de lente de visión individual. Por ejemplo, el grosor central de una lente positiva, o el grosor de la orilla de una lente negativa, puede reducirse por medio de cierta compensación apropiada de la potencia de distancia en la capa electro-activa ajustable. Esto es aplicable a lentes de gafas electro-activas híbridas de campo completo o campo mayormente completo.

Una vez más, cabe puntualizar que la capa electro-activa ajustable no tiene que estar en una zona limitada sino que podría cubrir la totalidad de la óptica de lente multifocal, cualquiera que sea el tamaño o la forma necesarios por uno de ellos. El tamaño total, la forma y la ubicación exactos de la capa electro-activa sólo se ven limitados debido a las prestaciones y a la estética.

También se ha descubierto que mediante el uso de las curvas apropiadas cóncava posterior y convexa delantera de la óptica o la pieza inicial de lente multifocal y de visión individual es posible reducir aún más la complejidad de la electrónica necesaria para la invención. Al seleccionar las curvas base frontales convexas de la óptica o pieza inicial de lente multifocal o de visión individual es posible minimizar el número de electrodos de conexión necesarios para activar la capa electro-activa. En algunas realizaciones, sólo se necesitan dos electrodos ya que la totalidad del área de campo electro-activo se ajusta mediante una cantidad establecida de energía eléctrica.

Esto sucede debido al cambio de índice de refracción del material electro-activo, que crea, dependiendo de la colocación de la capa electro-activa, una capa electro-activa delantera, posterior o central de potencia diferente. De este modo, la apropiada relación de curvatura de las curvas delantera y posterior de cada capa influye en el ajuste de potencia necesaria de la lente híbrida electro-activa. En la mayoría, pero no todos, de los diseños híbridos, especialmente los que no utilizan un componente de Fresnel o de difracción, es importante que la capa electro-activa no tenga sus curvas delantera y posterior paralelas a la pieza inicial semiacabada multifocal o la pieza inicial de lente acabada multifocal a la que se conecta. Una excepción a esto es un diseño híbrido que utiliza una estructura de multi-cuadrícula.

Cabe puntualizar que una lente electro-activa híbrida puede utilizar un planteamiento de campo menos que completo y un mínimo de dos electrodos. Otros ejemplos utilizan un planteamiento de capa electro-activa multi-cuadrícula para crear la capa electro-activa, en cuyo caso se necesitarán múltiples electrodos y circuitos eléctricos. Cuando se utiliza una estructura electro-activa multi-cuadrícula, se ha descubierto que las fronteras de las cuadrículas que han sido activadas eléctricamente para ser estéticamente aceptables (en su mayoría invisibles), puede ser necesario producir un diferencial de índice de refracción entre cuadrículas adyacentes de cero a 0,02 unidades de diferencia de índice de refracción. Dependiendo de las exigencias cosméticas, el intervalo de diferencial de índice de refracción podría ser de 0,01 a 0,05 unidades de diferencial de índice de refracción, pero en la mayoría de realizaciones inventivas la diferencia está limitada, por medio de un controlador a un máximo de 0,02 o 0,03 unidades de diferencia de índice de refracción entre áreas adyacentes.

También es posible utilizar una o más capas electro-activas que tengan diferentes estructuras electro-activas, tal como una estructura de interconexión individual y/o de estructura multi-cuadrícula, que pueden reaccionar según sea necesario una vez energizadas para crear la deseada potencia final de enfoque aditivo. Sólo como ejemplo, se podría corregir la potencia a distancia de un campo completo mediante la capa anterior (capa electro-activa, distal con respecto a los ojos del portador) y utilizar la capa electro-activa posterior (es decir proximal) para enfocar a un alcance de visión cercana al utilizar un planteamiento específico de campo parcial generado por la capa posterior. Debería ser evidente que al utilizar este planteamiento de capa electro-activa se permitirá una mayor flexibilidad a la vez que se mantienen las capas sumamente delgadas y se reduce la complejidad de cada capa individual. Por otra parte, este planteamiento permite secuenciar las capas individuales en la medida en que se pueda energizarlas todas de una vez, para generar un efecto de potencia de enfoque aditiva simultánea. Este efecto de enfoque variable puede producirse en una secuencia que transcurre en el tiempo, para corregir las necesidades de enfoque a medio alcance y las necesidades de enfoque de alcance de visión de cerca cuando se mira de lejos a cerca y luego crear un efecto inverso cuando se mira de cerca a lejos.

El planteamiento de capa multi electro-activa también permite un tiempo de repuesta más rápido de la potencia de enfoque electro-activa. Esto sucede debido a una combinación de factores, y uno es el reducido grosor del material electro-activo necesario para cada capa de lente en capas multi electro-activa. También, debido a que una lente de capa electro-activa permite deshacer la complejidad de un capa electro-activa maestra en dos o más capas individuales menos complejas a las que se les pide que hagan menos individualmente que a la capa electro-activa maestra.

A continuación se describen los materiales y la construcción de la lente electro-activa, el circuito de cableado eléctrico, la fuente de alimentación eléctrica, la técnica de conmutación eléctrica, el software necesario para ajustar la longitud focal y la telemetría de distancia al objeto.

La FIG. 19 es una vista en perspectiva de una capa electro-activa 1900. En ambos lados de un material electro-activo 1910 se conectan unas capas metálicas 1920. En el lado opuesto de cada capa metálica 1920 se conectan unas capas conductivas 1930.

La capa electro-activa antes mencionada tiene una construcción multicapa que consiste en un gel de polímero o cristal líquido como el material electro-activo. Sin embargo, en ciertos casos inventivos tanto la capa de gel de polímero como la capa electro-activa de cristal líquido se utilizan en la misma lente. Por ejemplo: la capa de cristal líquido puede utilizarse para crear un tinte electrónico o efecto de gafas de sol y la capa de gel de polímero puede utilizarse para añadir o restar potencia. El gel de polímero y el cristal líquido tienen la propiedad de que su índice de refracción óptica puede cambiarse aplicando una tensión eléctrica. El material electro-activo está cubierto por dos capas metálicas casi transparentes en ambos lados, y se deposita una capa conductiva en cada capa metálica para proporcionar una buena conexión eléctrica a estas capas. Cuando se aplica una tensión a través de las dos capas conductivas, se crea un campo eléctrico entre ellas y a través del material electro-activo, que cambia el índice de refracción. En la mayoría de casos, el cristal líquido y en algunos casos los geles se alojan en un sobre sellado de encapsulación de un material que se selecciona de siliconas, polimetacrilato, estireno, prolina, cerámica, vidrio, nilón, Mylar y otros.

La FIG. 20 es una vista en perspectiva de una lente electro-activa 2000 que tiene una estructura multi-cuadrícula. La lente 2000 incluye un material electro-activo 2010 que puede definir una pluralidad de píxeles, cada uno de los cuales puede estar separado por un material que tiene propiedades de aislamiento eléctrico. De este modo, el material electro-activo 2010 puede definir varias zonas adyacentes, cada zona contiene uno o más píxeles.

En un lado del material electro-activo 2010 se conecta una capa metálica 2020, que tiene una distribución en cuadrícula de electrodos metálicos 2030 separados por un material (no se muestra) que tiene propiedades de aislamiento eléctrico. En el lado opuesto (no se muestra) del material electro-activo 2010 se conecta una capa metálica simétricamente idéntica 2020. De este modo, cada píxel electro-activo es coincidente con una par de electrodos 2030 para definir un par de elementos de cuadrícula.

En la capa metálica 2020 se conecta una capa conductiva 2040 que tiene una pluralidad de vías de interconexión 2050, cada una separada por un material (no se muestra) que tiene propiedades de aislamiento eléctrico. Cada vía de interconexión 2050 acopla eléctricamente una pareja de elementos de cuadrícula con una fuente de alimentación y/o un controlador. Como alternativa, algunas y/o todas las vías de interconexión 2050 pueden conectar más de un par de elementos de cuadrícula a la fuente de alimentación y/o al controlador.

Cabe señalar que la capa metálica 2020 puede eliminarse o ser sustituida por una capa de alineación.

La superficie delantera (distal), la superficie intermedia y/o la superficie posterior pueden hacerse de un material que comprende un componente fotocromático convencional. Este componente fotocromático puede utilizarse o no con una característica de tinte producido electrónicamente asociada como parte de la lente electro-activa. En el caso de que se utilice, proporcionaría un tinte aditivo de una manera complementaria. Cabe puntualizar, sin embargo, que el material fotocromático se utiliza solamente con la lente electro-activa sin un componente de tinte electrónico. El material fotocromático se puede incluir en una capa de lente electro-activa por medio de la composición de la capa o ser añadido posteriormente a la capa electro-activa o puede añadirse como parte de una capa externa o en la parte delantera o posterior de la lente. Por otra parte, las lentes electro-activas de la invención pueden tener un revestimiento duro delantero o posterior, o ambas pueden revestirse con un revestimiento antirreflectante, según se desee. A esta construcción se la conoce como un subconjunto y puede ser controlada eléctricamente para crear una corrección de potencia prismática, de potencia esférica, de potencia astigmática, corrección asférica o corrección de aberración del portador. Por otra parte, el subconjunto puede controlarse para imitar una superficie de Fresnell o de difracción.

Si se necesita más de un tipo de corrección, se pueden yuxtaponer dos o más subconjuntos, separados por una capa de aislamiento eléctrico. La capa de aislamiento puede comprender óxido de silicón. El mismo subconjunto puede utilizarse para crear múltiples correcciones de potencia. Cualquiera de las dos realizaciones de subconjunto recién mencionadas se puede hacer de dos estructuras diferentes. Este primer ejemplo estructural permite que cada una de las capas, la capa electro-activa, conductiva y de metal, sean contiguas, es decir, capas contiguas de material, formando de este modo una estructura de interconexión individual. El segundo ejemplo estructural (como se muestra en la Figura 20) utiliza capas metálicas en forma de una cuadrícula o distribución, cada sub-distribución de área está eléctricamente aislada de sus vecinas. En este ejemplo que muestra una estructura electro-activa multi-cuadrícula, las capas conductivas están grabadas para proporcionar unos contactos eléctricos o electrodos independientes para cada elemento de cuadrícula o de sub-distribución. De esta manera, pueden aplicarse tensiones independientes y distintas a cada par de elementos de cuadrícula de la capa, creando unas regiones de diferente índice de refracción en la capa de material electro-activo. Los detalles del diseño, como el grosor de capa, índice de refracción, tensiones eléctricas, materiales candidatos electro-activos, estructura de capa, número de capas o componentes, disposición de las capas o componentes, la curvatura de cada capa y/o componentes se dejan para que los decida el diseñador óptico.

Cabe señalar que puede utilizarse la estructura electro-activa multi-cuadrícula o las estructuras electro-activas de interconexión individual como campo parcial de lente o campo completo de lente. Sin embargo, cuando se utiliza una capa electro-activa específica de campo parcial, en la mayoría de los casos, un material electro-activo que tiene un índice de refracción estrechamente coincidente con la capa electro-activa sin activar específica de campo parcial (la capa de marco) se utiliza lateralmente junto y separada por un aislante de la región electro-activa específica de campo parcial. Esto se hace para mejorar la naturaleza estética de la lente electro-activa al mantener la apariencia de toda la capa electro-activa que aparece como una en el estado desactivado. Además, cabe puntualizar que la capa de marco puede ser de un material no electro-activo.

El polímero puede ser de una gran variedad de polímeros en los que el constituyente electro-activo es por lo menos un 30% en peso de la formulación. Ese tipo de materiales poliméricos electro-activos se conocen bien y están disponibles comercialmente. Unos ejemplos de este material son los polímeros de cristal líquido, tal como poliéster, poliéter, poliamida, (PCB) penta ciano bifenilo y otros. Los geles poliméricos también pueden contener un material de matriz termoendurecible para mejorar la procesabilidad del gel, mejorar su adherencia a las capas conductoras de encapsulación y mejorar la claridad óptica del gel. Sólo a modo de ejemplo esta matriz puede ser un acrilato reticulado, metacrilato, poliuretano, un polímero de vinilo reticulado con un acrilato multifuncional o difuncional, metacrilato, derivado de vinilo.

El grosor de la capa de gel puede estar, por ejemplo, entre aproximadamente 3 micrómetros y aproximadamente 100 micrómetros, pero puede ser tan gruesa como un milímetro, o como otro ejemplo entre 4 micrómetros y 20 micrómetros. La capa de gel puede tener un módulo de, por ejemplo, aproximadamente 1,15 kg por metro (100 libras por pulgada) a aproximadamente 9,216 kg por metro (800 libras por pulgada), o como otro ejemplo, de 2,3 a 6,91 kg por metro (200 a 600 libras por pulgada). La capa metálica puede tener un grosor de, por ejemplo, aproximadamente  $10^{-4}$  micrómetros a aproximadamente  $10^{-2}$  micrómetros, y como otro ejemplo, de aproximadamente  $0,8 \times 10^{-3}$  micrómetros a aproximadamente  $1,2 \times 10^{-3}$  micrómetros. La capa conductiva puede tener un grosor, por ejemplo, del orden de 0,05 micrómetros a aproximadamente 0,2 micrómetros, y como otro ejemplo de aproximadamente 0,8 micrómetros a aproximadamente 0,12 micrómetros, y como incluso otro ejemplo aproximadamente 0,1 micrómetros.

La capa metálica se utiliza para proporcionar un buen contacto entre la capa conductiva y el material electro-activo. Los expertos en la técnica reconocerán fácilmente los materiales metálicos apropiados que pueden utilizarse. Por ejemplo, se podría usar oro o plata.

En una realización, el índice de refracción del material electro-activo puede variar, por ejemplo, entre aproximadamente 1,2 unidades y aproximadamente 1,9 unidades, y como otro ejemplo, entre aproximadamente 1,45 unidades y aproximadamente 1,75 unidades, con el cambio de índice de refracción de por lo menos 0,02 unidades por voltio. La tasa de variación del índice con la tensión, el índice de refracción real del material electro-activo, y su compatibilidad con el material de la matriz, determinarán la composición porcentual del polímero electro-activo en la matriz, pero debe tener como resultado un cambio del índice de refracción de la composición final de no menos de 0,02 unidades por voltio con una tensión base de aproximadamente 2,5 voltios pero no superior a 25 voltios.

Como se mencionó anteriormente, cuando se utiliza un diseño híbrido, las secciones del conjunto de capas electro-activas pueden conectarse a una óptica de lente convencional con un adhesivo apropiado o una técnica de adhesión que sea transparente a la luz visible. Este conjunto de adhesión puede ser por medio de un papel o película desprendible que tiene la capa electro-activa pre-ensamblada y conectada lista para la adhesión a la óptica de lente convencional. Podría producirse y aplicarse in situ a la superficie de la óptica de lente en espera. También, se podría aplicar pre-aplicada a la superficie de una oblea de lentes, que luego se adhiere adhesivamente a la óptica de lente en espera. Podría aplicarse a una pieza inicial de lente semiacabada que luego tiene un tratamiento superficial o cantonado hasta obtener el tamaño y forma apropiados, así como las necesidades apropiadas de potencia total. Finalmente, podría fundirse sobre una óptica de lente preformada utilizando técnicas de tipo moldeo superficial (SurfaceCasting). Esto crea la potencia modificable eléctricamente de la invención. La capa electro-activa puede ocupar toda la lente o sólo una parte de la misma.

El índice de refracción de las capas electro-activas se puede alterar correctamente sólo en la zona que se necesita que enfoque. Por ejemplo, en el diseño híbrido de campo parcial mencionado previamente, la zona de campo parcial sería activada y alterada dentro de esta área. Por lo tanto, en esta realización el índice de refracción se ve alterado en sólo una región parcial específica de la lente. Como se menciona anteriormente, se ha descubierto que con el fin de mantener una apariencia estética óptica aceptable el diferencial de índice de refracción entre zonas adyacentes de una óptica electro-activa debe limitarse a un máximo de 0,02 a 0,05 unidades de diferencial de índice de refracción, preferiblemente de 0,02 unidades a 0,03 unidades.

Dentro de la invención se contempla que en algunos casos el usuario pueda utilizar un campo parcial y luego desear cambiar la capa electro-activa a un campo completo. En este caso, la realización se diseñaría estructuralmente para una realización de campo completo; sin embargo, el controlador se programaría para permitir cambiar las necesidades de potencia desde un campo completo a un campo parcial y luego de vuelta o viceversa.

Con el fin de crear el campo eléctrico necesario para estimular la lente electro-activa, la tensión se entrega a los conjuntos ópticos. Esta se proporciona mediante unos manojos de cables de diámetro pequeño, que están contenidos en las orillas de las monturas de los anteojos. Los cables discurren desde la fuente de alimentación que se describe a continuación al controlador de gafas electro-activas, y/o uno o más componentes de controlador, y a la orilla de la montura que rodea a cada lente de anteojos, en los que se utilizan técnicas del estado de la técnica de adhesión de cables que se utilizan en la fabricación de semiconductores que enlazan los cables con cada elemento de cuadrícula que hay en el conjunto óptico. En los ejemplos estructurados de interconexión con un solo cable, lo que significa un cable por cada capa conductiva, sólo se necesita una tensión por lente de anteojos y sólo se necesitarán dos cables para cada lente. La tensión se aplica a una capa conductiva, mientras que su socia en el lado opuesto de la capa de gel se mantiene a potencial de tierra. En otro ejemplo, se aplica una tensión de corriente alterna (CA) a través de capas conductivas opuestas. Estas dos conexiones se realizan fácilmente en o cerca de la orilla de la montura de cada lente de anteojos.

Si se utiliza una matriz de cuadrícula de tensiones, cada sub-área de cuadrícula en la matriz es abordada con una tensión distinta, y los conductores que conectan cada cable llevan en la montura a un elemento de cuadrícula en la lente. Puede utilizarse un material conductivo transparente, tal como el óxido de indio, el óxido de estaño o el óxido de estaño e indio (ITO) para formar la capa conductiva del conjunto electro-activo que se utiliza para conectar los cables en las orillas de la montura con cada elemento en la lente electro-activa. Este método se puede utilizar independientemente de si el área electro-activa ocupa toda la región de la lente o sólo una parte de ella.

Para proporcionar energía eléctrica a los conjuntos ópticos, en el diseño se incluye una fuente de electricidad, tal como una batería. Las tensiones para crear el campo eléctrico son pequeñas, por tanto, las patillas de las monturas se diseñan para permitir la inserción y extracción de las baterías en miniatura que proporcionan esta energía. Las baterías se conectan a los manojos de cables a través de una conexión de multiplexado también contenida en las patillas de las monturas. En otra realización, unas baterías de película delgada conformada se conectan a la superficie de las patillas de las monturas con un adhesivo que les permite ser retiradas y sustituidas cuando la carga se disipa. Una alternativa sería proporcionar un adaptador de CA con un conector en las baterías montadas en la montura para permitir la carga in situ de las baterías de película delgada conformada o la batería en bruto cuando no está en uso.

También es posible una fuente de energía alternativa por lo que podría incluirse una célula de combustible en miniatura en las monturas de anteojos para proporcionar un mayor almacenamiento de energía que las baterías. La celda de combustible podría ser recargada con un pequeño cartucho de combustible que inyecta el combustible en un depósito en las monturas de anteojos.

Se ha descubierto que es posible minimizar las necesidades de energía eléctrica por medio de la utilización de un planteamiento de estructura híbrida de multi-cuadrícula que comprenden la mayoría de los casos pero no todos, una región específica de campo parcial. Cabe puntualizar que si bien se puede utilizar una estructura híbrida de campo parcial multi-cuadrícula, además se puede utilizar una estructura multi-cuadrícula híbrida de campo completo.

En otro planteamiento, por el que se corrigen errores no convencionales de refracción, tales como las aberraciones, en las gafas se integra un sistema de seguimiento, tal como se ha mencionado anteriormente, y se proporciona una programación y un software de habilitación apropiados del controlador de gafas electro-activas, y/o uno o más componentes del controlador, alojados en las gafas electro-activas. Esto realiza el seguimiento de la línea de visión, por medio del seguimiento de los ojos, y aplica la energía eléctrica necesaria al área específica de la lente electro-activa a través de la que se mira. En otras palabras, cuando se mueven los ojos una zona energizada eléctricamente de objetivo se movería a través de la lente correspondiente a una línea de visión a través de la lente electro-activa. Esto se manifestaría en varios diseños diferentes de lentes. Por ejemplo, el usuario podría tener una lente de potencia fija, una lente electro-activa o un híbrido de ambos tipos para corregir un error convencional (esfera, cilindro y prisma) de refracción. En este ejemplo, el error no convencional de refracción se corregiría por medio de la capa electro-activa que tiene una estructura multi-cuadrícula, cuando el ojo se mueve, la correspondiente región activada de la lente electro-activa se movería con el ojo. En otras palabras, la línea de visión del ojo correspondiente al movimiento del ojo, cuando interseca la lente se movería a través de la lente en relación con los movimientos de los ojos.

En el ejemplo inventivo anterior cabe puntualizar que la estructura electro-activa multi-cuadrícula, que se incorpora en la lente electro-activa híbrida puede tener un diseño de campo parcial o de campo completo.

Cabe puntualizar que al utilizar esto se pueden minimizar las necesidades de electricidad por medio de energizar eléctricamente sólo el área limitada por la que se ve directamente a través. Por lo tanto, cuanto más pequeña es el área que se energiza menos energía eléctrica se consume para una determinada prescripción en cualquier momento. El área que no se ve directamente, en la mayoría de los casos, pero no en todos, no se energiza o activa y por lo tanto corregiría el error convencional de refracción que obtendría una visión 20/20 para corregir, por ejemplo, miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia. El área de objetivo y en seguimiento de esta realización inventiva corregirían lo máximo posible un error no convencional de refracción, como es el astigmatismo irregular, las aberraciones y las irregularidades de capa o de superficie ocular. El área de objetivo y en seguimiento también podría corregir además algunos errores convencionales. Como se mencionó anteriormente, esta área de objetivo y

en seguimiento puede localizarse automáticamente con la ayuda del controlador, y/o uno o más componentes de controlador, por medio de un telémetro situado en las gafas que sigue los movimientos del ojo, con un sistema de seguimiento ocular situado en las gafas o con un sistema de seguimiento y un sistema de telémetro.

5 A pesar de que en algunos diseños sólo se utiliza una región electro-activa parcial, toda la superficie se cubre con el material electro-activo para evitar una línea circular visible para el usuario en la lente en el estado no activado.

Se puede utilizar un aislamiento transparente para mantener la activación eléctrica limitada al área central que está activada y se utiliza el material periférico desactivado electro-activo para mantener invisible la orilla de la región activa.

10 Estas distribuciones de celdas solares de película delgada pueden conectarse a la superficie de las monturas, y se suministra tensión a los cables y a la cuadrícula óptica por efecto fotoeléctrico utilizando la luz solar o iluminación ambiente.

15 Las distribuciones solares pueden utilizarse para la energía eléctrica primaria, y las baterías en miniatura mencionadas anteriormente ser incluidas como energía de respaldo. Cuando no se necesita energía eléctrica, las baterías se pueden cargar desde las celdas solares en estos momentos en esta realización. Una alternativa permite un adaptador de CA y la conexión a unas baterías con este diseño.

20 Con el fin de proporcionar una longitud focal variable para el usuario, las lentes electro-activas pueden ser intercambiables. Se proporcionan por lo menos dos posiciones, sin embargo, si se necesita se proporcionan más. En la realización más simple, las lentes electro-activas están activas o inactivas. En la posición inactiva, no hay paso de corriente a través de los cables, no se aplica tensión a los conjuntos de cuadrícula y sólo se utiliza potencia de lente fija. Este sería el caso de un usuario que requiere una corrección de distancia de campo lejano, por ejemplo, suponiendo que por supuesto, la lente electro-activo híbrida utiliza una óptica o pieza inicial de lente multifocal que corrige la visión a distancia como parte de su construcción. Para proporcionar una corrección de la visión de cerca para la lectura, el interruptor estaría activo, proporcionando una tensión o distribución de tensiones predeterminadas en las lentes, creando una potencia añadida positiva en los conjuntos electro-activos. Si se desea una corrección de campo medio, se puede incluir una tercera posición del interruptor. El interruptor podría ser controlado por microprocesador, manualmente o controlado por el usuario. De hecho, podría haber varias posiciones adicionales. En otra realización, el interruptor es analógico no digital, y proporciona la continua variación de la longitud focal de la lente mediante el ajuste de un mando o palanca muy similar a un control de volumen de una radio.

30 En un ejemplo de realización, el propio interruptor se encuentra en la montura de lente de anteojos y se conecta a un controlador, por ejemplo, un circuito integrado específico de aplicaciones, contenido en las monturas de anteojos. Este controlador responde a diferentes posiciones del interruptor con la regulación de la tensión suministrada por la fuente de alimentación. Como tal, este controlador compone el multiplexor mencionado anteriormente, que distribuye diversas tensiones a los cables de conexión. El controlador también puede ser un diseño avanzado en forma de una película delgada y montarse como la batería o células solares adaptándose a lo largo de la superficie de las monturas.

35 Este controlador, y/o uno o más componentes del controlador, se pueden fabricar y/o programar con el conocimiento de los requisitos de corrección de visión del usuario, y permite al usuario cambiar fácilmente entre diferentes distribuciones de tensiones predeterminadas a medida para sus requisitos individuales de visión. Este controlador de gafas electro-activas, y/o uno o más componentes del controlador, es fácilmente desmontable y/o programable por parte del especialista o técnico de cuidado ocular y se sustituye y/o reprograma con un nuevo controlador de "prescripción" cuando cambian los requisitos de corrección de la visión del usuario.

40 Un aspecto del interruptor basado en controlador es que se puede cambiar la tensión aplicada a una lente electro-activa en menos de un microsegundo. Si la capa electro-activa se fabrica con un material de cambio rápido, es posible que el cambio rápido de longitud focal de las lentes pueda ser perjudicial para la visión del portador. Puede ser deseable una suave transición de una longitud focal a otra. Como característica adicional de esta invención, en el controlador se puede programar un "tiempo de retardo" que podría ralentizar la transición. Por el contrario, en el controlador podría programarse un "tiempo de avance" que aceleraría la transición. Similarmente, la transición se podría anticipar mediante un algoritmo predictivo.

45 En cualquier caso, la constante de tiempo de la transición se puede establecer de modo que sea proporcional y/o sensible al cambio de refracción necesario para adaptarse a la visión del portador. Por ejemplo, pequeños cambios en la potencia de enfoque pueden cambiarse rápidamente; mientras que se podría establecer un gran cambio en la potencia de enfoque, tal como un portador que mueve rápidamente la mirada de un objeto lejano para leer el material impreso, para que se produzca en un periodo de tiempo más largo, digamos 10-100 milisegundos. Esta constante de tiempo podría ser ajustable, según la comodidad del portador.

55 En cualquier caso, no es necesario que el interruptor esté en los propios anteojos. En otra realización, el interruptor se encuentra en un módulo independiente, posiblemente en un bolsillo de la ropa del usuario, y se activa manualmente. Este interruptor puede conectarse a los anteojos con un cable fino o fibra óptica. Otra versión del

interruptor contiene un pequeño transmisor de corto alcance de microondas o radiofrecuencia que envía una señal relativa a la posición del interruptor a una diminuta antena receptora instalada de manera adaptada en las monturas de anteojos. En estas dos configuraciones de interruptor, el usuario tiene control directo pero discreto sobre la variación de la longitud focal de sus anteojos.

- 5 En incluso otro ejemplo de realización, el interruptor es controlado automáticamente por un dispositivo de telémetro, por ejemplo, en la montura, sobre la montura, en la lente y/o sobre la lente de los anteojos, y apuntando hacia delante hacia el objeto a percibir.

10 La FIG. 21 es una vista en perspectiva de unas gafas electro-activas 2100. En este ejemplo ilustrativo, la montura 2110 contiene unas lentes electro-activas 2120 que se conectan mediante cables de conexión 2130 al controlador 2140 (circuito integrado) y a la fuente de alimentación 21. Un transmisor 2160 de telémetro se conecta a una lente electro-activa 2120 y un receptor 2170 de telémetro se conecta a la otra lente electro-activa 2120. El transmisor 2160 y/o el receptor 2170 pueden conectarse a cualquier lente electro-activa 2120, conectada en la montura 2110, integrarse en la lente 2120 y/o 2110 integrarse en la montura. Además, el transmisor 2160 y el receptor 2170 de telémetro pueden ser controlados por el controlador 2140 y/o por un controlador independiente (no se muestra).  
15 Similarmente, las señales recibidas por el receptor 2170 pueden ser procesadas por el controlador 2140 y/o por un controlador independiente (no se muestra).

20 En cualquier caso, este telémetro es un buscador activo y puede utilizar diversas fuentes, tales como: láser, diodos emisores de luz, ondas de radiofrecuencia, microondas o impulsos ultrasónicos para localizar el objeto y determinar su distancia. Como transmisor de luz se puede utilizar un láser de emisión superficial de cavidad (VCSEL). El pequeño tamaño y el perfil plano de estos dispositivos los hace atractivos para esta aplicación. Como alternativa, se utiliza un diodo orgánico de emisión de luz, u OLED, como fuente de luz para el telémetro. La ventaja de este dispositivo es que los OLED a menudo pueden fabricarse de una manera que son mayormente transparentes. De este modo, un OLED podría ser un diseño de telémetro preferible si los cosméticos son una preocupación, ya que podría incorporarse en la lente o en las patillas sin que se note.

25 El sensor apropiado para recibir la señal reflejada que sale del objeto se coloca en una o más posiciones en la parte delantera de las monturas de lentes y se conecta a un controlador minúsculo para calcular el alcance. Este alcance se envía a través de cable o fibra óptica al controlador de conmutación situado en las monturas de lentes o a un mando a distancia inalámbrico que lleva uno mismo y se analizan para determinar el correcto ajuste de conmutación para esa distancia al objeto. En algunos casos, el controlador de telemetría y el controlador de conmutación pueden estar integrados juntos.  
30

En otra realización, el interruptor puede ser controlado por un pequeño pero rápido movimiento de la cabeza del usuario. Esto se lograría mediante la inclusión de un minúsculo microgiroscopio o microacelerómetro en la patilla de la montura de la lente. Una pequeña y rápida sacudida o giro de la cabeza dispararía el micro-giroscopio o microacelerómetro y haría que el interruptor rotara a sus ajustes permitidos de posición, cambiando el enfoque de la lente electro-activa a la corrección deseada.  
35

Incluso otra realización utiliza una combinación de microgiroscopio con un interruptor manual. En esta realización, el microgiroscopio se utiliza principalmente para funciones de lectura y visuales por debajo de los 180, para reaccionar a la inclinación de la cabeza. De este modo, cuando se inclina la cabeza, el microgiroscopio envía una señal al controlador que indica el grado de inclinación de la cabeza, que luego se convierte en una mayor potencia de enfoque, dependiendo de la cantidad de inclinación. El interruptor manual, que puede ser remoto, se utiliza para pasar por alto el microgiroscopio para determinadas funciones visuales en o por encima de 180, tal como trabajar en un ordenador.  
40

En otro ejemplo, se utiliza una combinación de un telémetro y un microgiroscopio. El microgiroscopio se utiliza para visión de cerca, y otras funciones de la visión por debajo de 180, y el telémetro se utiliza para visualizar las distancias que se encuentran por encima de 180 y de una distancia de visualización, por ejemplo, 122 metros (cuatro pies) o menos.  
45

Como alternativa al diseño de interruptor manual o telémetro para ajustar la potencia de enfoque del conjunto electro-activo, otro utiliza un seguidor de ojo para medir la distancia inter-pupilar. Cuando los ojos enfocan a objetos distantes o cercanos, esta distancia cambia a medida que las pupilas convergen o divergen. Se colocan por lo menos dos diodos emisores de luz y por lo menos dos fotosensores adyacentes para detectar la luz de los diodos reflejada desde los ojos en el interior de la montura cerca del puente de la nariz. Este sistema puede detectar la posición de la orilla de la pupila del ojo y convertir la posición en la distancia inter-pupilar para calcular la distancia del objeto al plano del ojo del usuario. En ciertas realizaciones se utilizan tres o incluso cuatro diodos emisores de luz y fotosensores para seguir los movimientos de los ojos.  
50

Además de la corrección de la visión, la capa electro-activa también puede utilizarse para dar a una lente de anteojos un tinte electro-crómico. Mediante la aplicación de una tensión apropiada a una capa de gel de polímero o de cristal líquido, a las lentes se le puede impartir un efecto de tinte o de gafas de sol, que alterna la transmisión de luz un poco a través de la lente. Esta reducida intensidad de luz le da a la lente un efecto de "gafas de sol" para la  
55

comodidad del usuario en un ambiente exterior brillante. Las composiciones de cristal líquido y los polímeros de gel con alta capacidad de polarización en respuesta a un campo eléctrico aplicado son más atractivos para esta aplicación.

En algunos ejemplos, esta invención puede utilizarse en ubicaciones en las que las variaciones de temperatura se pueden considerar suficientes como para afectar al índice de refracción de la capa electro-activa. Entonces, para compensar este efecto tendría que aplicarse un factor de corrección para todas las tensiones suministradas a los conjuntos de cuadrícula. Un termistor, termopar u otro sensor de temperatura en miniatura montados en o sobre la lente y/o la montura y conectados a la fuente de alimentación detectan los cambios de temperatura. El controlador convierte estas lecturas en cambios de tensión necesarios para compensar el cambio del índice de refracción del material electro-activo.

Sin embargo, en algunos ejemplos de circuitos electrónicos se construye realmente dentro o sobre la superficie de la lente con el fin de aumentar la temperatura de la capa o capas electro-activo o las capas. Esto se hace para reducir aún más el índice de refracción de las capas electro-activas, maximizando de este modo los cambios de potencia de la lente. El aumento de la temperatura se puede utilizar con o sin aumentos de tensión, dando de este modo una flexibilidad adicional que puede controlar y cambiar la potencia de la lente por medio de cambios de índice de refracción. Cuando se utiliza la temperatura es deseable tener la posibilidad de medir, obtener realimentación y controlar la temperatura que se ha aplicado deliberadamente.

En el caso de una distribución de cuadrícula de campo completo o parcial de regiones electro-activas abordadas individualmente, pueden ser necesarios muchos conductores para multiplexar tensiones específicas precedentes del controlador para cada elemento de cuadrícula. Para facilitar estas interconexiones a la ingeniería, es posible colocar el controlador en la parte delantera de las monturas de anteojos, por ejemplo, en el puente de la nariz. De este modo, la fuente de alimentación, que se encuentra en las patillas, se conecta al controlador mediante sólo dos conductores a través de la bisagra de la patilla con la montura. Los conductores que vinculan el controlador para las lentes pueden estar totalmente contenidos dentro de la parte delantera de la montura.

Los anteojos pueden tener una o ambas patillas de montura de anteojos, cuyas piezas son fácilmente desmontables. Cada patilla consiste en dos piezas: una corta que permanece conectada a la bisagra y a una sección delantera de montura y una más larga que se conecta a esta pieza. La pieza de las patillas que se puede desenchufar puede contener una fuente de energía eléctrica (batería, pila de combustible, etc.) y puede ser simplemente retirada y reconectada a la parte fija de las patillas. Estas patillas desmontables son recargables, por ejemplo, colocándolas en un cargador portátil de CA que carga por flujo de corriente continua, por inducción magnética, o por cualquier otro método de recarga común. De esta manera, unas patillas de sustitución totalmente cargadas se pueden conectar a los anteojos para proporcionar una activación continua a largo plazo de las lentes y el sistema de telemetría. De hecho, el usuario puede llevar varias patillas de sustitución en el bolsillo o en la cartera con esta finalidad.

En muchos casos, el portador necesitará una corrección esférica para la visión a distancia, de cerca y/o intermedia. Esto permite una variación de la lente de distribución de cuadrícula interconectada totalmente, que se aprovecha de la simetría esférica de la óptica correctiva necesaria. En este caso, una cuadrícula con forma geoméricamente especial que consiste en unos anillos concéntricos de regiones electro-activas puede comprender la región parcial o la lente de campo completo. Los anillos pueden ser circulares o no, tal como, por ejemplo, elípticos. Esta configuración sirve para reducir sustancialmente el número de regiones electro-activas necesarias que deben ser abordadas por separado por las conexiones de conductor con tensiones diferentes, simplificando mucho el circuito de interconexión. Este diseño permite la corrección de astigmatismo con el empleo de un diseño de lente híbrida. En este caso, la óptica convencional puede proporcionar corrección cilíndrica y/o astigmática, la capa electro-activa de anillo concéntrico puede proporcionar la corrección de la visión cercana y/o de distancia esférica.

Esta realización de anillo concéntrico, o zona toroidal, permite una gran flexibilidad para adaptar el enfoque electro-activo a las necesidades del portador. Debido a la simetría de zona circular, se pueden fabricar muchas más zonas más delgadas sin aumentar el cableado ni la complejidad de interconexión. Por ejemplo, una lente electro-activa hecha de una distribución de 4000 píxeles cuadrados requerirá cableado para abordar las 4000 zonas; la necesidad de cubrir un área de región circular parcial de 35 milímetros de diámetro producirá un paso de píxeles de aproximadamente 0,5 milímetros. Por otro lado, una óptica adaptativa hecha de un patrón de anillos concéntricos con el mismo paso de 0,5 milímetros (o grosor del anillo) sólo requerirá 35 zonas toroidales, reduciendo considerablemente la complejidad del cableado. Por el contrario, el paso de píxeles (y la resolución) puede disminuirse a sólo 0,1 milímetros y sólo aumentar el número de zonas (e interconexiones) a 175.

La mayor resolución de las zonas puede traducirse en un mayor confort para el portador, ya que el cambio radial en el índice de refracción de una zona a otra es más suave y más gradual. Por supuesto, este diseño limita a sólo correcciones de visión que son de naturaleza esférica.

Además, se ha descubierto que el diseño de anillo concéntrico puede adaptar el grosor de los anillos toroidales para colocar la mayor resolución en el radio en el que se necesita. Por ejemplo, si el diseño exige una envoltura de fase (*phase-wrapping*), es decir aprovecharse de la periodicidad de las ondas de luz para lograr mayor potencia de enfoque con los materiales de limitada variación de índice de refracción, se puede diseñar una distribución con

anillos más estrechos en la periferia y anillos más anchos en el centro de la región parcial circular del área electro-activa. Esta utilización racional de cada píxel toroidal produce la mayor potencia de enfoque obtenible para el número de zonas utilizadas al mismo tiempo que se minimiza el efecto de dentado (*aliasing*) presente en los sistemas de baja resolución que emplean envoltura de fase.

Puede ser deseable suavizar la brusca transición de la región de enfoque de campo lejos a la región de enfoque de visión cercana en lentes híbridas que emplean un área electro-activa parcial. Esto ocurre, por supuesto, en la frontera circular de la región electro-activa. Para lograr esto, la lente se programaría para que las regiones de menos potencia para visión cercana estuvieran en la periferia de la región electro-activa. Por ejemplo, considérese un diseño de anillo concéntrico híbrido con una región electro-activa de diámetro de 35 mm, en la que la lente de longitud focal fija proporciona una corrección de distancia y la región electro-activa proporciona una corrección de presbicia de potencia añadida +2,50. En lugar de mantener esta potencia todo el tramo hasta la periferia de la región electro-activa, se programarían varias regiones o "bandas" toroidales, cada una de las cuales contiene varias zonas de anillo concéntrico electro-activo que se pueden abordar, para reducir una potencia decreciente en diámetros más grandes. Por ejemplo, durante la activación, una realización puede tener un círculo central de diámetro de 26 mm con potencia añadida de +2,50, con una banda toroidal que se extiende desde un diámetro de 26 a 29 mm con potencia añadida de +2,00, otra banda toroidal que se extiende desde un diámetro de 29 a 32 mm con potencia añadida de +1,5, rodeada por una banda toroidal desde un diámetro de 32 a 35 mm con potencia añadida de +1,0. Este diseño puede ser útil para proporcionar a algunos usuarios una experiencia de uso más agradable.

Cuando se utiliza una lente oftálmica de anteojos generalmente se utiliza la parte superior aproximadamente la mitad de la lente para ver de lejos. Aproximadamente de 2 a 3 mm por encima de la línea media y de 6 a 7 mm por debajo de la línea media para ver a distancia intermedia y de 7 a 10 mm por debajo de la línea media para ver de cerca.

Las aberraciones creadas en el ojo aparecen diferentes para distancias desde el ojo y se deben corregir de manera diferente. La distancia a un objeto que se ve está relacionada directamente con la corrección necesaria de la aberración específica. Por lo tanto, una aberración, creada a partir del sistema óptico ocular, necesitará aproximadamente la misma corrección para todas las distancias lejanas, aproximadamente la misma corrección para todas las distancias intermedias y aproximadamente la misma corrección para todas las distancias de puntos cercanos. Por lo tanto, se puede permitir que el ajuste electro-activo de la lente corrija ciertas aberraciones del ojo, en tres o cuatro secciones de la lente (sección de distancia, sección intermedia y sección de cerca), a diferencia de intentar ajustar la lente electro-activa cuadrícula a cuadrícula cuando el ojo y la línea de visión del ojo se mueven por la lente.

La FIG. 22 es una vista frontal de una lente electro-activa 2200. Dentro de la lente 2200 se definen diversas regiones que proporcionan diferentes correcciones de refracción. Por debajo de la línea media B-B, varias regiones de corrección de distancia cercana 2210 y 2220, cada una con diferente potencia de corrección, están rodeadas por una sola región correctiva de distancia intermedia 2230. Aunque sólo se muestran dos regiones correctivas de distancia cercana 2210 y 2220, se puede proporcionar cualquier número de regiones correctivas de distancia cercana. Similarmente, se puede proporcionar cualquier número de regiones correctivas de distancia intermedia. Por encima de la línea media B-B, se proporciona una región correctiva de distancia lejana 2240. Las regiones 2210, 2220 y 2230 se pueden activar en una secuencia programada, por ejemplo para ahorrar energía, o a modo de activación-desactivación estática similar a una trifocal convencional. Cuando se mira de lejos a cerca, o de cerca a lejos, la lente 2200 puede ayudar al enfoque de los ojos del portador, al suavizar la transición entre las diversas distancias focales de las diversas regiones. De ese modo, se alivia o se reduce en gran medida el fenómeno de "saltos de imagen". Esta mejora también se proporciona en los ejemplos que se muestran en las Figs. 23 y 24, a continuación.

La FIG. 23 es una vista frontal de otra lente electro-activa 2300. Dentro de la lente 2300 se definen diversas regiones que proporcionan diferentes correcciones de refracción. Por debajo de línea media C-C, una sola región correctiva de distancia cercana 2310 está rodeada por una sola región correctiva de distancia intermedia 2320. Por encima de la línea media C-C, se encuentra una sola región correctiva de distancia lejana 2330.

La FIG. 24 es una vista frontal de otra lente electro-activa 2400. Dentro de la lente 2400 se definen diversas regiones que proporcionan diferentes correcciones de refracción. Una sola región correctiva de distancia cercana 2410 está rodeada por una sola región correctiva de distancia intermedia 2420, que está rodeada por una sola región correctiva de distancia lejana 2430.

La FIG. 25 es una vista lateral de otra lente electro-activa 2500. La lente 2500 incluye una óptica convencional 2510 de lente en la que se conectan varias regiones electro-activas de campo completo 2520, 2530, 2540 y 2550, separadas cada una de las regiones adyacentes por unas capas aislantes 2525, 2535 y 2545.

La FIG. 26 es una vista lateral de otra lente electro-activa 2600. La lente 2600 incluye una óptica convencional 2610 de lente en la que se conectan varias regiones electro-activas de campo parcial 2620, 2630, 2640 y 2650, separadas cada una de las regiones adyacentes por unas capas aislantes 2625, 2635 y 2645. La región de marco 2660 rodea las regiones electro-activas 2620, 2630, 2640 y 2650.

Volviendo a la exposición de lentes electro-activas de difracción, pueden fabricarse una lente electro-activa para corregir errores de refracción utilizando una capa electro-activa adyacente a una lente de sustrato de vidrio, polímero o plástico que está impresa o grabada con un patrón de difracción. La superficie de la lente de sustrato que tiene la impresión de difracción está directamente en contacto con el material electro-activo. De este modo, una superficie de la capa electro-activa es también un patrón difractivo que es la imagen reflejada de la que hay en la superficie de sustrato de lente.

El conjunto actúa como una lente híbrida, de tal manera que la lente de sustrato siempre proporciona una potencia correctora fija, típicamente para corrección de distancia. El índice de refracción de la capa electro-activa en su estado sin activar es casi idéntico a la de la lente de sustrato; esta diferencia debería ser 0,05 unidades de índice o menos. De este modo, cuando la lente electro-activa está sin activar, la lente de sustrato y la capa electro-activa tienen el mismo índice, y el patrón de difracción no tiene potencia (graduación), y no proporciona corrección (0,00 dioptrías). En este estado, la potencia de la lente del sustrato es la única potencia correctiva.

Cuando la capa electro-activa está activada, su índice cambia, y la potencia de refracción del patrón de difracción se añade a la lente de sustrato. Por ejemplo, si la lente de sustrato tiene una potencia de -3,50 dioptrías y la capa electro-activa de difracción tiene una potencia cuando está activada de +2,00 dioptrías, la potencia total del conjunto de lente electro-activa es de -1,50 dioptrías. De esta manera, la lente electro-activa permite la visión de cerca o la lectura. En otras realizaciones, la capa electro-activa en el estado activado puede tener un índice coincidente con la óptica de lente.

Las capas electro-activas que utilizan cristales líquidos son birrefringentes. Es decir, muestran dos longitudes focales diferentes en su estado sin activar cuando se exponen a luz no polarizada. La birrefringencia da lugar a imágenes dobles o borrosas en la retina. Hay dos planteamientos para resolver este problema. La primera requiere que se utilicen por lo menos dos capas electro-activas. Una se fabrica con moléculas electro-activas alineadas longitudinalmente en la capa, mientras que la otra se fabrica con moléculas orientadas latitudinalmente en su capa; de este modo, la alineación molecular de las dos capas son ortogonales entre sí. De esta manera, ambas polarizaciones de luz son enfocadas por igual por ambas capas y todas las luces se enfocan en la misma longitud focal.

Esto puede lograrse simplemente apilando las dos capas electro-activas alineadas ortogonalmente o con un diseño alternativo en el que la capa central de la lente es una placa de doble cara, es decir, con idénticos patrones de difracción grabados en ambos lados. El material electro-activo se coloca a continuación en una capa en ambos lados de la placa central, asegurando que sus alineaciones son ortogonales. A continuación, se coloca un sustrato de cubierta por encima de cada capa electro-activa para contenerlo. Esto proporciona un diseño más simple que la superposición de dos capas electro-activas/difractivas una sobre otra.

Una alternativa diferente requiere que se añada cristal líquido colestérico al material electro-activo para darle un gran componente quiral. Se ha encontrado que un cierto nivel de concentración quiral elimina la sensibilidad de polarización en el plano, y obvia la necesidad de dos capas electro-activas de cristal líquido puramente nemático como componente en el material electro-activo.

Cambiando a los materiales utilizados para la capa electro-activa, a continuación se enumeran unos ejemplos de clases de material y materiales electro-activos específicos que se pueden usar para la capa electro-activa y la lente. Aparte de los materiales de cristal líquido enumerados a continuación de la clase I, generalmente se hace referencia a cada una de estas clases de materiales como geles poliméricos.

#### I) Cristales líquidos

Esta clase incluye cualquier película de cristal líquido que forma fases nemática, esméctica o colestérica que poseen un orden de orientación de gran alcance que puede ser controlado con un campo eléctrico. Unos ejemplos de cristales líquidos son: pentil ciano-bifenilo (5CB), (n-octiloxi)-4-cianobifenilo (8OCB). Otros ejemplos de cristales líquidos son  $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ , de los compuestos 4-ciano-4-n- alquilbifenilos, 4-n-pentiloxi-bifenilo, 4-ciano-4"-n-alquil-p-terfenilos y mezclas comerciales, tales como E7, E36, E46, y la serie ZLI elaborada por BDH (British Drug House)- Merck.

#### II) Polímeros electro-ópticos

Esta clase incluye cualquier material polimérico óptico transparente, tal como los descritos en el documento "Physical Properties of Polymers Handbook", de J. E. Mark, American Institute of Physics, Woodbury, Nueva York, 1996, que contiene moléculas que tienen electrones  $\pi$  conjugados polarizados asimétricos entre un grupo donante y uno aceptor (que se conoce como un cromóforo) tal como se describe en el documento "Organic Nonlinear Optical Materials" de Ch. Bosshard et al., Gordon and Breach Publishers, Amsterdam, 1995. Unos ejemplos de polímeros son los siguientes: poliestireno, policarbonato, polimetilmetacrilato, polivinilcarbazola, poliamida, polisilano. Unos ejemplos de cromóforos son: paranitroanilina (ANP), rojo disperso 1 (DR 1), 3-metil-4-metoxi-4'-nitrostilbeno, dietilaminonitrostilbeno (DANS), ácido dietil-tio-barbitúrico.

Los polímeros electro-ópticos pueden ser producidos por: a) tras un planteamiento de huésped/anfitrión, b) por incorporación covalente del cromóforo en el polímero (cadena principal y dependientes), y/o c) planteamientos de endurecimiento en celosía, tales como reticulación.

### III) Cristales líquidos de polímeros

- 5 Esta clase incluye cristales líquidos de polímeros (PLC), que a veces también se conocen como polímeros de cristalino líquido, cristales líquidos de baja masa molecular, polímeros de auto-refuerzo, compuestos in situ y/o compuestos moleculares. Los PLC son copolímeros que contienen simultáneamente secuencias relativamente rígidas y flexibles, tal como las que se describen en el documento "Liquid Crystalline Polymers: From Structures to Applications" de W. Brostow, editado por A. A. Collyer, Elsevier, Nueva York y Londres, 1992, Capítulo 1. Unos ejemplos de PLC son: polimetacrilato que comprende grupo lateral 4-cianofenil benzoato y otros compuestos similares.

### IV) Cristales líquidos dispersos en polímeros

- 15 Esta clase incluye cristales líquidos dispersos en polímeros (PDLC), que consisten en dispersiones de gotas de cristal líquido en una matriz polimérica. Estos materiales se puede realizar de varias maneras: (i) por fases alineadas curvilíneas nemáticas (NCAP), por separación de fases inducida térmicamente (TIPS), separación de fases inducida por disolvente (SIP) y separación de fases inducida por polimerización (PIPS). Unos ejemplos de PDLC son: las mezclas de cristal líquido E7 (BDH-Merck) y NOA6S (Norland products, Inc. NJ); mezclas de E44 (BDH-Merck) y polimetilmetacrilato (PMMA); mezclas de E49 (BDH-Merck) y PMMA; la mezcla del monómero de dipentaeritil hidroxipentaacrilato, cristal líquido E7, N-vinilpirrolidona, N-fenilglicina y colorante Rosa de Bengala.

### 20 V) Cristales líquidos estabilizados en polímero

- 25 Esta clase incluye cristales líquidos estabilizados en polímero (PSLC), que son materiales que consisten en un cristal líquido de una red polimérica en la que el polímero constituye menos del 10% en peso del cristal líquido. Un monómero fotopolimerizable se mezcla con un cristal líquido y un iniciador de polimerización por UV. Después de que el cristal líquido está alineado, la polimerización del monómero se inicia típicamente por exposición a rayos UV y el polímero resultante crea una red que estabiliza el cristal líquido. Para obtener ejemplos de PSLC, véase, por ejemplo: Optical Studies of Anisotropic Networks in Polymer-Stabilized Liquid Crystals, de C. M. Hudson et al., Journal of the Society for Information Display, vol. 5/3, 1-5, (1997), G. P. Wiederrecht et al, Photorefractivity in Polymer-Stabilized Nematic Liquid Crystals, J. Am. Chem. Soc., 120, 3231-3236 (1998).

### VI) Estructuras supramoleculares no lineales auto-ensambladas

- 30 Esta clase incluye películas orgánicas asimétricas electro-ópticas, que pueden fabricarse utilizando los siguientes planteamientos: Las películas de Langmuir-Blodgett, alternando deposiciones de polielectrolito (polianiones/policationes) a partir de soluciones acuosas, métodos de epitaxia de haces moleculares, síntesis secuencial por reacciones de acoplamiento covalente (por ejemplo: deposición multicapa auto-ensamblada basada en organotriclorosilano). Estas técnicas usualmente llevan a películas delgadas que tienen un grosor de menos de aproximadamente 1 milímetro.

- 40 Todavía otras ventajas y realizaciones de la invención serán fácilmente reconocibles por los expertos en esta técnica a partir de la descripción detallada anteriormente citada. Por consiguiente, los dibujos, las descripciones y ejemplos proporcionados en esta memoria se deben considerar de naturaleza ilustrativa y ejemplar, y no como restrictivos. Por ejemplo, se pueden proporcionar unas gafas electro-activas que tienen una lente híbrida y una lente no híbrida. Similarmente, se pueden proporcionar unas gafas electro-activas que tienen una lente electro-activa de campo completo y una lente electro-activa de campo parcial. Similarmente, se pueden proporcionar unas gafas electro-activas que tienen una lente que emplea una estructura electro-activa de interconexión individual y otra que emplea una estructura electro-activa multi-cuadrícula.

## REIVINDICACIONES

1. Lente oftálmica híbrida que comprende:

una lente progresiva multifocal que tiene dos o más potencias focales fijas, dicha lente progresiva focal proporciona la corrección para la visión a distancia y añade potencia para la corrección de visión de cerca, dicha potencia añadida es inferior a la requerida para corregir totalmente la visión de cerca; y

un elemento de lente electro-activa para proporcionar potencia focal variable;

en donde dicha lente híbrida se puede hacer funcionar de tal manera que proporciona una potencia final añadida para la corrección de la visión de cerca que es la potencia total aditiva de la potencia añadida para la corrección de la visión de cerca proporcionada por dicha lente progresiva multifocal y la potencia añadida requerida adicional generada por dicho elemento de lente electro-activa.

2. La lente de la reivindicación 1, que comprende además un controlador adaptado para aplicar una tensión a dicho elemento de lente electro-activa.

3. La lente de la reivindicación 2, que comprende además un microgiroscopio o un acelerómetro para transmitir una señal de entrada a dicho controlador.

4. La lente de la reivindicación 1, 2 o 3, en donde dicho elemento de lente electro-activa tiene dos superficies y contiene un material electro-activo entre dichas dos superficies para alterar la longitud focal de la lente, en donde las superficies tienen un espacio entremedio sustancialmente constante.

5. La lente de la reivindicación 4, en donde dicho elemento de lente electro-activa está espaciado de la orilla de la lente por una capa de marco de material electro-activo.

6. La lente de la reivindicación 4, en donde las dos superficies están sustancialmente paralelas.

7. La lente de cualquier reivindicación precedente, en donde dicho elemento de lente electro-activa comprende una pluralidad de anillos concéntricos de regiones electro-activas, cada una con diferente corrección refractiva, de modo que cuando se aplica dicha tensión predeterminada a dicho elemento de lente electro-activa, los anillos concéntricos pueden funcionar para proporcionar una transición suave entre las regiones de dichas dos o más potencias focales.

8. La lente de cualquier reivindicación precedente, en donde dicho elemento de lente electro-activa contiene un electrodo, y dicho electrodo es sustancialmente transparente en sentido óptico.

9. La lente de cualquier reivindicación precedente, en donde cuando se aplica una tensión predeterminada a dicho elemento de lente electro-activa, por lo menos una de dichas dos o más potencias focales proporciona al portador una visión sustancialmente más clara para visión de lejos.

10. La lente de cualquier reivindicación precedente, en donde cuando no se aplica una tensión a dicho elemento de lente electro-activa, por lo menos una de dichas dos o más potencias focales proporciona al portador una visión sustancialmente más clara para visión de cerca.

11. La lente de cualquier reivindicación precedente, en donde cuando se aplica una tensión predeterminada a dicho elemento de lente electro-activa, por lo menos una de dichas dos o más potencias focales proporciona al portador una visión sustancialmente más clara para visión a distancia intermedia.

12. La lente de cualquier reivindicación precedente, en donde cuando no se aplica una tensión a dicho elemento de lente electro-activa, por lo menos una parte de la lente proporciona al portador una visión sustancialmente más clara para visión de lejos.

13. La lente de cualquier reivindicación precedente, en donde dicho elemento de lente electro-activa es difractivo.

14. La lente de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde dicho elemento de lente electro-activa está pixelado.

15. La lente de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde dicho elemento de lente electro-activa comprende un componente difractivo de alivio de superficie.

16. La lente de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde dicho elemento de lente electro-activa está provisto de un sustrato que comprende un patrón de difracción en una primera superficie, dicha primera superficie está en contacto con dicho elemento de lente electro-activa.

17. La lente de cualquier reivindicación precedente, en donde dicho elemento de lente electro-activa comprende material electro-activo que incluye material líquido cristalino.

18. La lente de la reivindicación 17, en donde dicho material líquido cristalino incluye cristales líquidos nemáticos.

19. La lente de la reivindicación 17, en donde dicho material líquido cristalino incluye cristales líquidos colestéricos.

5 20. La lente de la reivindicación 17, en donde dicho material líquido cristalino incluye cristales líquidos dispersos en polímero.

21. La lente de cualquier reivindicación precedente, en donde cuando se aplica una tensión al elemento de lente electro-activa, el elemento de lente electro-activa tiene un índice de refracción que coincide aproximadamente con el índice de refracción de la lente progresiva multifocal.

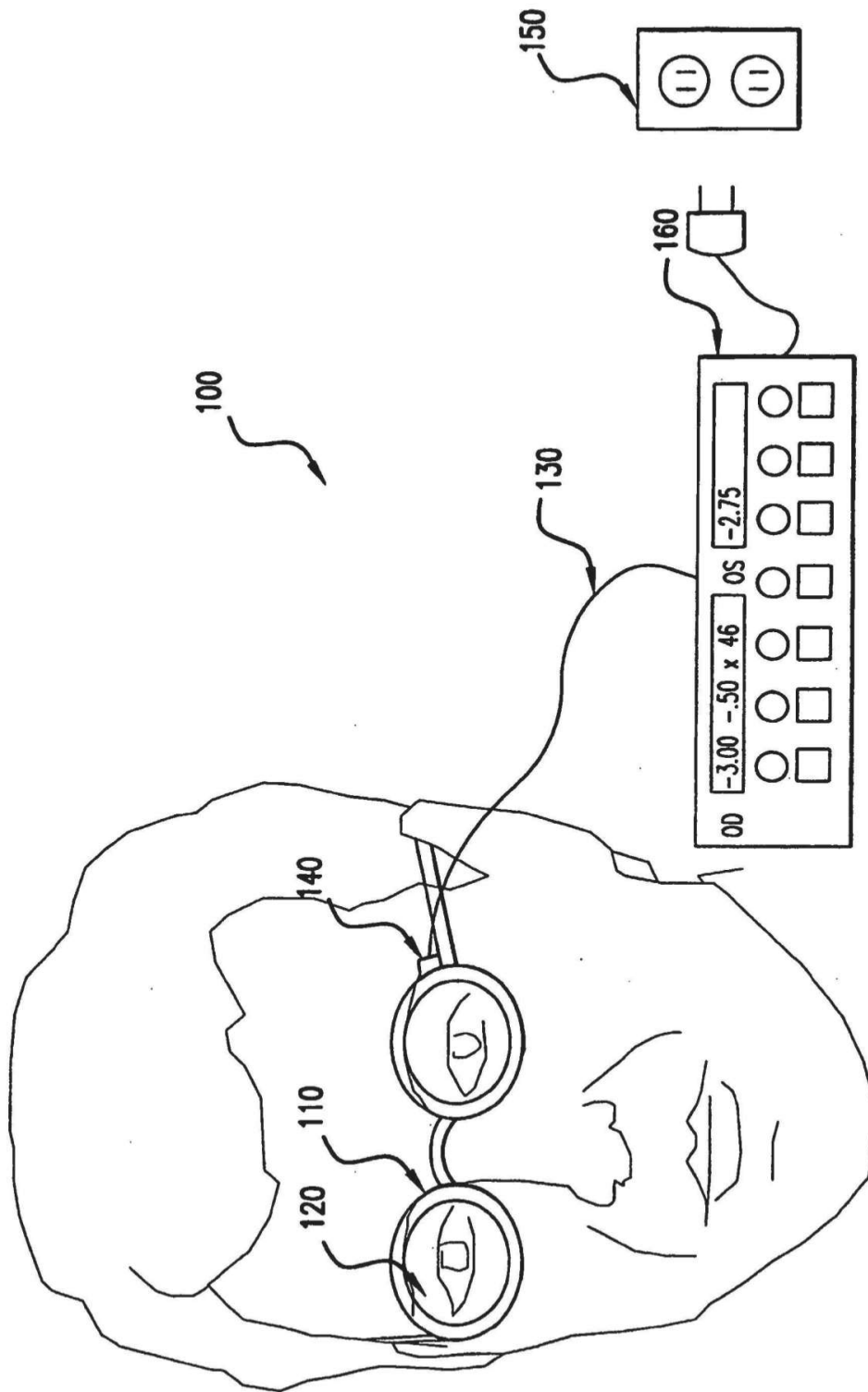


FIG. 1

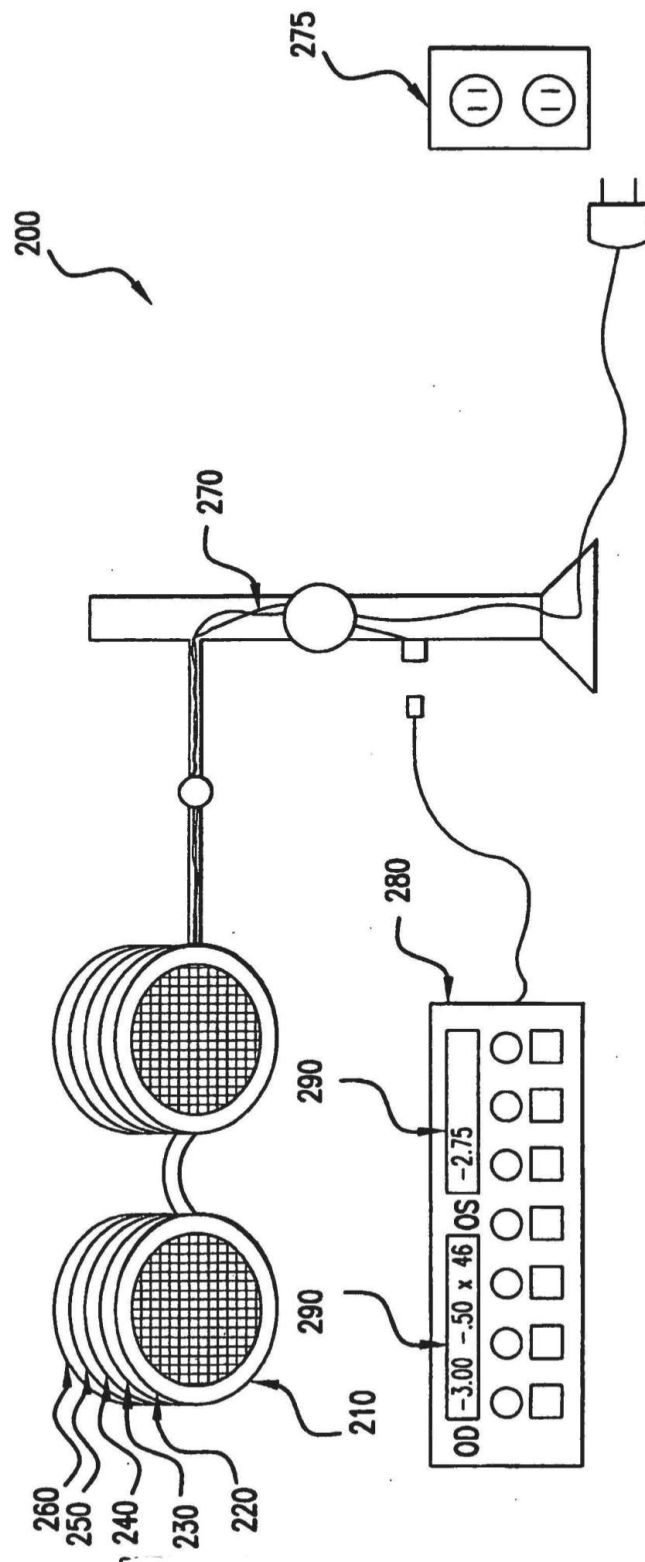


FIG.2

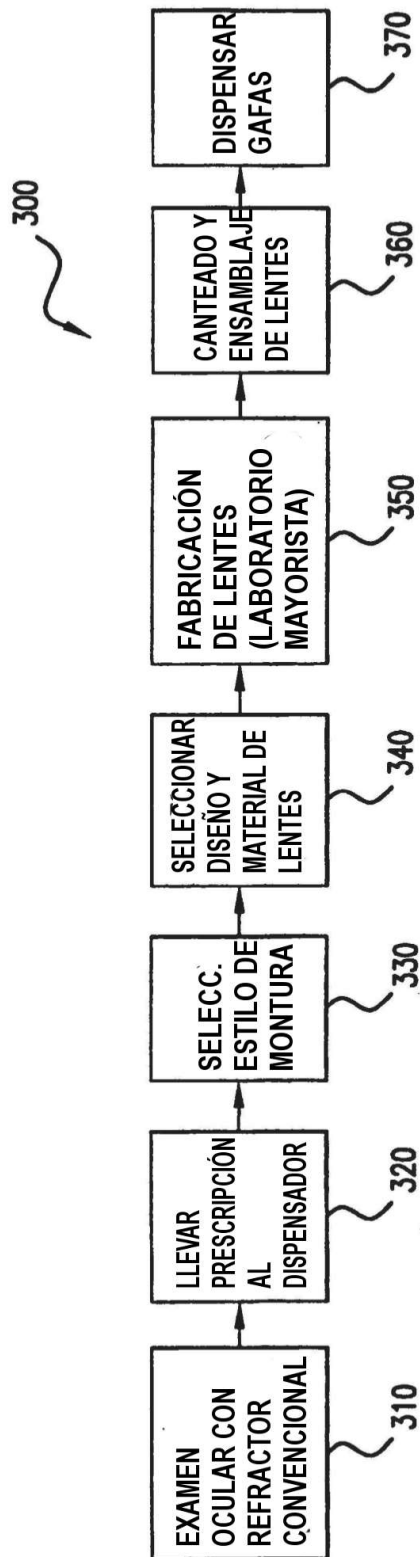


FIG. 3

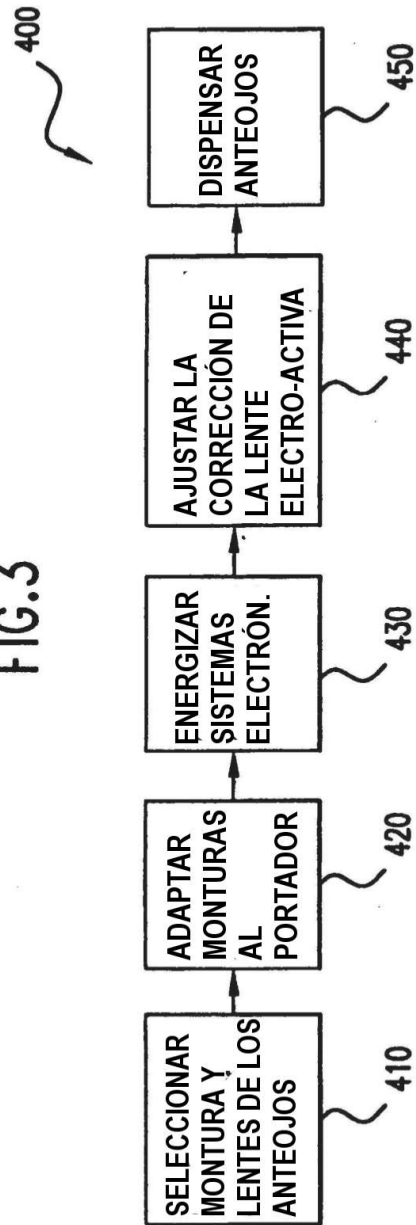


FIG. 4

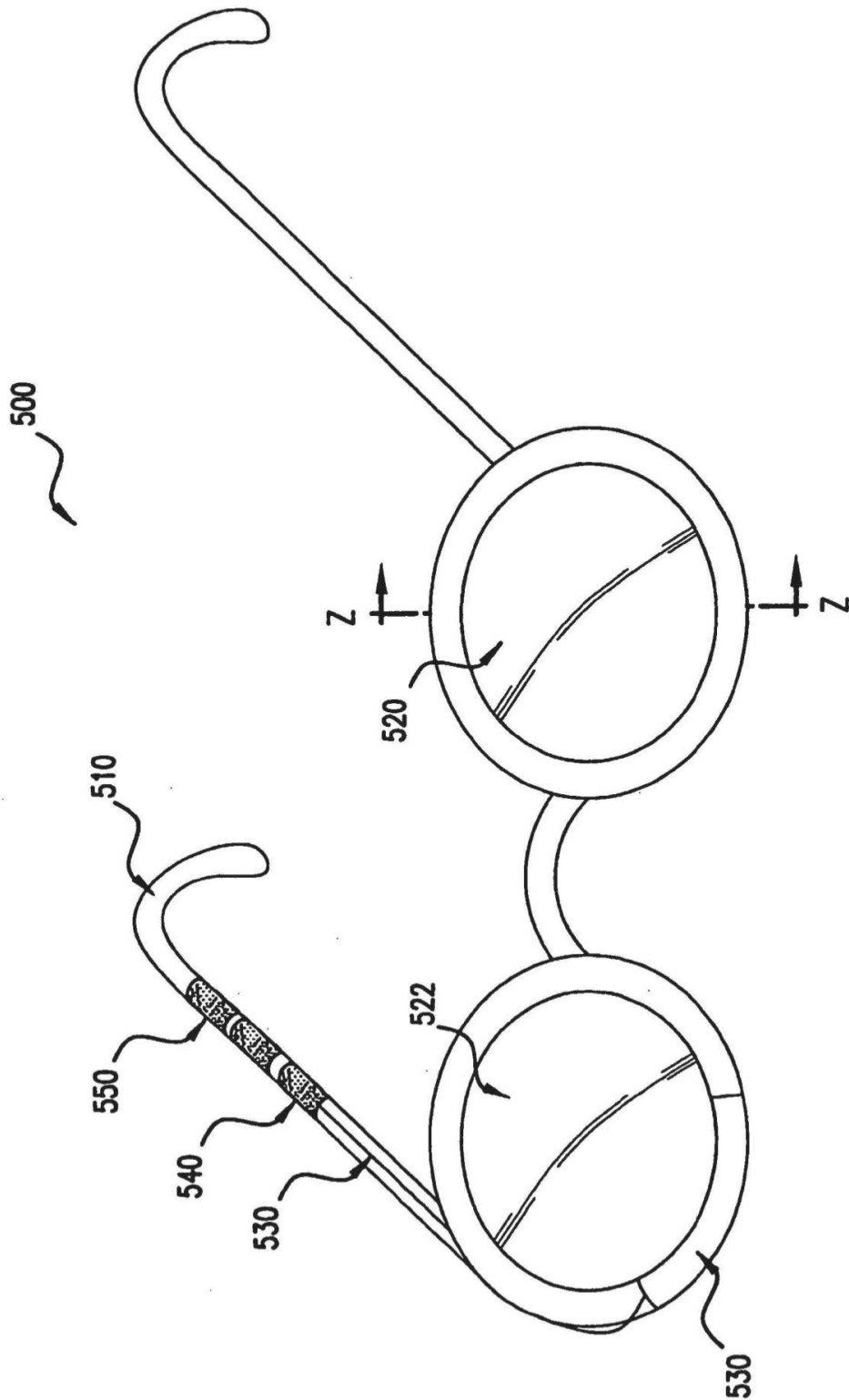


FIG. 5

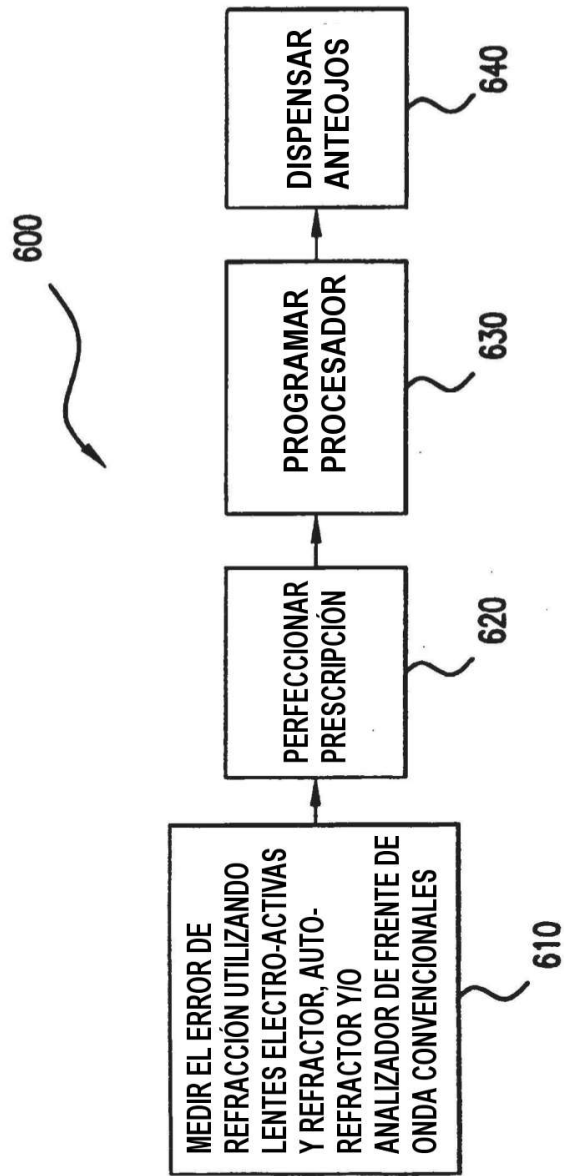


FIG.6

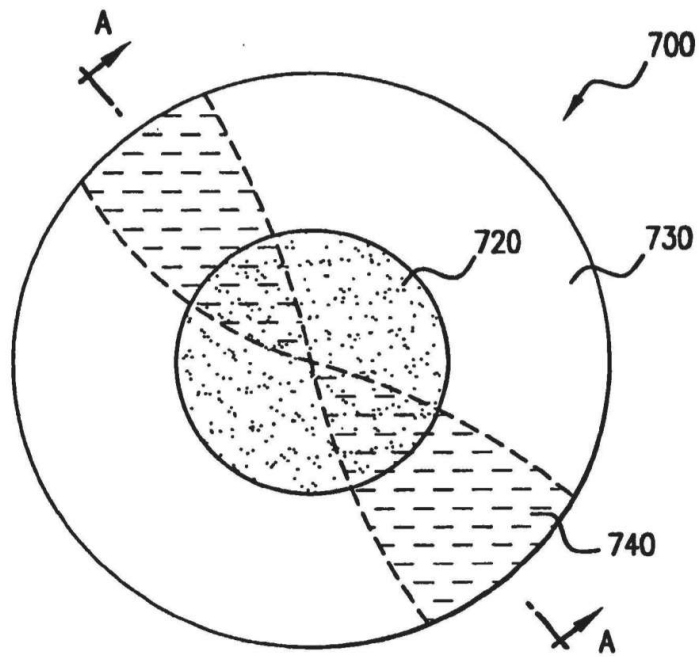


FIG. 7

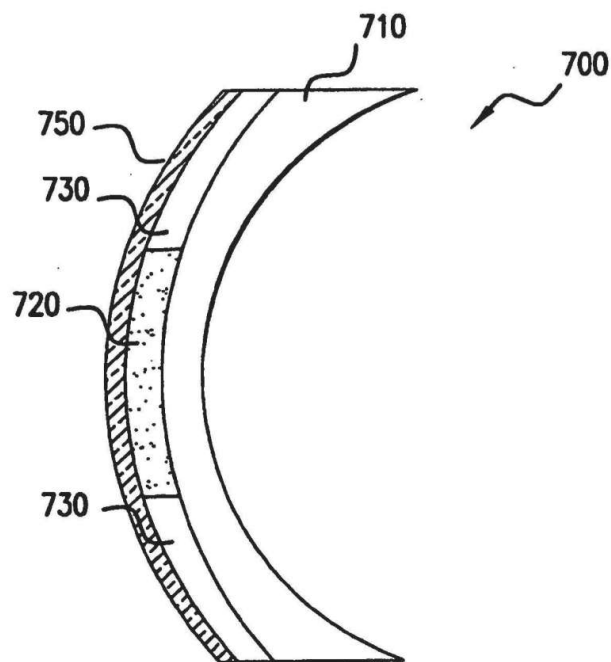


FIG. 8

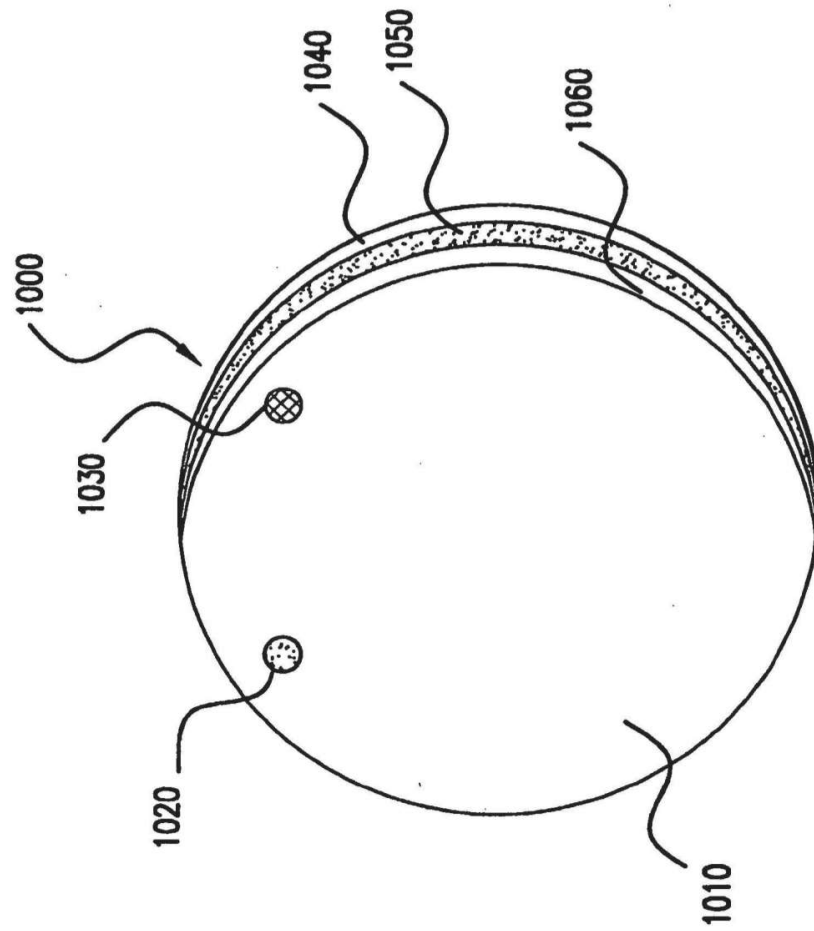


FIG.10

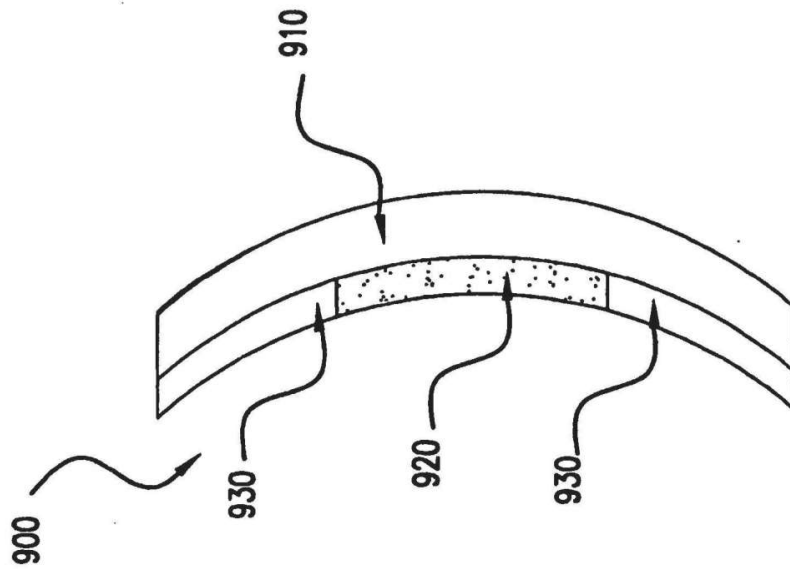


FIG.9

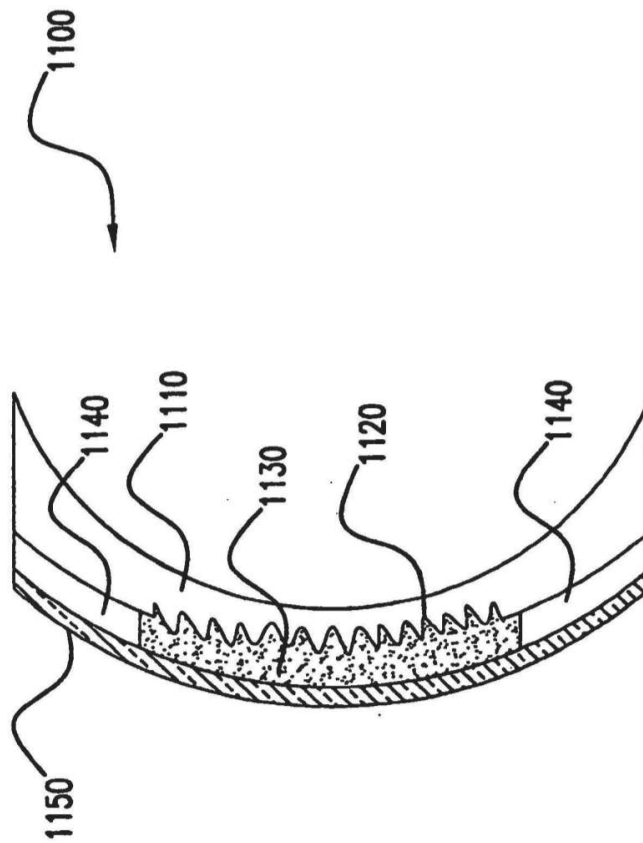


FIG.11

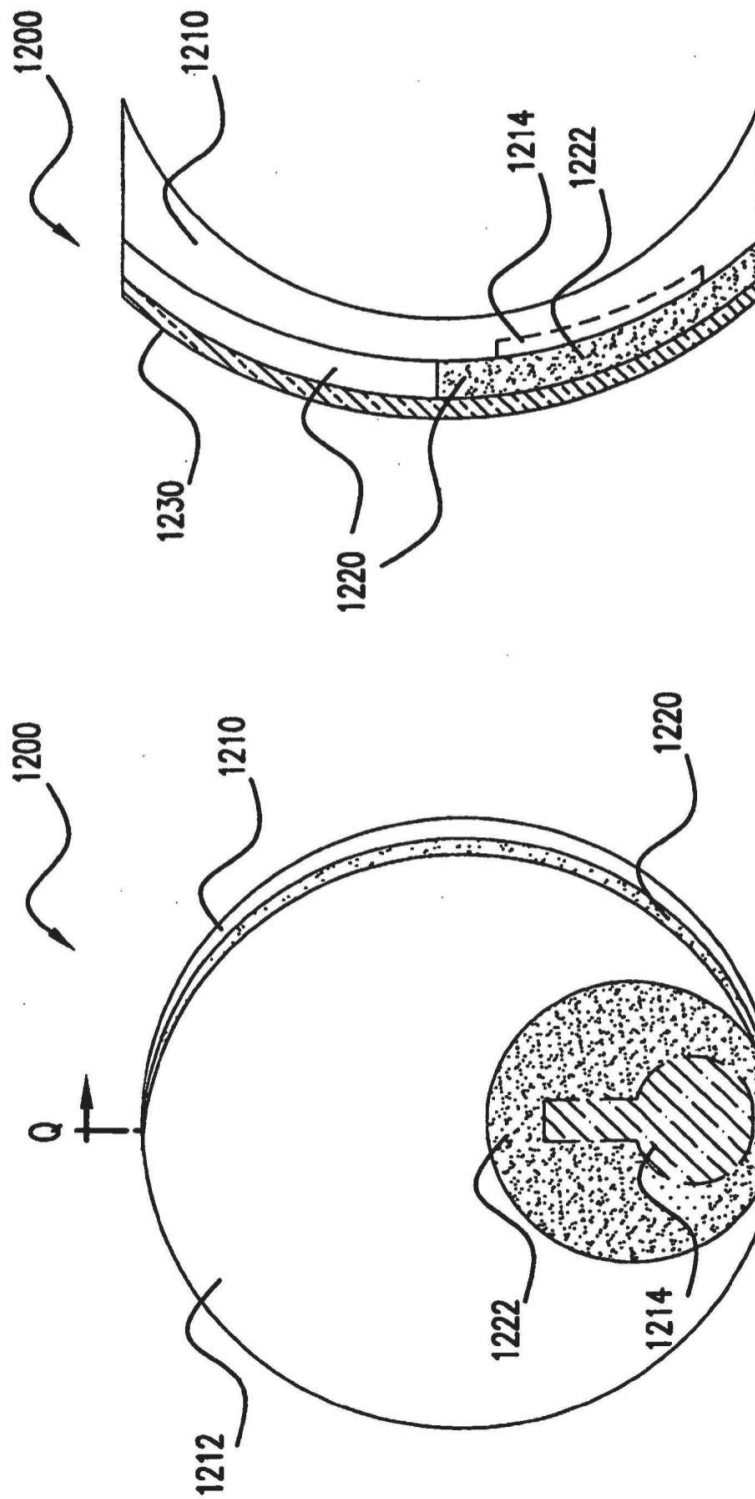


FIG.13

FIG.12

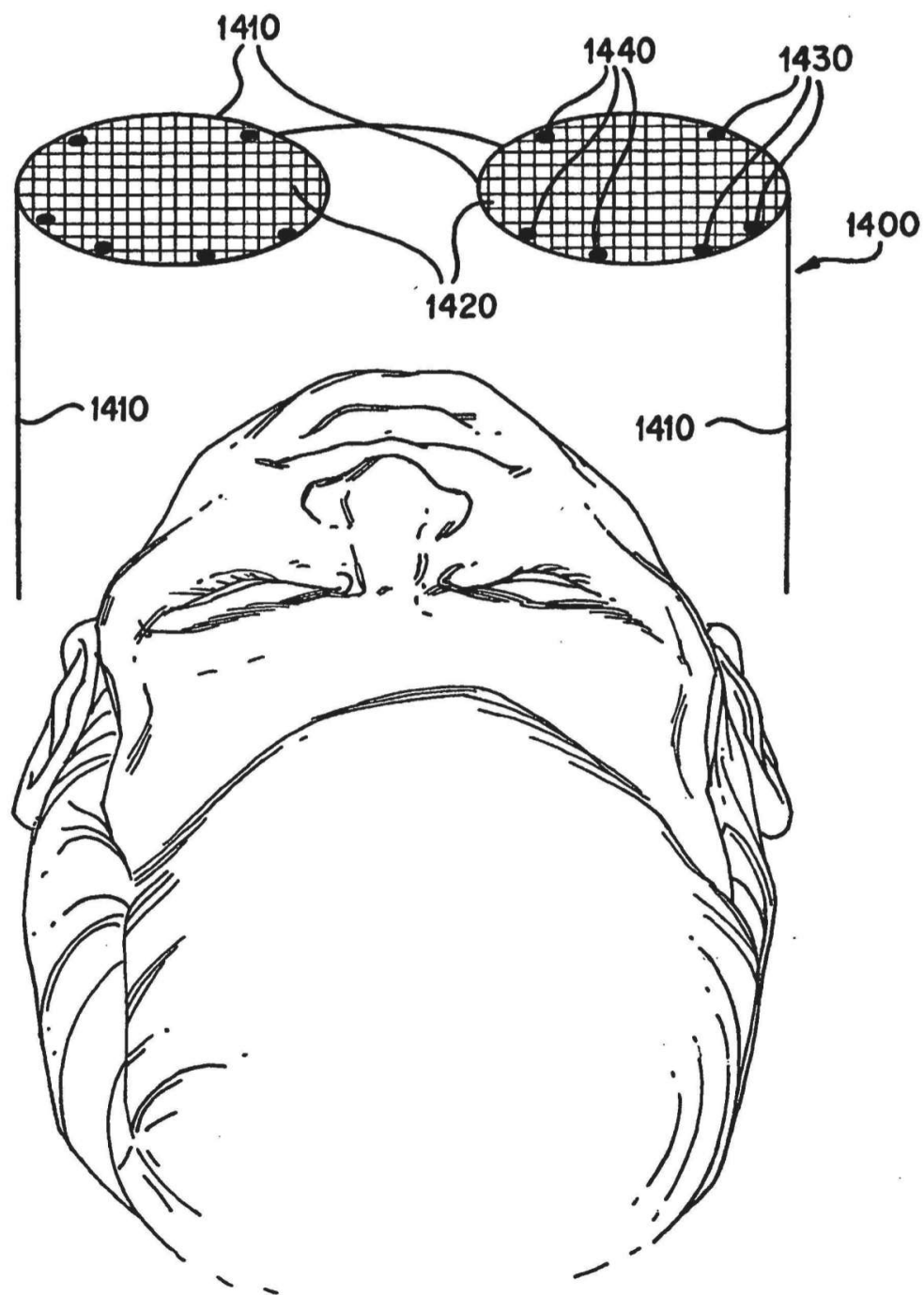


FIG. 14

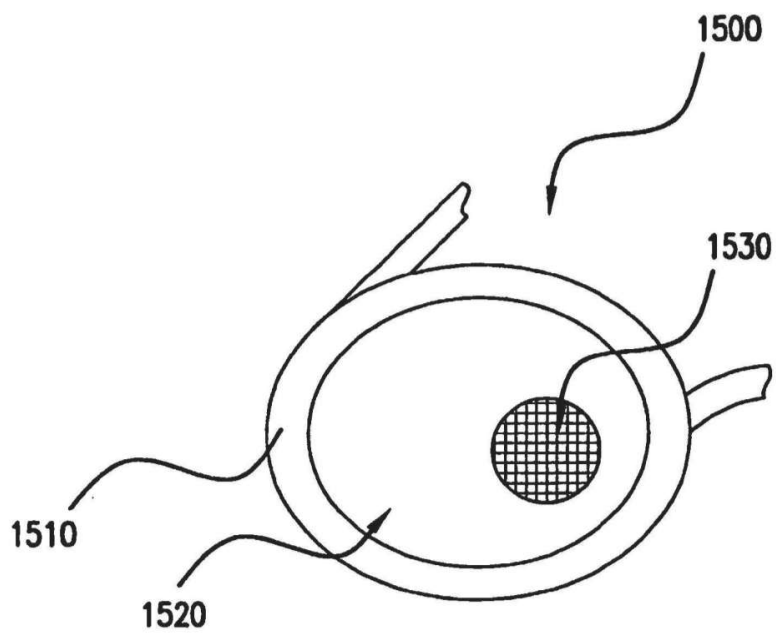


FIG.15

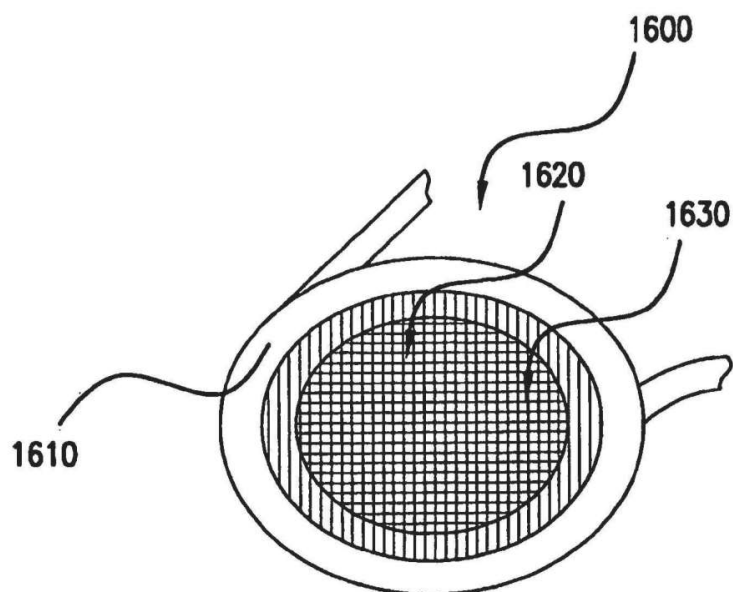
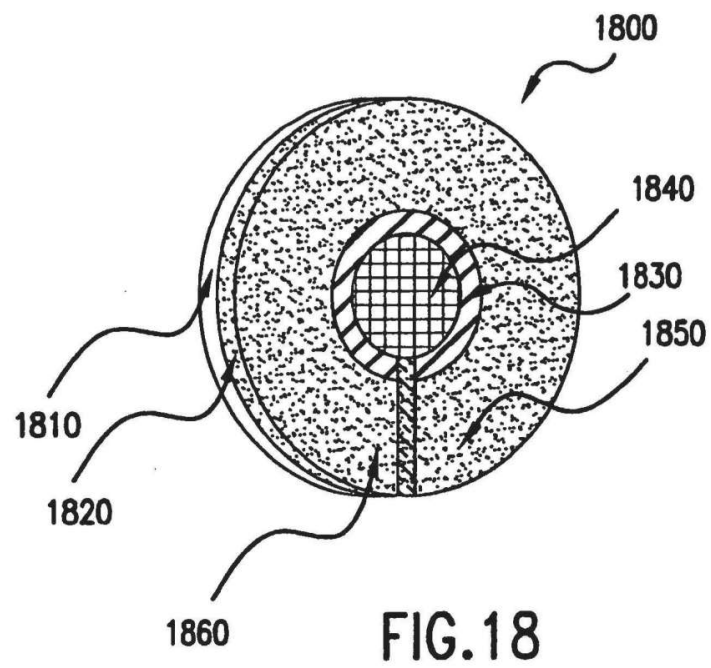
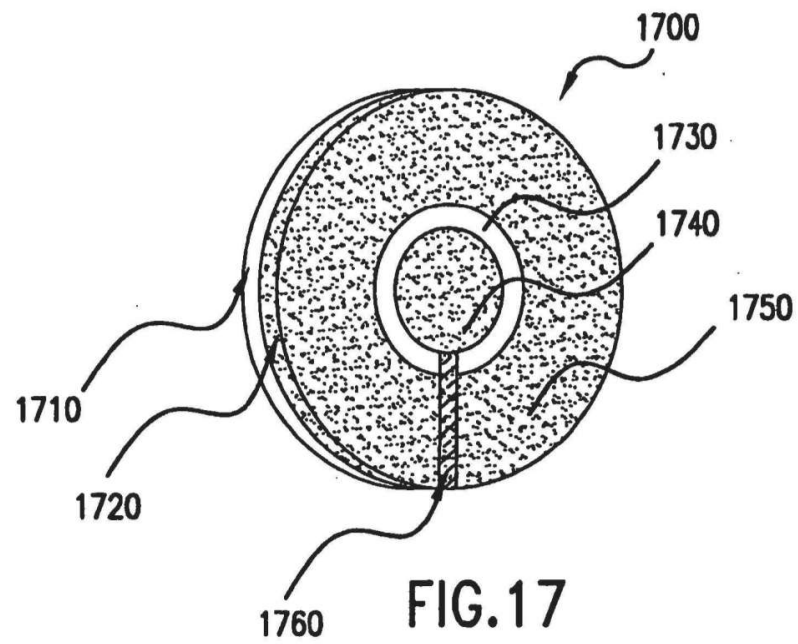


FIG.16



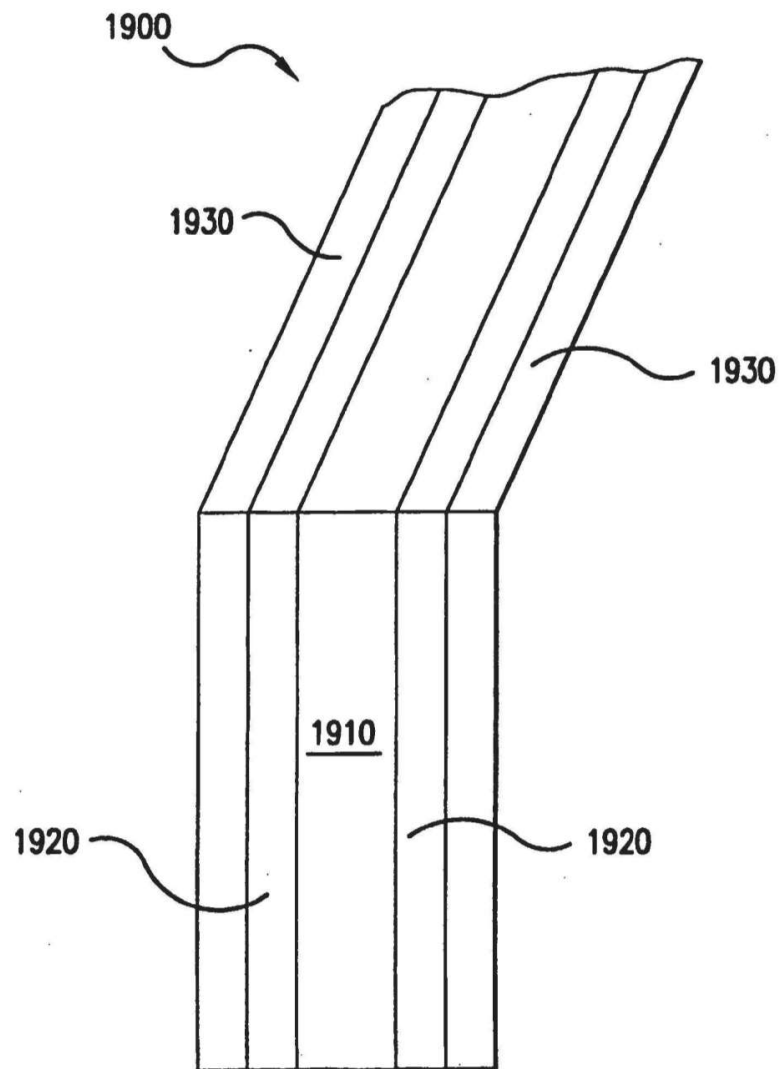


FIG. 19

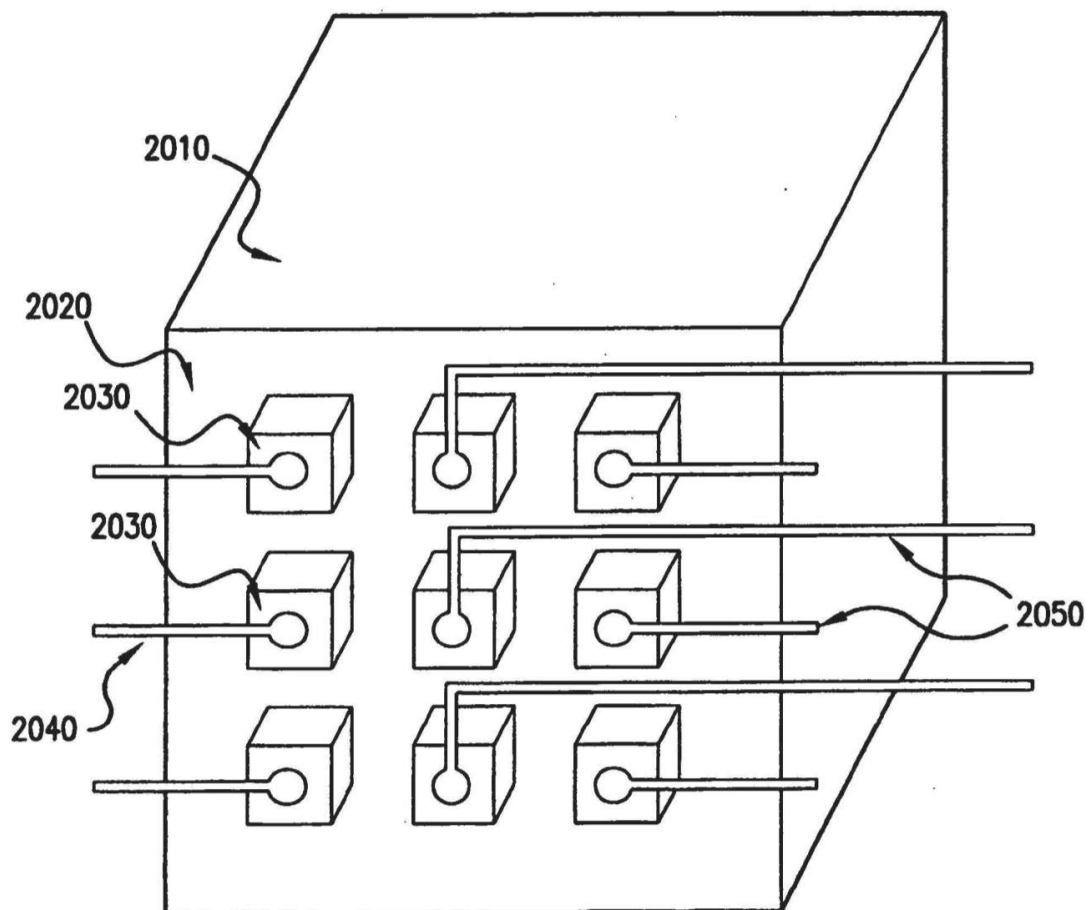


FIG.20

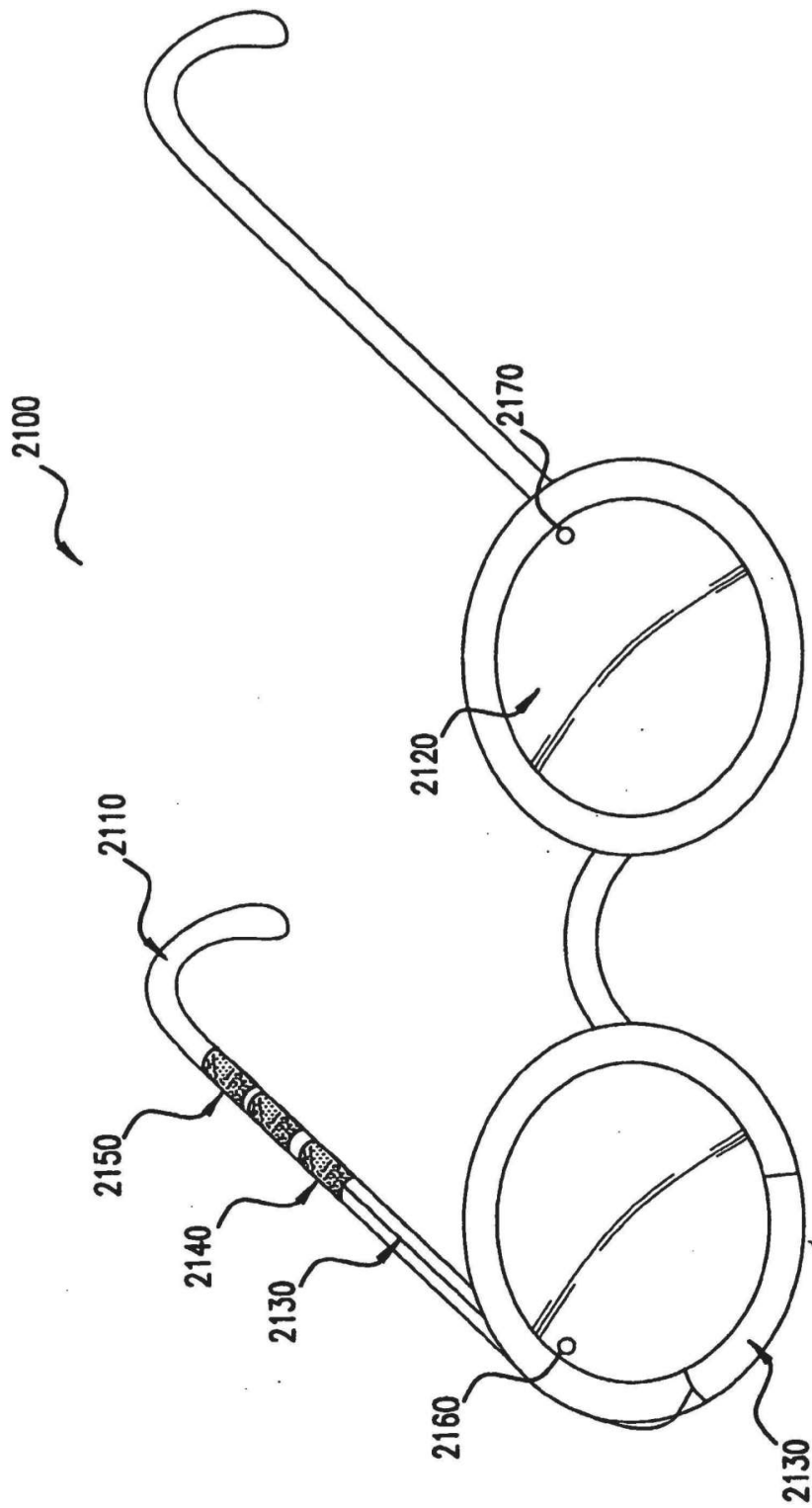


FIG. 21

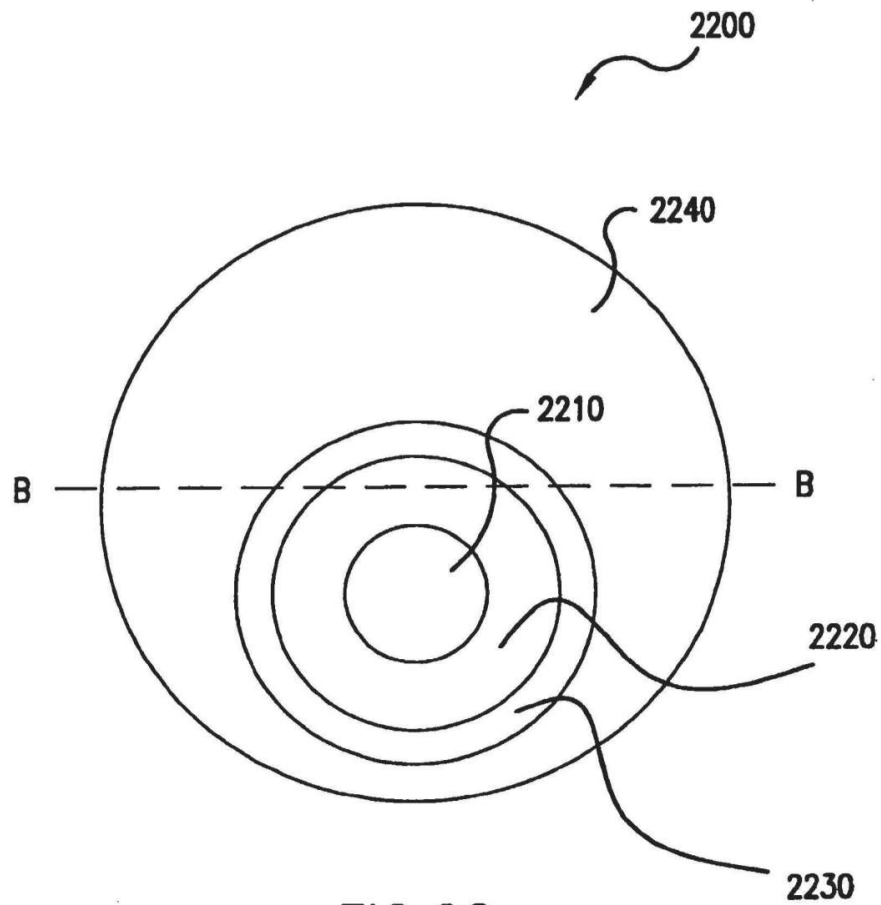
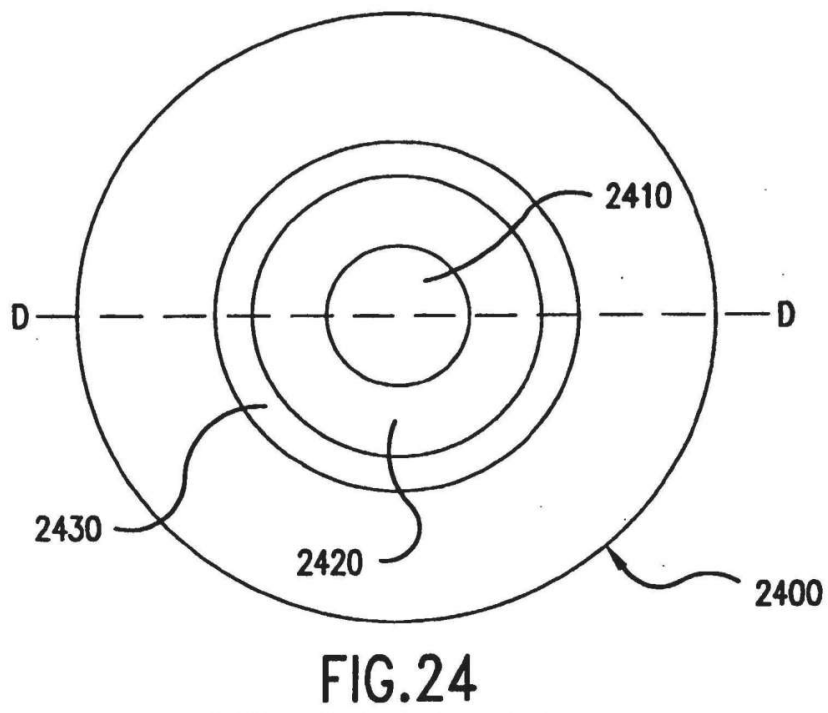
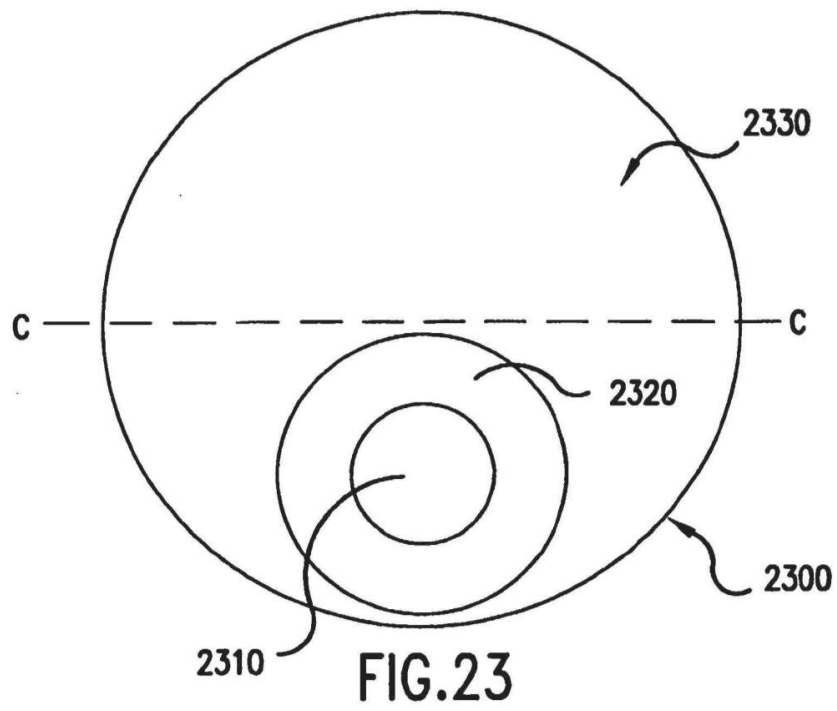
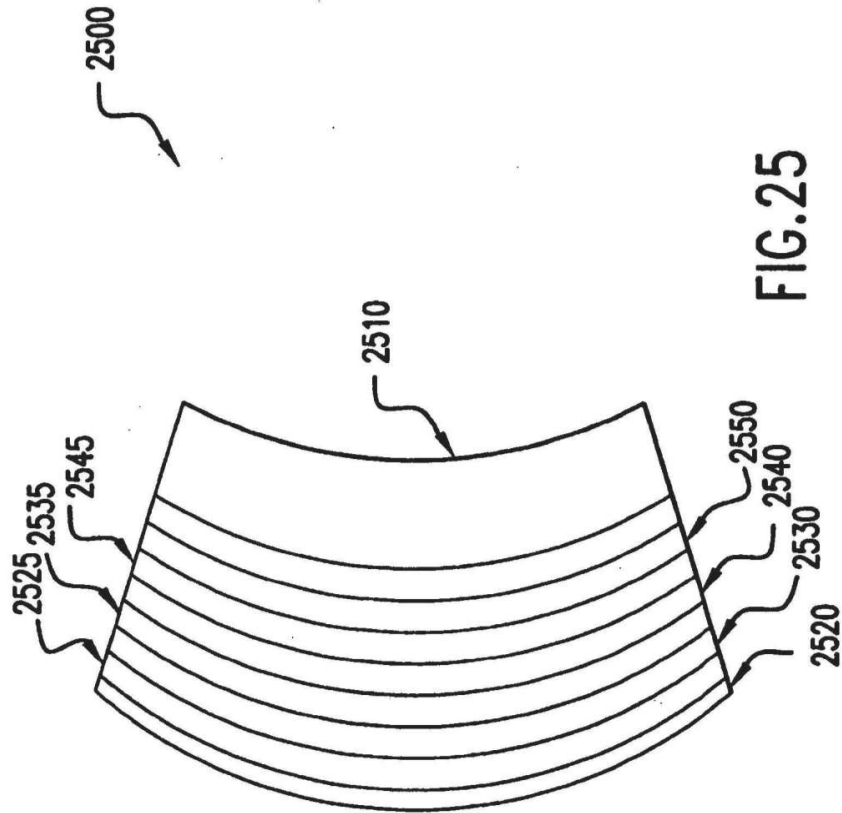


FIG. 22





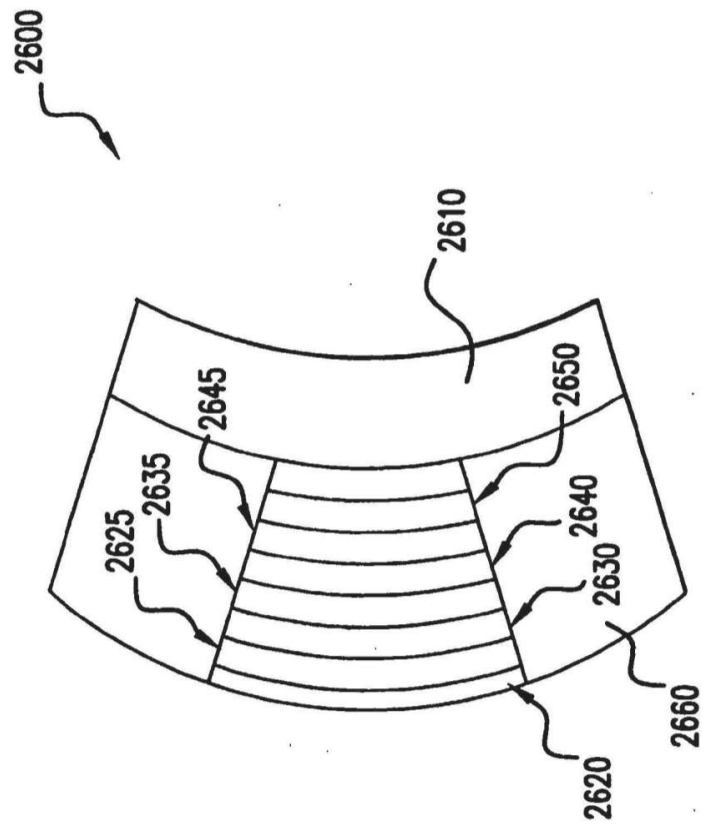


FIG. 26

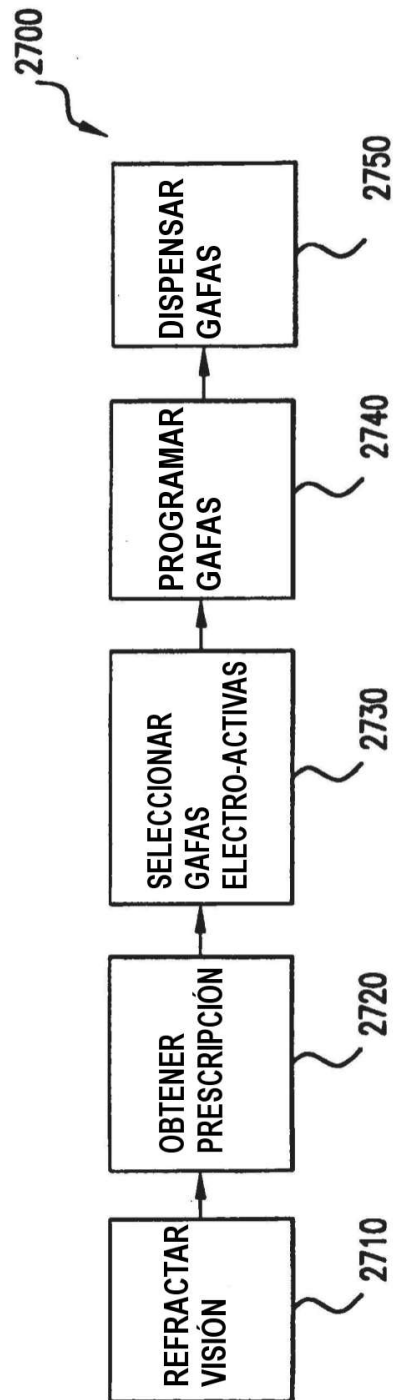


FIG.27

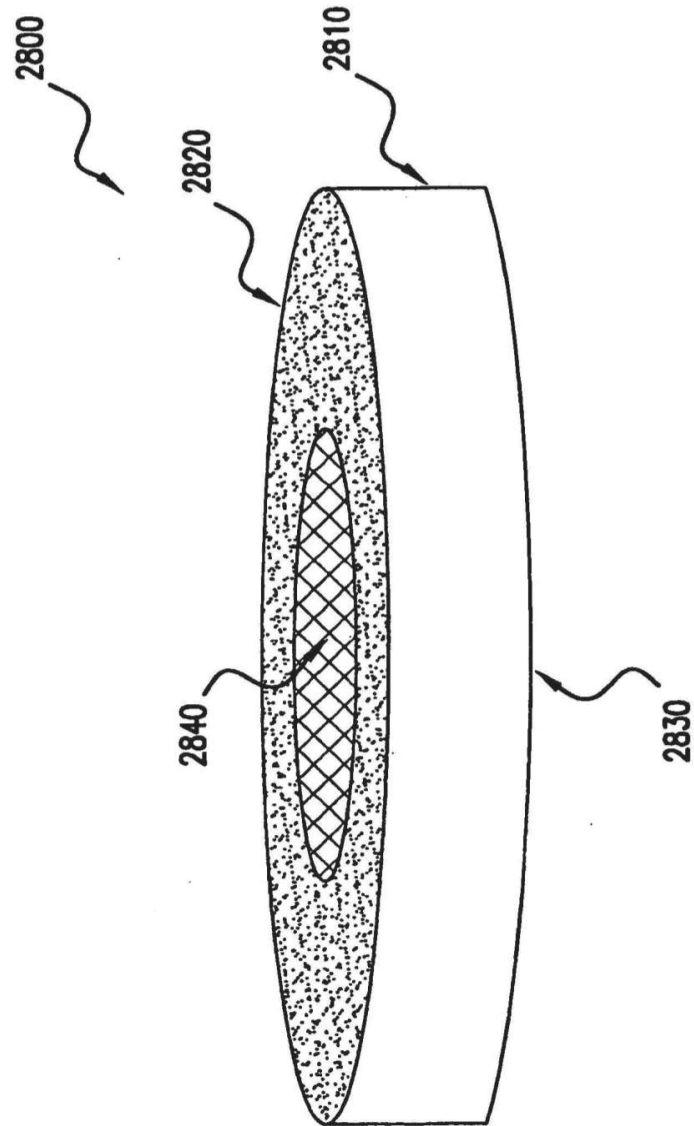


FIG.28