



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 341 222**

(51) Int. Cl.:
A61N 1/05 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **01928985 .9**

(96) Fecha de presentación : **01.05.2001**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1278572**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **29.01.2003**

(54) Título: **Dispositivo de retina artificial con electrodos de estimulación y de retorno a tierra colocados en lados opuestos de la neurorretina y procedimiento de fijación.**

(30) Prioridad: **04.05.2000 US 564841**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.06.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.06.2010

(73) Titular/es: **IMI Intelligent Medical Implants AG.**
Gotthardstrasse 3
6304 Zug, CH

(72) Inventor/es: **Chow, Alan, Y. y**
Chow, Vincent, Y.

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 341 222 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

Dispositivo de retina artificial con electrodos de estimulación y de retorno a tierra colocados en lados opuestos de la neurorretina y procedimiento de fijación.

Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a dispositivos médicos. Más particularmente, la presente invención se refiere a un dispositivo médico de retina artificial y a un procedimiento para estimular eléctricamente de manera más eficiente y con mayor resolución, células neurorretinales en retinas parcialmente dañadas para producir visión artificial. La invención provee eficiencia y resolución mejoradas del dispositivo, al utilizar estimulación de corriente eléctrica transretinal provista por electrodos de estimulación y de retorno a tierra que se colocan en lados opuestos de la neurorretina.

Antecedentes de la invención

Una variedad de enfermedades de retina ocasionan pérdida de visión o ceguera, por destrucción de las capas vasculares del ojo que incluyen la coroides y coriocapilar, y las capas retinales externas, que incluyen la membrana de Bruch y epitelio de pigmento retinal. La pérdida de estas capas, con frecuencia está acompañada por degeneración de la porción externa de la neurorretina, típicamente la capa fotorreceptora. Pueden quedar restos variables de la neurorretina conservados, compuestos por la capa nuclear externa, plexiforme externa, nuclear interna, plexiforme interna, de capas de fibras nerviosas y células ganglionares.

Los esfuerzos anteriores conocidos para producir visión mediante estimulación eléctrica retinal utilizaban disposiciones de electrodos de estimulación con su electrodo de retorno a tierra o electrodos dispuestos ya sea completamente en el lado epirretinal o subretinal de la neurorretina. Se conocen ejemplos de tales dispositivos a partir de las patentes de los Estados Unidos nº 4.628.933 y 5.895.415. La colocación de electrodos estimulantes o de retorno a tierra juntos de esta manera, dio como resultado estimulación ineficiente de la neurorretina debido a que el campo eléctrico no fue forzado directamente a través de la neurorretina.

La resolución también se degradó debido a dispersión difusa de cada campo eléctrico del electrodo de estimulación.

Breve descripción de las realizaciones preferidas

La presente invención proporciona un dispositivo de retina artificial para estimular eléctricamente una neurorretina de un ojo para producir visión artificial como se expone en la reivindicación 1. Las características preferidas de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

El dispositivo de retina artificial de esta invención, de preferencia está compuesto de dos unidades básicas, la unidad de electrodo de estimulación y la unidad de electrodo de retorno a tierra. En una realización, las dos unidades están física y eléctricamente continuas, o física y eléctricamente conectadas mediante un conductor de tipo cola aislado que en algunas realizaciones soporta, coloca, y alinea las dos unidades en lados opuestos de la neurorretina con relación uno al otro. La unidad de electrodo de estimulación, es por ejemplo un disco de silicio de 3 mm de diámetro y 25 micrómetros de espesor, y está comprendida por subunidades de microelectrodos de estimulación separados. De preferencia, la unidad de electrodo de estimulación tiene una unidad de electrodos de retorno a tierra que se extiende desde un borde, comprendido por una cola de silicio con un conductor aislado que conduce al electrodo de retorno a tierra en su punta. Las subunidades de microelectrodos de estimulación de las unidades de electrodos de estimulación suministran corriente generada por uno o más microfotodiodos conectados, por ejemplo en serie y fabricados dentro de la subunidad. El número preferido de microfotodiodos por subunidad es de uno. En otras realizaciones, cada subunidad de microelectrodos de preferencia está fabricada sobre un nodo de una cinta de silicio en forma de disco, estando las subunidades separadas por áreas abiertas de la cinta. Las áreas abiertas de la cinta permiten que la alimentación y oxígeno de la circulación retinal externa se disperse hacia la neurorretina.

En la realización preferida, en el lado posterior de la unidad de electrodo de estimulación, es decir, el lado opuesto al lado de la luz incidental, un conductor común aislado está construido y dispuesto para conectar eléctricamente a tierra la subunidades de microelectrodos. El conductor de tierra común, de preferencia continúa a lo largo de la extensión de la unidad de electrodo de retorno a tierra y termina en un electrodo de retorno a tierra expuesto en o cerca de la punta de la unidad de electrodo de retorno a tierra, y está dispuesto en la cavidad vítrea. La punta del electrodo de retorno a tierra expuesto en la cavidad vítrea permite que el campo eléctrico generado por las subunidades de microelectrodos en el espacio subretinal estimulen transretinalmente la neurorretina.

En una segunda realización, una cola adicional con un conductor incrustado y una punta de electrodo está conectada a la punta del electrodo de tierra de la unidad de electrodo de tierra para extender adicionalmente la ubicación del electrodo de tierra en la cavidad vítrea.

En una tercera realización, el conductor de la unidad de electrodo de tierra está eléctricamente conectado con un fotodiodo o fotodiodos de polarización adicional para incrementar el voltaje y corriente generados por el dispositivo.

En este último caso, el electrodo de tierra del dispositivo, de preferencia está dispuesto en el fotodiodo o fotodiodos de polarización adicional dispuestos en la cavidad vítrea.

En una cuarta realización, el fotodiodo o fotodiodos de polarización están colocados en la bolsa capsular de lente del ojo después de remoción quirúrgica del núcleo de lente y material cortical.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica al hacer referencia a la descripción detallada y dibujos, en los cuales:

La figura 1A es una proyección horizontal de una realización preferida que muestra la unidad de electrodo de estimulación y la unidad de electrodo de retorno a tierra.

La figura 1B es una vista lateral de la figura 1A que muestra la unidad de electrodo de estimulación y la unidad de electrodo de retorno a tierra.

La figura 2A es una proyección horizontal de la extensión de cola de las realizaciones preferidas, que se acopla física y eléctricamente a la unidad de electrodo de retorno a tierra de las figuras 1A y 1B para extender adicionalmente la ubicación del electrodo de retorno a tierra en la cavidad vítrea del ojo.

La figura 2B es una vista transversal de la extensión de cola de las realizaciones preferidas.

La figura 3 es una vista en perspectiva que muestra la extensión de cola de las figuras 2A y 2B fija a la unidad de electrodo de retorno a tierra de las figuras 1A y 1B.

La figura 4 es una vista en perspectiva de otra realización, que muestra la unidad de electrodo de estimulación fabricada como una cinta de silicio circular para permitir que la alimentación fluya entre la coroides y la neuroretina, y las subunidades de electrodo de estimulación fabricadas en los nodos de intersección de la cinta.

Las figuras 4A y 4B son proyecciones horizontales y transversales amplificadas respectivamente de la realización de la figura 4 en donde las subunidades de electrodo de estimulación de la unidad de electrodo de estimulación está cada una constituida por tres microfotodiodos eléctricamente conectados en serie para incrementar la salida de voltaje de cada subunidad de electrodo de estimulación.

La figura 5 es una vista transversal de las figuras 1A y 1B, en el ojo con una unidad de electrodo de estimulación en el espacio subretinal y un electrodo de retorno a tierra de la unidad de electrodo de retorno a tierra expuesto en la cavidad vítrea.

La figura 6 es una vista transversal del dispositivo de la figura 5 con la extensión de cola unida de las figuras 2A y 2B.

La figura 7 es una vista transversal de otra realización, que muestra el dispositivo de las figuras 1A y 1B con una unidad de estimulación de electrodo implantada en el espacio subretinal y un bucle de electrodo de retorno a tierra de la unidad de electrodo de retorno a tierra dispuesto en la cavidad vítrea.

La figura 8 es una vista transversal de otra realización preferida, que muestra el dispositivo de las figuras 1A y 1B con una unidad de electrodo de estimulación implantada en el espacio subretinal y una extensión de cola que se conecta eléctricamente a un fotodiodo de polarización dispuesto en la cápsula de lente del ojo, el fotodiodo de polarización contiene la ubicación extendida del electrodo de retorno a tierra, y el fotodiodo de polarización provee voltaje y/o corriente adicional a la unidad de estimulación de electrodo en el espacio subretinal.

La figura 9 es una vista transversal de otra realización, que muestra el dispositivo de las figuras 1A y 1B con su unidad de electrodo de estimulación implantada en el espacio subretinal y una extensión de cola que se conecta eléctricamente a un fotodiodo de polarización dispuesto frente al iris, en la cámara anterior del ojo, el fotodiodo de polarización contiene la ubicación extendida del electrodo de retorno a tierra, y el fotodiodo de polarización provee voltaje y/o corriente adicional para la unidad de estimulación de electrodo en el espacio subretinal.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Haciendo referencia a los dibujos, como se muestra en las figuras 1A y 1B, la realización preferida del dispositivo retinal 10 tiene una unidad de electrodo de estimulación 12 y una unidad de electrodo de retorno a tierra curvo 16 configurado para implantación en un ojo, de modo que el dispositivo retinal puede ser colocado completamente dentro del ojo y estimular lados opuestos o substancialmente opuestos de la neuroretina. Los dos componentes 12 y 16 de preferencia están físicamente fabricados sobre un sustrato sencillo de pastilla de silicio delgado 11, pero pueden ser fabricados por separado y luego ser unidos. La unidad de electrodo de estimulación 12 incluye una disposición

de subunidades de electrodos de estimulación 22 cada una compuesta de una o más fuentes eléctricas tales como un fotodetector o fotodetectores. En una realización preferida, los fotodetectores pueden ser implementados como microfotodiodos 23a eléctricamente conectados, por ejemplo, en serie.

5 Un electrodo de estimulación 23b hace contacto por lo menos con una de células individuales, grupos de células, porciones de células y fibras nerviosas de la neurorretina. El electrodo de retorno a tierra 14, de preferencia está dispuesto en o cerca de la punta de la unidad de electrodo de retorno a tierra 16. El electrodo de estimulación 23b y electrodo de retorno a tierra 14 se disponen en lados opuestos de una neurorretina, o si la neurorretina está parcialmente omitida o dañada, entonces en lados opuestos del resto de la neurorretina. En una realización pretendida, el electrodo de estimulación, 23b está dispuesto en un espacio subretinal de la neurorretina y el electrodo de retorno a tierra 14 está dispuesto sobre un lado epirretinal de la neurorretina. En otra realización, las posiciones están invertidas, con el electrodo de retorno a tierra 14 estando dispuesto en el espacio subretinal de la neurorretina y el electrodo de estimulación 23b estando dispuesto en el lado epirretinal de la neurorretina.

15 También como se muestra en las figuras 1A y 1B, los componentes ejemplares de la realización preferida del dispositivo retinal 10 incluyen el sustrato de silicio delgado 11, unidad de electrodo de estimulación 12, subunidades de electrodo de estimulación 22, microfotodiodos 23a eléctricamente conectados por ejemplo, en serie, dentro de las subunidades de electrodo de estimulación 22 y un electrodo de estimulación de iridio/óxido de iridio 23b de las subunidades de electrodo de estimulación 22. Los microfotodiodos 23a u otra fuente eléctrica, de preferencia proveen estimulación a la neurorretina desde los lados subretinales y de la cavidad vítrea del ojo. Alternativamente la fuente eléctrica podría proveer estimulación desde el exterior del ojo en respuesta a luz incidental. Por ejemplo, la fuente eléctrica podría enviar señales proporcionales a luz incidental detectada a través de cableado hacia el espacio subretinal y cavidad vítrea del ojo. En otra realización, la fuente eléctrica puede transmitir una señal de una manera inalámbrica al ojo utilizando por ejemplo, radiofrecuencia (RF) para enviar señales a una bobina localizada en el ojo que está en comunicación con los electrodos de estimulación y de tierra. Otros mecanismos conocidos también se pueden utilizar para proveer energía eléctrica al ojo en respuesta a luz incidental.

También incluida con la unidad de electrodo de retorno a tierra 16, se encuentra una capa de tensión de nitrato de silicio 17 que de preferencia, configura la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 en una forma generalmente curva para dirigir la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 hacia la cavidad vítrea. Aunque una curva dirige la unidad de electrodo de tierra 16 hacia la cavidad vítrea, se pueden utilizar otras formas, tales como un electrodo de tierra sesgado, para realizar la misma función, pero puede ser más difícil de fabricar. El electrodo de retorno a tierra 14 de preferencia está producido de un óxido de iridio/iridio e incluye una capa de adhesión de titanio 14a y un tubo P+ 14b dispuesto debajo de una capa de adhesión de titanio 14a para permitir contacto eléctrico con el sustrato de silicio impurificado 11. El dispositivo retinal 10 también incluye de preferencia una capa de dióxido de silicio 15 que aísla la unidad de electrodo de estimulación 12 y unidad de electrodo de retorno a tierra 16.

Como se muestra en las figuras 1A y 1B, la unidad de electrodo de estimulación 12 incluye una pluralidad de subunidades de electrodos de estimulación 22 que tienen uno o más microfotodiodos 23a eléctricamente conectados, por ejemplo, en serie dentro de cada subunidad de electrodo 22. El número preferido de microfotodiodos 23a es una unidad por subunidad de microelectrodo 22. Las capas del microfotodiodo son por ejemplo, de superficie de luz incidental, el electrodo de iridio/óxido de iridio 23b, capa de adhesión de titanio 23c, tubo N+ 23d, capa intrínseca 23e y el sustrato de silicio 11. Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden utilizar otras disposiciones, en donde las subunidades de microelectrodo sean subunidades capaces de generar corriente eléctrica.

45 También como se muestra en las figuras 1A y 1B, la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 de preferencia incluye un orificio de posicionamiento 24 que permite que el dispositivo retinal 10 sea colocado con instrumentos durante cirugía. La unidad de electrodo de retorno a tierra 16 en otra realización, incluye muescas 26 que permiten un ajuste seguro para uniones que tienen protuberancias correspondientes que se ajustan en las muescas 26, como se describe más adelante a detalle.

Como se muestra en las figuras 2A y 2B, se describe una extensión de cola 30 para fijación a la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 (mostrada en las figuras 1A y 1B) para extender la terminación eléctrica del electrodo de retorno a tierra 14 (mostrado en las figuras 1A y 1B), por ejemplo, hacia la cavidad vítrea. Se puede requerir de extensión adicional del electrodo de tierra hacia la cavidad vítrea para disminuir la inclinación indeseable del campo eléctrico que se desplaza desde el electrodo de estimulación hacia el electrodo de tierra. Dicho campo eléctrico inclinado es menos eficiente para estimular la neurorretina en comparación con un campo eléctrico que está dispuesto en una detección perpendicular a la superficie neurorretinal.

60 La figura 2A es una proyección horizontal y la figura 2B es una vista lateral de la extensión de cola 30. La unión de extensión de cola 30 está construida de un material biocompatible 31, tal como Parylene o un material biocompatible similar y de preferencia se fabrica con una curva. La unión de extensión de cola 30 también incluye un conductor incrustado 34, aislado por el material circundante 31, que termina en un electrodo de retorno a tierra de extensión de cola 32 en o cerca de un extremo de la unión de extensión de cola 30, de preferencia para ubicar el electrodo lo más lejos posible hacia la cavidad vítrea. El conductor 34 de la unión de extensión de cola 30 está diseñado para hacer contacto eléctricamente con el electrodo de retorno a tierra 14 cuando la unión de extensión de cola 30 está fija a la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 (mostrada en las figuras 1A y 1B). El electrodo de tierra de extensión de cola 32 de preferencia está constituido de iridio/óxido de iridio, u otro material de electrodo adecuado.

Haciendo referencia también a las figuras 1A y 1B, la unión de extensión de cola 30 tiene una bolsa 36 que se ajusta sobre la unidad de electrodo de tierra 16 para establecer contacto eléctrico con el electrodo de retorno a tierra 14. Dentro de la bolsa 36, se encuentran protuberancias 38 las cuales se ajustan en las muescas 26 de la unidad de electrodo de retorno a tierra 16. Las protuberancias 38 de preferencia están construidas de un material biocompatible, tal como Parylene o un material biocompatible similar. La unión de extensión de cola 30 incluye una ranura 40 que permite que el orificio de posicionamiento de la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 tenga acceso mediante un instrumento (no mostrado).

La figura 3 es una vista en perspectiva que muestra la extensión de cola 30 (mostrada en las figuras 2A y 2B) eléctricamente fija a la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 del dispositivo retinal 10. El conductor 34 de la extensión de cola 30 hace contacto con el electrodo de retorno a tierra 14 de la unidad de electrodo de retorno a tierra 16. La extensión de cola 30 de preferencia es curva para colocar su electrodo de retorno a tierra 32 en la cavidad vítrea del ojo. Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden utilizar otras formas de la extensión de cola siempre que la configuración coloque el electrodo de retorno a tierra en el vítreo del ojo. También se muestra la unidad de electrodo de estimulación 12.

La figura 4 es una vista en perspectiva de otra realización del dispositivo retinal 10 mostrado en las figuras 1A y 1B. Los componentes similares están marcados utilizando los mismos números de referencia seguidos por una letra. El dispositivo retinal 10A de la realización alternativa es similar al dispositivo retinal 10 de la realización preferida mostrado en las figuras 1A y 1B, excepto que la unidad de electrodo de estimulación 12a está fabricada como una cinta en forma de disco 17 para permitir que la alimentación Ruya entre, la coroides y la neurorretina, y las subunidades de electrodo de estimulación 22a están fabricadas en los nodos de intersección de la cinta 17. De preferencia, la cinta está fabricada de silicio y puede ser perforada. El dispositivo retinal 10a de la realización alternativa, es por lo tanto, similar al dispositivo retinal 10 de la realización preferida con la adición de aberturas nutriente fabricadas 13,

La figura 4A es una proyección horizontal ampliada, y la figura 4B es vista transversal tomada a través de la sección III-III de la figura 4A de una realización alternativa del dispositivo retinal 10a mostrado en la figura 4. Las subunidades de electrodos de estimulación 22a de la unidad de electrodo de estimulación 12a mostrado en la figura 4, están cada una compuestas de primeros, segundos y terceros microfotodiodos 24, 25, 26 eléctricamente conectados por ejemplo en serie dentro de la subunidad de electrodo de estimulación 22a para incrementar el voltaje de salida de cada subunidad de electrodo de estimulación 22a. Las subunidades de electrodo de estimulación 22a hacen contacto con un conductor de tierra común 28d a través de una almohadilla de contacto 28c.

De preferencia, el conductor de tierra común 28d y la almohadilla de contacto 28c se aíslan durante la fabricación, por ejemplo, mediante deposición de dióxido de silicio 29. Para efectos de claridad, de preferencia solamente las capas de uno de los fotodiodos conectados eléctricamente en serie están marcadas: en la capa N+ 24a, el sustrato de silicio de tipo N 24b, la capa intrínseca 24c, y la capa P+ 24d. Los conductores 27b, 28b de preferencia están depositados sobre capas de aislamiento de dióxido de silicio 27a, 28a, para conectar eléctricamente los microfotodiodos adyacentes 2-25, 26. Una capa aislante de dióxido de silicio 27c cubre el conductor 27b. El electrodo de estimulación 27 de cada subunidad de electrodo de estimulación 22a de preferencia está fabricado de iridio/óxido de indio depositado sobre una capa de adhesión de titanio. Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden utilizar otros materiales de electrodo, por ejemplo, metales nobles tales como platino y tantalio. El conductor de tierra común 28d de las subunidades de electrodo de estimulación 22a termina eléctricamente, por ejemplo, en o cerca del electrodo de retorno a tierra 14a de la unidad de electrodo de retorno a tierra 16a, mostrada en la figura 4.

La figura 5 es una vista transversal que muestra el dispositivo retinal 10 de la realización preferida de las figuras 1A y 1B implantado en el ojo 6 con la unidad de electrodo de estimulación 12 dispuesta en el espacio subretinal entre la neurorretina 50 y el epitelio de pigmento retinal 52, y la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 en la cavidad vítrea 54. Las imágenes de luz 56 entran al ojo 6 a través de la córnea 58 y lente 60 y son enfocados hacia la subunidad de electrodo de estimulación 12. Estímulos eléctricos en patrones son entonces generados por los microfotodiodos de las subunidades de electrodo 12 (figura 1A) que estimulan la neurorretina de cubierta 50 en el patrón de la imagen. Para propósitos de referencia, otras estructuras del ojo 6 que se muestran son un iris 62, una esclerótica 64 y un nervio óptico 66.

La figura 6 muestra una vista transversal de un dispositivo retinal 10b de la realización alterna, que incluye el dispositivo retinal 10 de la realización preferida como se describe en las figuras 1A y 1B y otras características. El dispositivo retinal 10b de la realización alterna incluye la unidad de electrodo de estimulación 12 dispuesta en el espacio subretinal entre la neurorretina 50 y el epitelio de pigmento retinal 52, y la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 en la cavidad vítrea 54, con extensión de cola unida 30 de las figuras 2A y 2B. Un propósito de la extensión de cola 30 es extender adicionalmente de manera eléctrica la ubicación del electrodo de retorno a tierra hacia la cavidad vítrea 54 para evitar inclinación del campo eléctrico transretinal entre la unidad de electrodo de estimulación 12 y la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 a medida que el campo eléctrico atraviesa la neurorretina 50. Un campo eléctrico no inclinado que es perpendicular a la superficie que mira hacia el vítreo de la neurorretina estimula de manera eficiente las células retinales restantes. Para propósitos de referencia, otros elementos y estructuras del ojo que se muestran son la córnea 58, iris 62, lente 60, esclerótica 64, nervio óptico 66 y las imágenes de luz incidental 56.

La figura 7 muestra una vista transversal de otra realización del dispositivo retinal 10c que incluye el dispositivo retinal 10 de la realización preferida como se describe en las figuras 1A y 1B y otras características. La unidad de

electrodo de estimulación 12 está dispuesta en el espacio subretinal entre la neurorretina 50 y el epitelio de pigmento retinal 52, y la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 esté dispuesta en la cavidad vítrea 54, incluyendo una extensión de cola 30a que tiene un electrodo de tierra generalmente en bucle. Aunque la unidad de electrodo de estimulación 12 de preferencia está colocada en el espacio subretinal con la unidad de electrodo de retorno a tierra 16 colocada en la cavidad vítrea, en otras realizaciones, se puede invertir el posicionamiento de la unidad de electrodo de estimulación 12 y unidad de electrodo de tierra 16.

Un propósito del electrodo de bucle de la extensión de cola 30a, es extender adicionalmente de manera eléctrica la ubicación del electrodo de retorno a tierra hacia la cavidad vítrea 54 y de una manera regular. Un electrodo de tierra dispuesto de manera regular en la cavidad vítrea con relación a la disposición de electrodo de estimulación retinal, ayuda en el mantenimiento de un campo eléctrico de estimulación transretinal en una dirección perpendicular con relación a la superficie neurorretinal. Dicha alineación del campo eléctrico con relación a la superficie neurorretinal estimula de manera eficiente la neurorretina, en comparación por ejemplo, con un campo eléctrico transretinal que está inclinado hacia la superficie neurorretinal. Para propósitos de referencia, otros elementos y estructuras del ojo que se muestran son la córnea 58, iris 62, lente 60, esclerótica 64, nervio óptico 66, y las imágenes de luz incidental 56.

La figura 8 muestra una vista transversal de un dispositivo retinal 10d de otra realización que incluye el dispositivo retinal 10 de la realización preferida como se describe en las figuras 1A y 18, incluyendo la extensión de cola unida 30b. La extensión de cola se conecta eléctricamente por lo menos con un fotodiodo de polarización 30c dispuesto en la cápsula de lente 60b del ojo 6, el fotodiodo de polarización 30c contiene la ubicación extendida del electrodo de retorno a tierra 32b. El fotodiodo de polarización 30c provee voltaje y/o corriente adicional a la unidad de estimulación de electrodo 12 en el espacio subretinal. El voltaje de estimulación adicional y la corriente resultante pueden ser requeridos para estimular retinas dañadas de manera más severa en comparación con retinas dañadas de manera menos severa. El fotodiodo de polarización, el cual también puede ser una serie de fotodiodos 30c, están eléctricamente conectados juntos en una configuración en serie o paralela, como se conoce en la técnica, para proveer el voltaje y/o corriente incrementado. Para propósitos de referencia, otros elementos y estructuras del ojo 6 que se muestran son la córnea 58, iris 62, esclerótica 6-4, neurorretina 50, epitelio de pigmento retinal 52, nervio óptico 66, y las imágenes de luz incidental 56.

La figura 9 muestra una vista transversal de un dispositivo retinal 10e de otra realización que incluye el dispositivo retinal 10 de la realización preferida como se describe en las figuras 1A y 1B, y una extensión de cola unida 30d que se conecta eléctricamente por lo menos con un fotodiodo de polarización 30e, de preferencia dispuesto al frente del iris 62 del ojo 6. La colocación de por lo menos un fotodiodo de polarización en esta ubicación, permite que todo el fotodiodo de polarización sea expuesto a la luz, en comparación con un fotodiodo de polarización dispuesto detrás del Iris. El fotodiodo de polarización 30e contiene la ubicación extendida del electrodo de retorno a tierra 32c, y el fotodiodo o fotodiodos de polarización 30e para proveer voltaje y/o corriente adicional a la unidad de estimulación de electrodo 12 en el espacio subretinal. El fotodiodo o fotodiodos de polarización 30e eléctricamente conectados juntos en una configuración en serie o paralela para proveer voltaje y/o corriente incrementados, como se conoce en la técnica. Para propósitos de referencia, otros elementos y estructuras del ojo 6 que se muestran son la córnea 58, lente 60, esclerótica 64, neurorretina 50, epitelio de pigmento retinal 52 y nervio óptico 66, y las imágenes de luz incidental 56.

Se entenderá que cambios y modificaciones a las realizaciones antes descritas serán evidentes para los expertos en la técnica y están contemplados. Por lo tanto, se pretende que la descripción detallada anterior se considere como ilustrativa más que limitativa, y que se entienda que las siguientes reivindicaciones que incluyen todos los equivalentes, pretenden definir el espíritu y alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de retina artificial (10) para estimular eléctricamente una neurorretina de un ojo y producir visión artificial, comprendiendo el dispositivo de retina artificial (10):

una fuente eléctrica;

al menos un electrodo de estimulación (23b, 27) conectado con la fuente eléctrica; y

al menos un electrodo de retorno a tierra (14, 14a) conectado con la fuente eléctrica,

caracterizado porque el electrodo de estimulación (23, 27) y electrodo de retorno a tierra (14, 14a) están configurados para estar dispuestos en los lados opuestos de la neurorretina.

2. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual la fuente eléctrica es un fotodetector (23a, 24-26).

3. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 2, en el cual el fotodetector (23a, 24-26) es un reticulado de microfotodiodos.

4. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual electrodo de estimulación (23b, 27) está configurado para posicionarse en un espacio subretinal de la neurorretina.

5. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para posicionarse en un lado epirretinal de la neurorretina.

6. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1 en el cual el al menos un electrodo de estimulación (23b) comprende una pluralidad de electrodos de estimulación (22) configurados en un reticulado (12).

7. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 6, en el cual el reticulado de electrodos de estimulación (12) se fabrica sobre una cinta (17).

8. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 7, en el cual la cinta (17) comprende una pluralidad de perforaciones (13).

9. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 7, en el cual la cinta (17) comprende silicio.

10. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 7, en el cual la cinta (17) comprende un material biocompatible que se materializa en una cinta.

11. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual al menos un electrodo de retorno de tierra (14, 14a) está fabricado sobre una cinta.

12. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 11, en el cual la cinta comprende silicio.

13. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto en una cavidad vítrea del ojo.

14. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto en una cápsula de lente de un ojo.

15. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto en una cámara anterior del ojo.

16. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 6, en el cual la fuente eléctrica comprende por lo menos un fotodetector y un dispositivo fotovoltaico, y por lo menos un electrodo de estimulación (23b, 27) del reticulado de electrodos de estimulación (12) recibe voltaje y corriente desde por lo menos un fotodetector correspondiente y dispositivos fotovoltaicos de la fuente eléctrica,

17. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 16, en el cual el fotodetector y el dispositivo fotovoltaico están dispuestos próximos uno al otro adyacentes al electrodo de estimulación (23b).

18. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 17, en el cual el fotodetector y el dispositivo fotovoltaico y electrodo de estimulación (23b, 27) están configurados para estar dispuestos sobre un lado epirretinal o subretinal de la neurorretina, de modo que las imágenes enfocadas hacia el ojo produzcan un área de estimulación del fotodetector y dispositivos fotovoltaicos que asemejan las imágenes enfocadas.

ES 2 341 222 T3

19. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 16, en el cual al menos un fotodiodo de polarización (30c) está eléctricamente conectado a la disposición del electrodo de estimulación (12) para proveer por lo menos uno de voltaje y corriente adicional a la disposición de electrodo de estimulación (12).
- 5 20. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 19, en el cual el al menos un fotodiodo de polarización (30c) está configurado para estar dispuesto por lo menos en uno de una cavidad vítrea posterior a una cápsula de lente, dentro de la cápsula de lente, detrás de un iris y frente al iris de un ojo.
- 10 21. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 20, en el cual se provee una voltaje y una corriente adicional a los electrodos de estimulación (12) al conectar eléctricamente por lo menos uno de los fotodiodos de polarización (30c) a por lo menos uno del fotodetector y fotodispositivos fotovoltaicos.
- 15 22. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 16, en el cual la disposición de por lo menos uno de un fotodetector y dispositivo fotovoltaico están configurados para estar dispuestos en un espacio subretinal de la neurorretina.
- 20 23. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual electrodo de estimulación (23b, 27) está configurado para hacer contacto por lo meno con uno de células individuales, grupos de células, porciones de células y fibras nerviosas de la neurorretina.
24. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual los electrodos de estimulación (23b, 27) están configurados para estar dispuesto de manera cercana de, pero sin tocar, un lado epirretinal de la neurorretina.
- 25 25. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto entre una capa coriocapilar y un epitelio de pigmento retinal.
26. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto entre la esclerótica y la coroides.
- 30 27. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto sobre una superficie esclerótica en el exterior del ojo.
- 35 28. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual por lo menos uno de los electrodos de estimulación y de retorno a tierra (23b, 27; 14, 14a) está configurado para estar dispuesto en el lado epirretinal de la neurorretina y está soportado y colocado por una extensión rígida desde la porción del dispositivo (10) colocado en el lado opuesto de la neurorretina.
- 40 29. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 28, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto entre una capa coriocapilar y un epitelio de pigmento retinal.
30. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 28, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto entre la esclerótica y la coroides.
- 45 31. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 28, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto sobre una superficie esclerótica en el exterior del ojo.
32. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 28, en el cual los electrodos de estimulación (23b, 27) están configurados para estar en contado con el lado epiterrinal de la neurorretina.
- 50 33. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 32, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto entre una capa coriocapilar y un epitelio de pigmento retinal.
34. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 32, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto entre la escarótica y la coroides.
- 55 35. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 32, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto sobre una superficie esclerótica en el exterior del ojo
- 60 36. Dispositivo (10) de conformidad con la reivindicación 1, en el cual el electrodo de retorno a tierra (14, 14a) está configurado para estar dispuesto en un lado del espacio subretinal de la neurorretina.

FIG. 1A

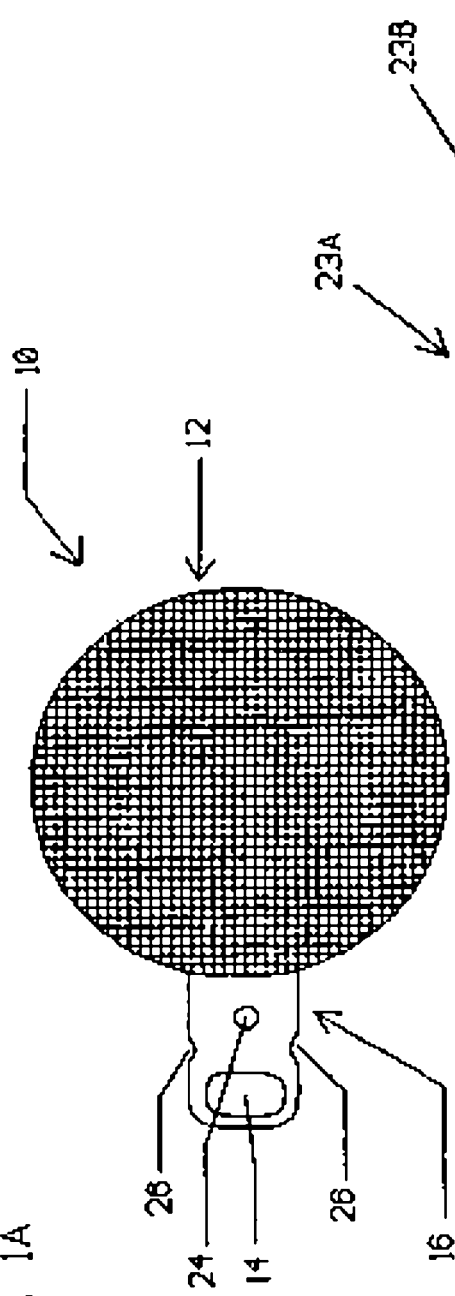
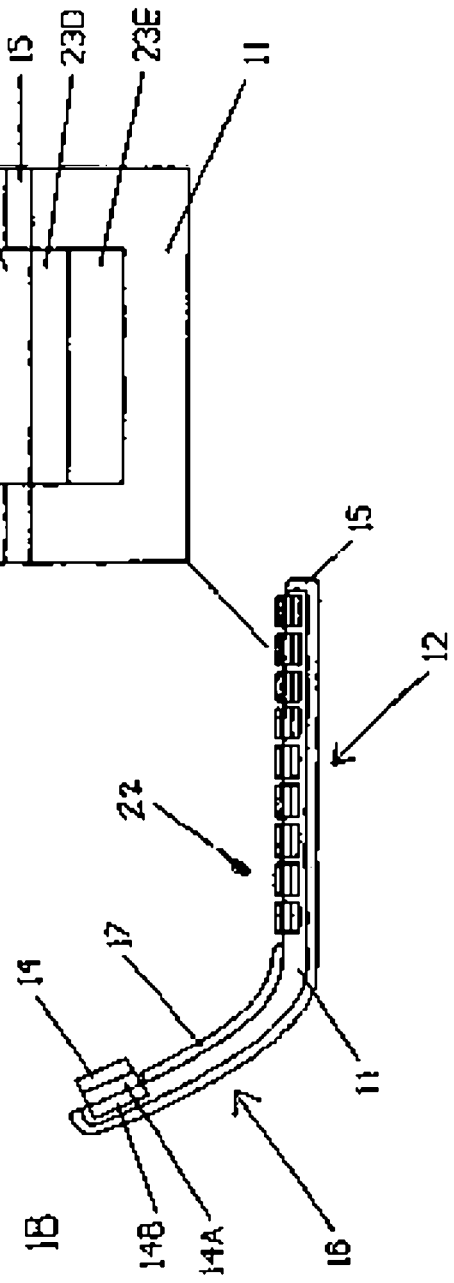
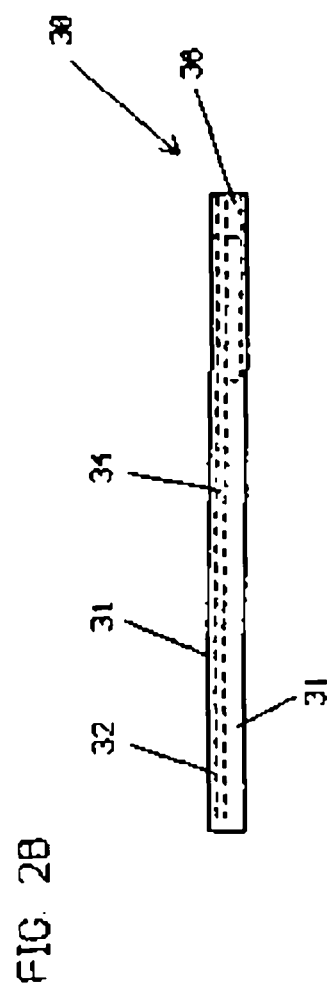
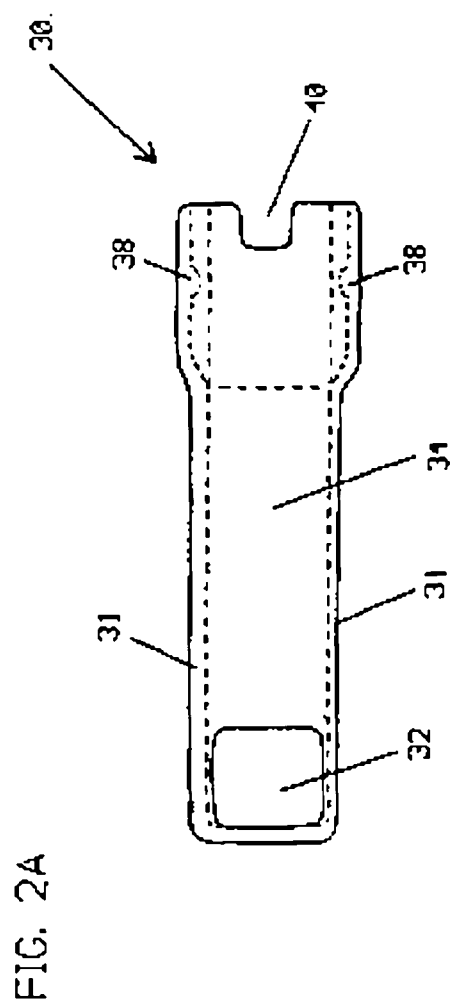
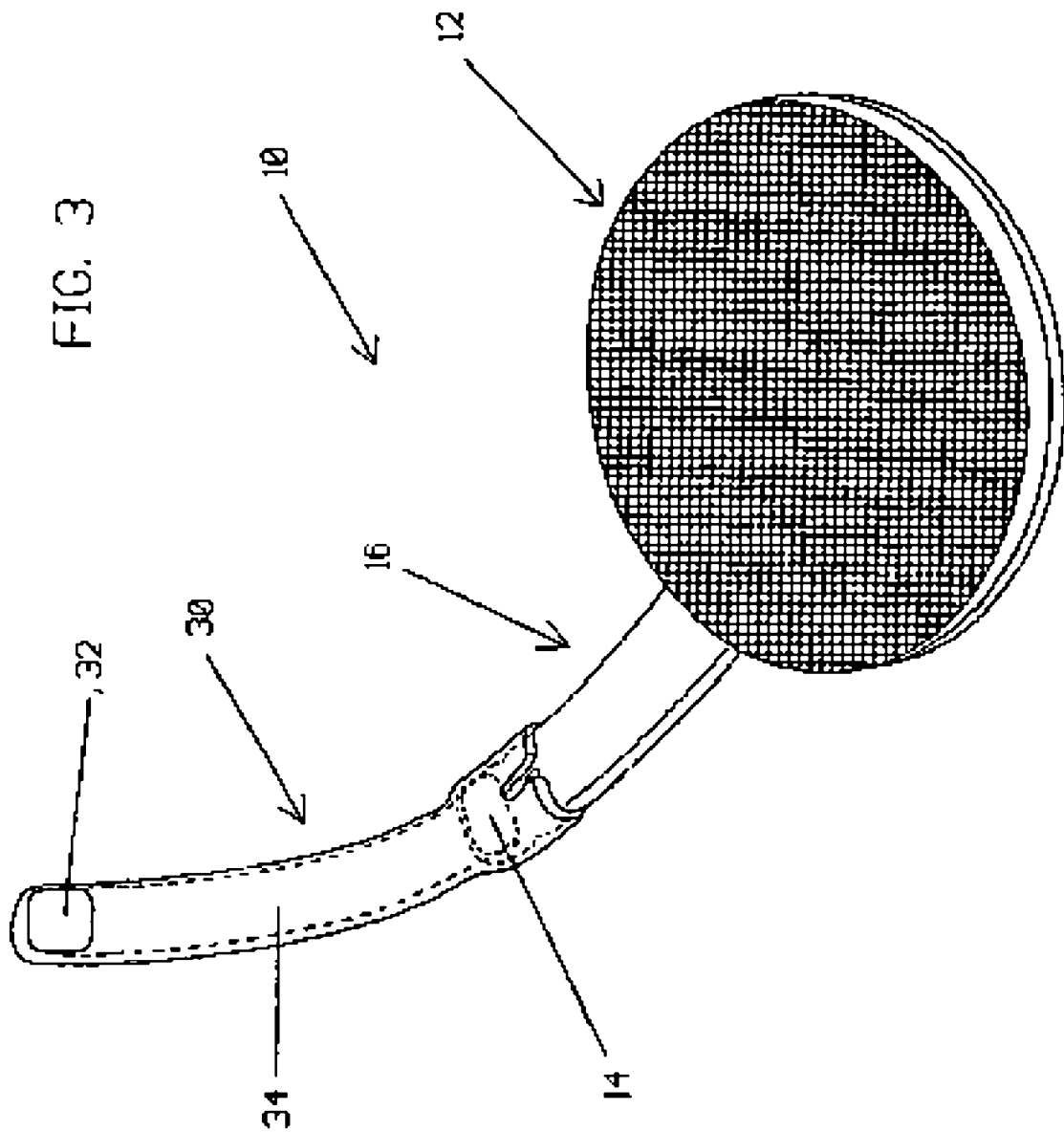


FIG. 1B







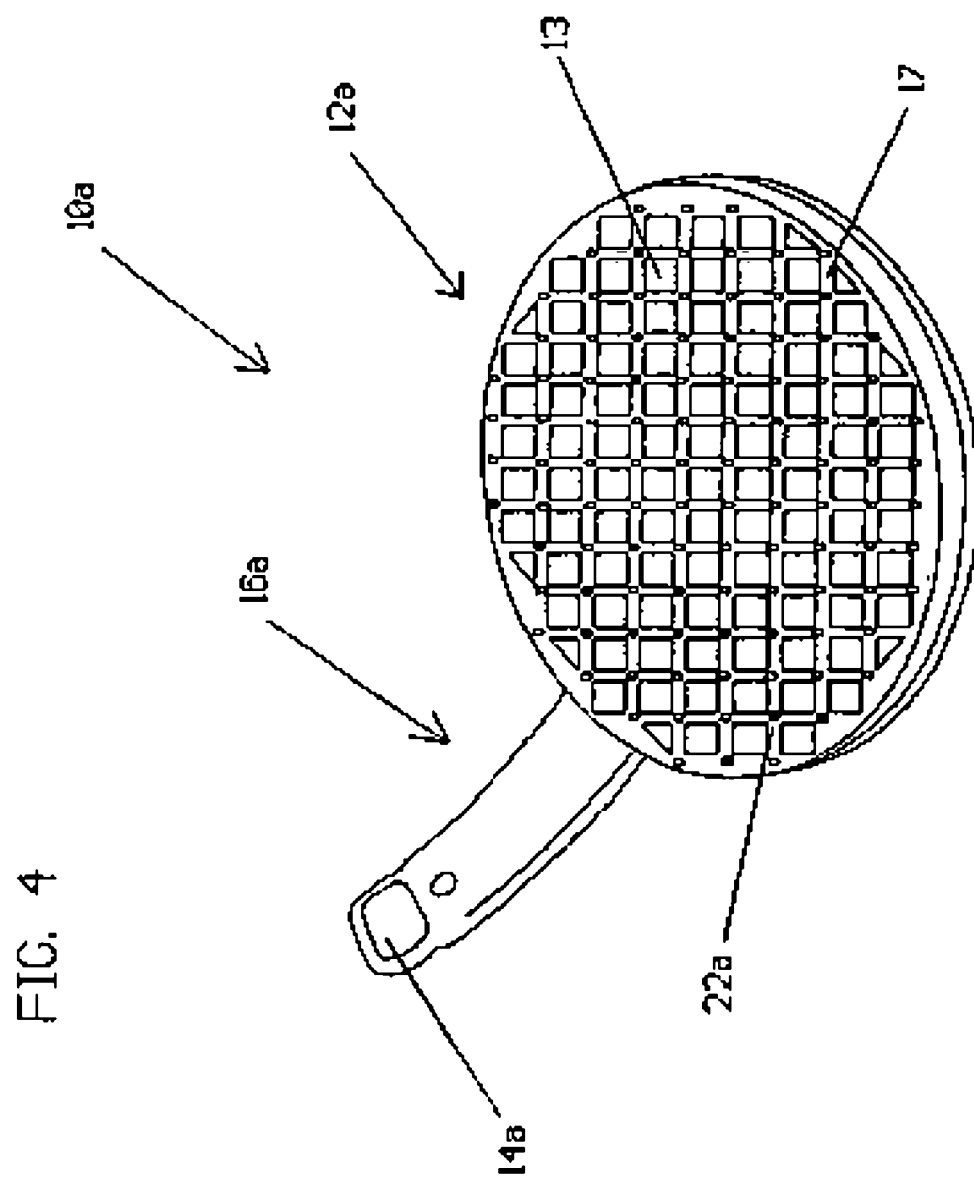


FIG. 4A

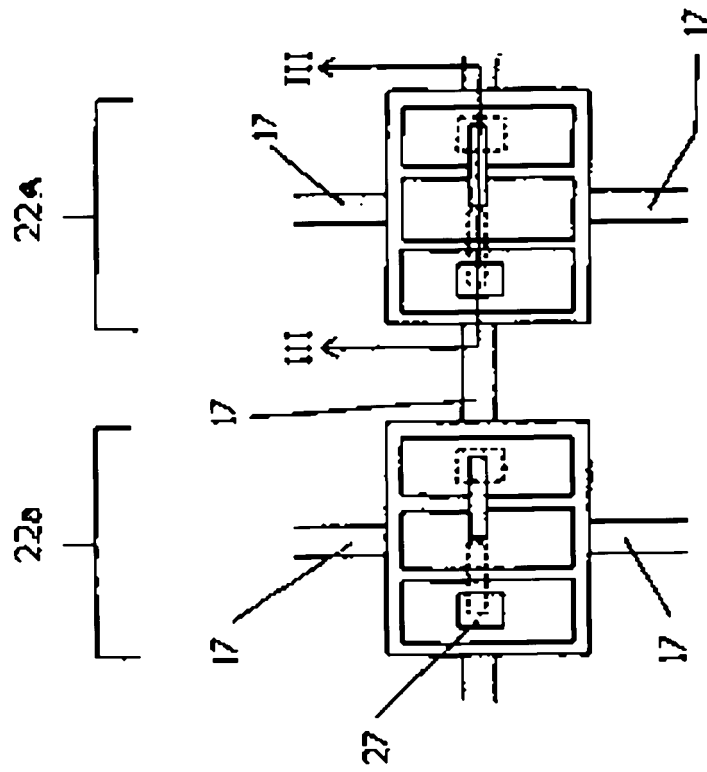


FIG. 4B

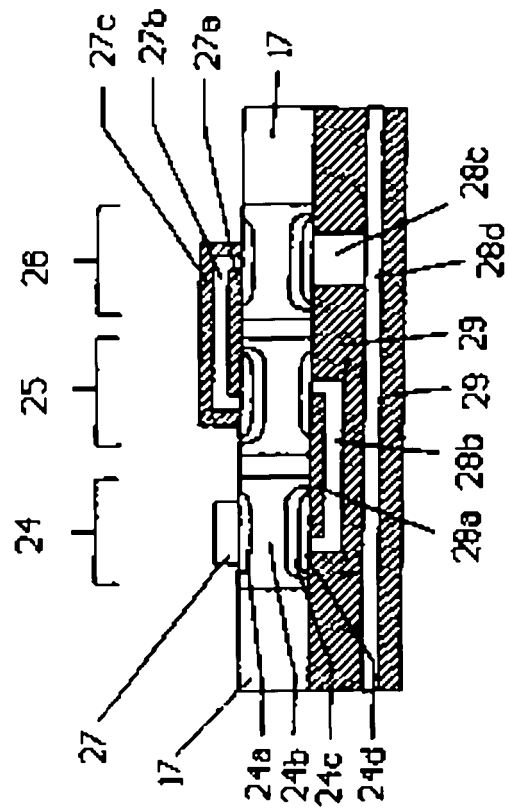
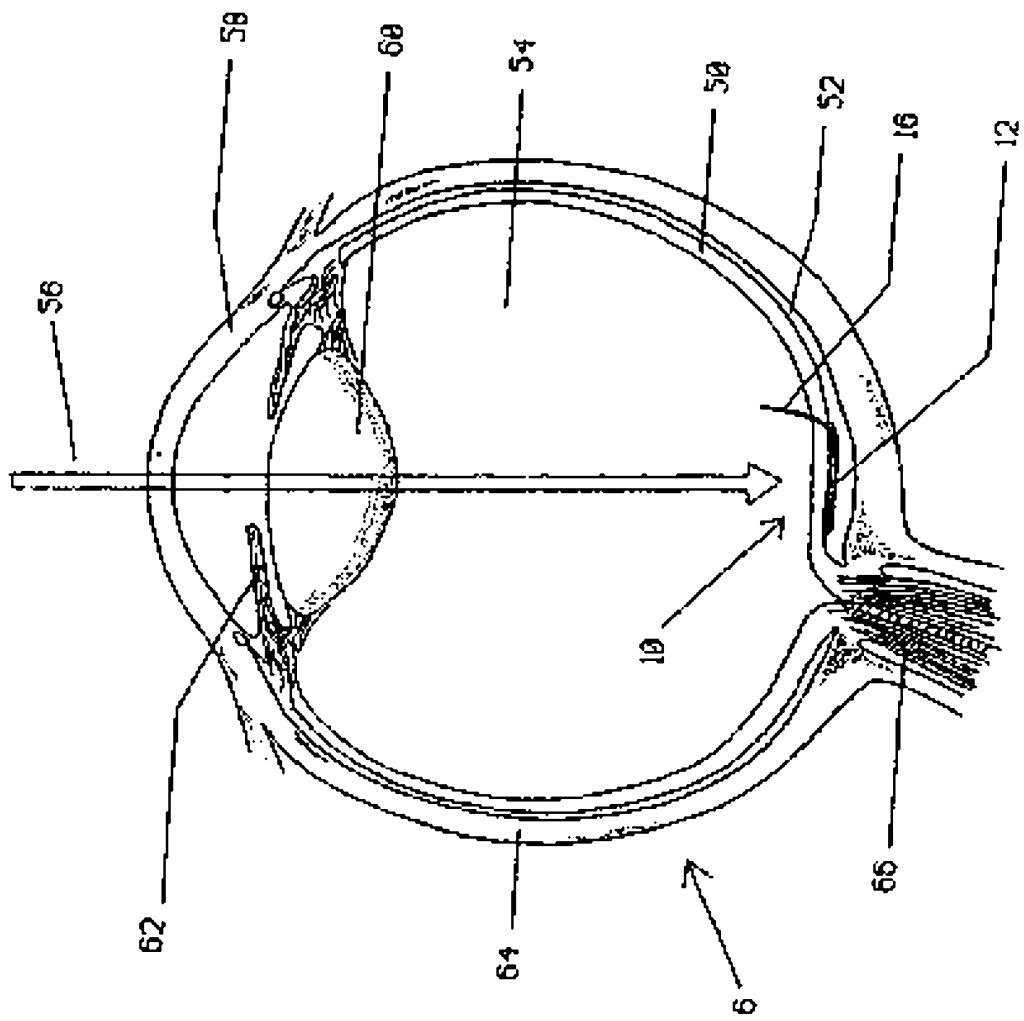


FIG. 5



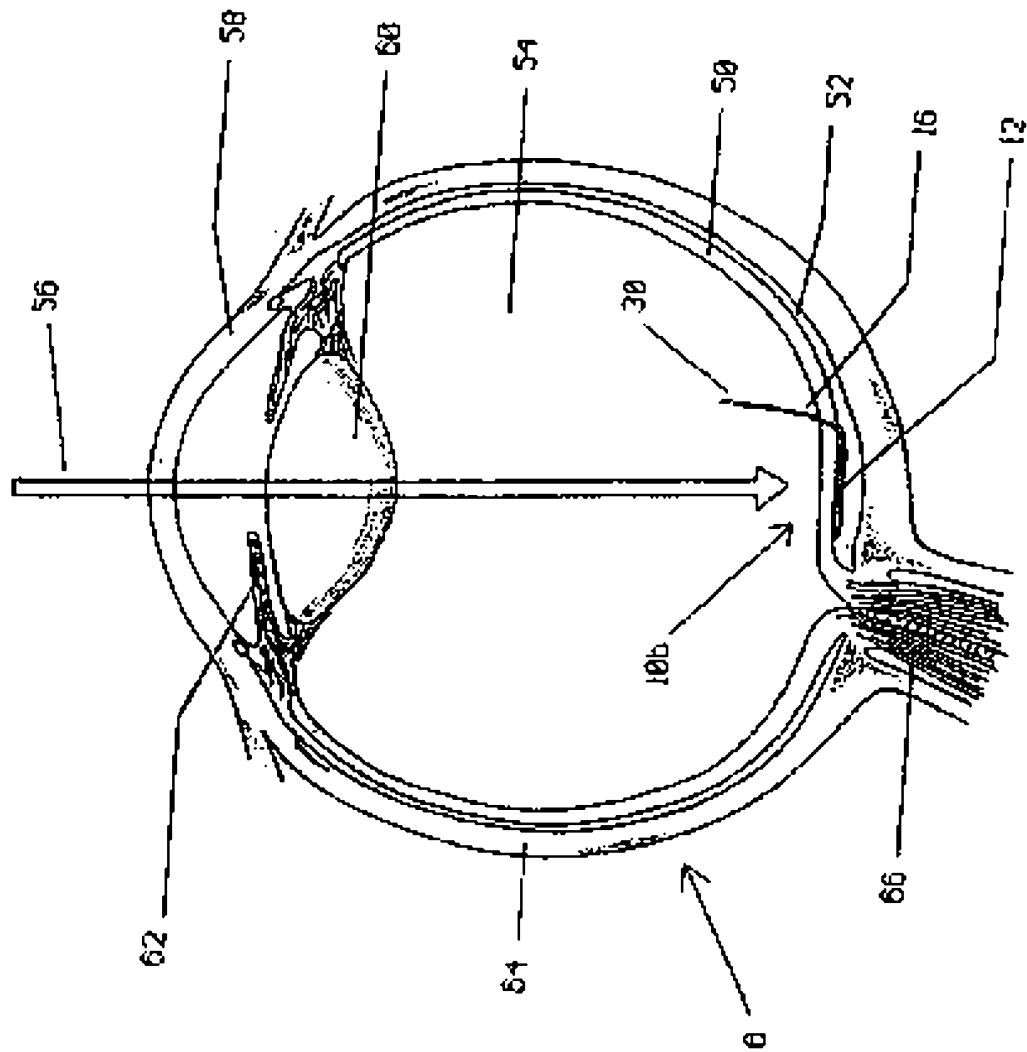
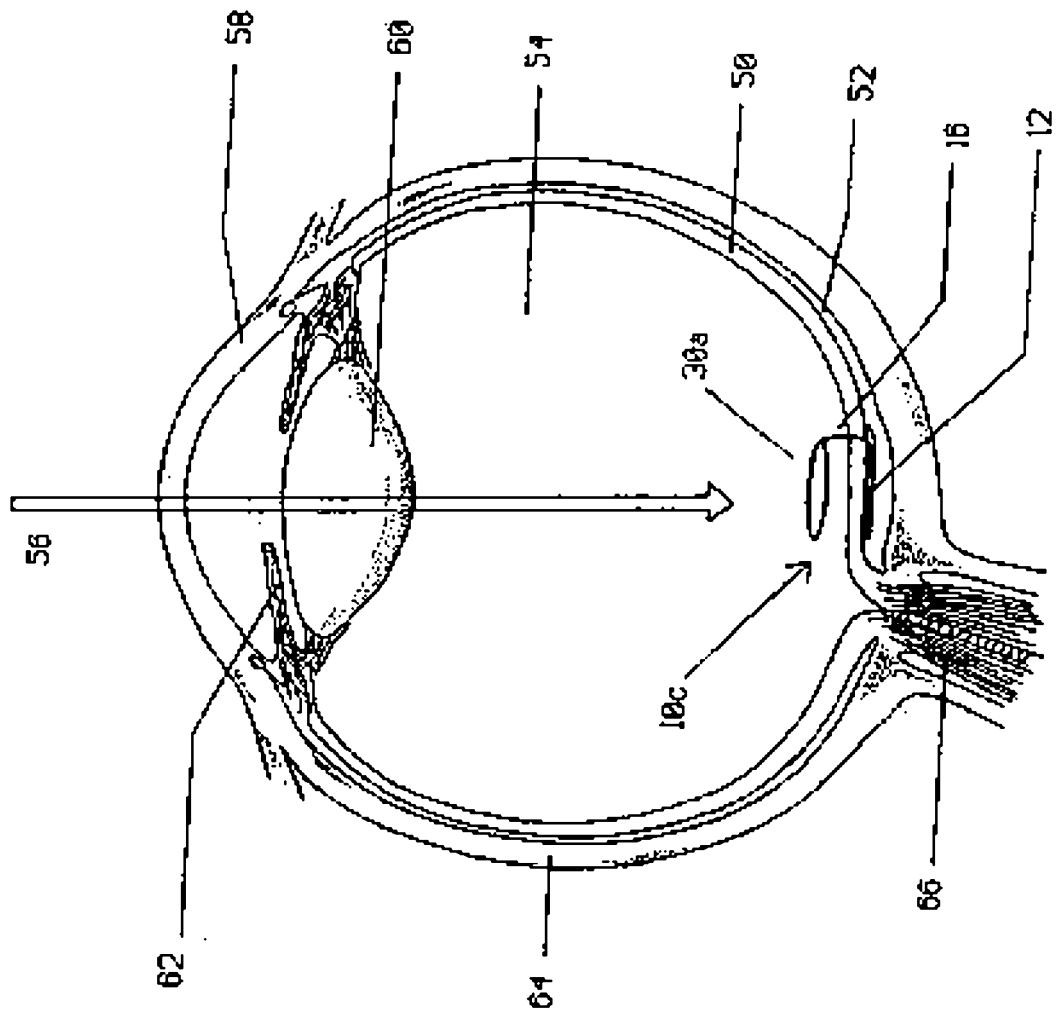
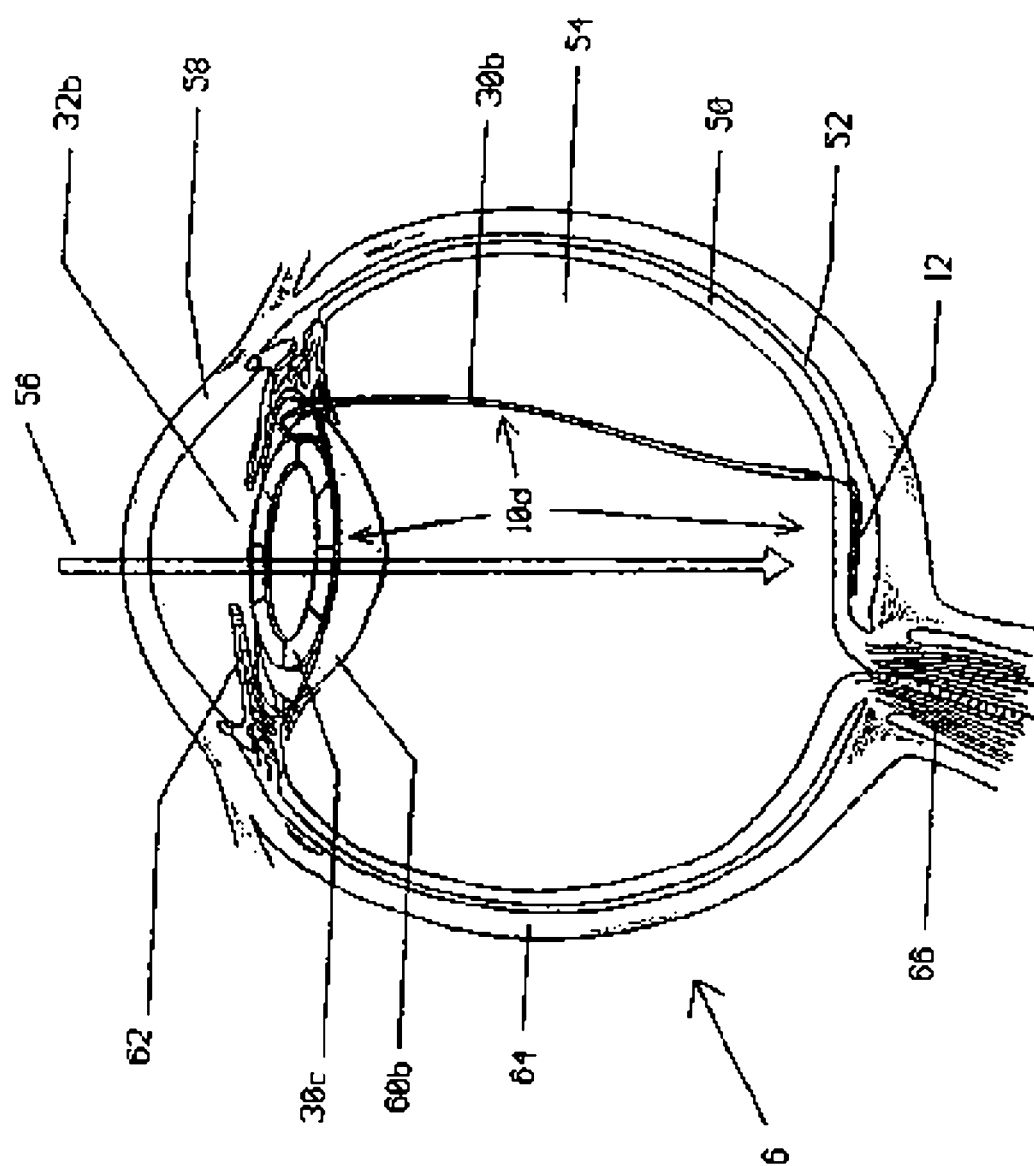


FIG. 6

FIG. 7





816

FIG. 9

