

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 932**

51 Int. Cl.:

**A61N 1/36** (2006.01)

**H01L 27/144** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2009** **E 09702331 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015** **EP 2229212**

54 Título: **Implante de retina con fotodiodo alimentado por corriente continua rectificada**

30 Prioridad:

**14.01.2008 WO PCT/EP2008/000231**

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

**28.07.2015**

73 Titular/es:

**PIXIUM VISION SA (100.0%)  
Institut de la Vision 13, rue Moreau  
75012 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**TIEDTKE, HANS-JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

**ES 2 541 932 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

Implante de retina con fotodiodo alimentado por corriente continua rectificada.

### Campo Técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de implante médico, más particularmente a un elemento microelectrónico, tal como un microchip, para ser incorporado en el dispositivo de implante médico.

En una aplicación particularmente preferente de la presente invención, el dispositivo de implante médico comprende un implante de retina y el elemento microelectrónico puede adoptar la forma de un elemento receptor óptico para el implante de retina. No obstante, se entenderá que la presente invención no está limitada a esta aplicación particular, sino que se puede emplear en diversas aplicaciones de implante médico donde se utilizan componentes microelectrónicos, incluyendo, por ejemplo, marcapasos, implantes cocleares y prótesis auditivas, implantes neuronales y otros dispositivos de implante.

### Antecedentes de la Invención

Cuando se emplean componentes microelectrónicos en dispositivos de implante médico, una consideración importante es proteger los componentes microelectrónicos de los efectos adversos del entorno acuoso normalmente existente dentro del cuerpo humano o animal. En particular, la humedad o los fluidos del cuerpo humano o animal a los que dichos dispositivos de implante médico están expuestos de forma casi invariable son normalmente conductores electrolíticos y crean un entorno potencialmente corrosivo para los componentes microelectrónicos, especialmente cuando éstos son alimentados con una corriente continua (CC) a través de una fuente de alimentación por batería o una fuente de alimentación de corriente alterna (CA) transformada. Cuando los componentes microelectrónicos están expuestos a influencias corrosivas, la eficacia del dispositivo de implante médico puede resultar comprometida, conduciendo a un menor rendimiento o incluso a un fallo completo del dispositivo. Por ejemplo, si se utiliza un elemento receptor óptico en un entorno donde está expuesto a soluciones acuosas u otros líquidos, la corrosión electroquímica puede afectar al funcionamiento apropiado del elemento receptor.

Una solución típica a este problema es encapsular o encerrar los componentes microelectrónicos y otros componentes sensibles de modo que se mantengan alejados de la humedad. Por ejemplo, los componentes sensibles o incluso todo el dispositivo de implante médico pueden estar sellados herméticamente con respecto al entorno acuoso del cuerpo, por ejemplo mediante una caja o una capa de revestimiento, tal como una

capa polimérica. Los polímeros de silicona son particularmente favorables en este contexto debido a su alta biocompatibilidad. Sin embargo, esta capa de revestimiento no sólo complica el proceso de fabricación, sino que también tiene el problema de que sigue siendo necesario que los componentes microelectrónicos sigan manteniendo un contacto  
5 eléctrico con componentes externos. Con frecuencia, esto requiere una conexión física a través de la caja protectora o capa de revestimiento y, por consiguiente, se crea una brecha en la caja o capa protectora. Además, aunque el sellado de algunos componentes o de todo el dispositivo de implante, por ejemplo con una capa de revestimiento polimérica, puede proporcionar una protección eficaz frente a un entorno corrosivo,  
10 también puede implicar un conflicto entre los requisitos de impermeabilidad a la humedad, por un lado, y la flexibilidad del dispositivo de implante, por otro, en particular en el campo de los implantes de retina.

La EP 0 247 649 A (COMMW OF AUSTRALIA [AU]) (02-12-1987) da a conocer un implante coclear en el que se tiene en cuenta la corrosión por CC y la US 2007/142877 A1  
15 (MCLEAN GEORGE Y [US]) (21-06-2007) considera un implante de retina con medios rectificadores para convertir la corriente CA en corriente CC.

### Sumario de la Invención

Así, un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de implante médico en el que los componentes microelectrónicos sensibles del dispositivo estén  
20 adecuadamente protegidos del entorno acuoso del cuerpo humano o animal sin las desventajas o limitaciones arriba señaladas.

La presente invención proporciona un elemento microelectrónico para un dispositivo de implante médico tal como se define en la reivindicación 1. Además, la invención proporciona un dispositivo de implante médico, tal como un implante de retina, como se  
25 define en la reivindicación 12. En las reivindicaciones dependientes se indican características preferentes de la invención.

Por tanto, en un aspecto amplio, la presente invención proporciona un elemento microelectrónico, como un microchip, para un dispositivo de implante médico destinado a ser implantado en el cuerpo humano o animal, comprendiendo el elemento  
30 microelectrónico: una unidad funcional que incluye una microelectrónica de aplicación específica para realizar una función en el dispositivo de implante médico y un medio rectificador adaptado para convertir una alimentación de corriente alterna (CA) en una de corriente continua (CC). La tensión de CC proporcionada por el medio rectificador, o una tensión de operación que se deriva de la tensión de CC, está configurada para ser  
35 suministrada a la unidad funcional. La unidad funcional y el medio rectificador están

integrados en un sustrato semiconductor común, de modo que el elemento microelectrónico no requiere una alimentación de tensión de CC externa. Dicho de otro modo, el elemento microelectrónico de la invención está configurado para evitar la aplicación de una señal de CC o para ser aislado de ésta; por ejemplo, no hay ninguna  
5 señal de CC en una zona exterior del elemento microelectrónico (es decir, el microchip) que forma una interfaz con un entorno acuoso en el cuerpo humano o animal.

Por tanto, la presente invención proporciona medios de supresión de la corrosión adaptados para aislar un elemento microelectrónico o un microchip de los efectos adversos de una tensión de CC de aplicación o acción externa. En particular, la  
10 configuración del elemento microelectrónico o microchip de la invención hace que éste esté diseñado para ser expuesto únicamente a una tensión de alimentación de CA, y de forma deseable excluye el flujo de corriente continua fuera de, desde y/o en una interfaz de cuerpo del elemento o microchip de la invención. Ésta hace a su vez que el elemento microelectrónico o microchip sea inherentemente resistente a los efectos del entorno  
15 acuoso dentro del cuerpo. En particular, la aplicación externa de una tensión de alimentación de CC al elemento microelectrónico o microchip de la invención no da lugar a los mismos efectos corrosivos experimentados con una fuente de tensión de CC debido a la alternancia constante (y frecuente) de la polaridad de la tensión alimentada. Por consiguiente, la integración del medio rectificador con la microelectrónica de aplicación  
20 específica de la unidad funcional en un sustrato semiconductor común, por ejemplo en un microchip, de modo que el medio rectificador aísla el elemento microelectrónico de una tensión de CC de aplicación o acción externa, constituye un medio de supresión de la corrosión en el elemento microelectrónico. Aunque se puede seguir empleando de forma deseable una capa de revestimiento polimérica con un elemento de este tipo, en este  
25 caso son más viables espesores menores para la capa de revestimiento, que proporcionan una mayor flexibilidad.

En una forma preferente de la invención, el elemento microelectrónico comprende además un condensador integrado en el sustrato común y conectado a un terminal de dicha unidad funcional de modo que el condensador está adaptado para desacoplar una  
30 componente alternante de una salida de señal de la unidad funcional. En particular, el condensador de desacoplamiento puede estar dispuesto para asegurar que una salida de señal del elemento microelectrónico o microchip (por ejemplo un patilla de salida) sólo tiene una componente alternante. Por consiguiente, esta disposición de condensador puede servir de nuevo para excluir la acción directa de una señal de CC externa o sobre  
35 una cara exterior del elemento microelectrónico o microchip (es decir, en una interfaz con un entorno acuoso del cuerpo); es decir, puede servir para evitar la exposición directa del elemento microelectrónico o microchip de la invención a una señal de CC externa.

En una forma preferente de la invención, el elemento microelectrónico comprende además un amplificador adaptado para amplificar una señal procedente de la unidad funcional, o una señal derivada de ésta.

5 En una forma particular de la invención, la microelectrónica de aplicación específica de la unidad funcional puede comprender un procesador, tal como un procesador de datos.

Sin embargo, en una forma especialmente preferente de la invención, la unidad funcional incluye o consiste en un fotodetector que está adaptado para detectar luz incidente, de modo que el elemento microelectrónico se puede realizar como un elemento receptor óptico. El fotodetector se puede adaptar, por ejemplo, para convertir una señal luminosa  
10 modulada en una señal de detección correspondiente. A este respecto, el fotodetector puede estar adaptado para recibir y detectar una señal luminosa y más preferentemente una señal luminosa infrarroja. El fotodetector puede ser, por ejemplo, un fotodiodo.

Por tanto, en una realización particularmente preferente, la invención proporciona un elemento receptor óptico que comprende: un fotodetector adaptado para detectar luz  
15 incidente y un rectificador adaptado para convertir una tensión de alimentación de CA en una tensión de CC. La tensión de CC del rectificador, o una tensión de operación que se deriva de la tensión de CC, es suministrada al fotodetector, estando el rectificador y el fotodetector integrados sobre un sustrato semiconductor común.

Mediante la integración del rectificador y el fotodiodo sobre un sustrato común, el  
20 elemento receptor óptico está adaptado para funcionar con una tensión de CA en lugar de una tensión de CC. En general, los fotodiodos previamente utilizados requerían una alimentación de CC, lo que con frecuencia conducía a la corrosión galvánica de los elementos metálicos expuestos a un entorno acuoso. En el elemento receptor óptico de acuerdo con realizaciones de la presente invención, la alimentación de CC se sustituye  
25 por una alimentación de CA. Por consiguiente, la tensión de CC generada por el rectificador no entra en contacto directo con el medio externo al elemento receptor óptico. En cuanto a la alimentación de tensión de CA, los problemas relacionados con la corrosión galvánica son mucho menos serios, ya que la polaridad de las líneas de alimentación cambia con mucha frecuencia. Por tanto, empleando una CA como tensión  
30 de alimentación, los daños por corrosión galvánica se pueden reducir considerablemente o incluso evitar por completo. En consecuencia, la invención posibilita el uso de una transmisión de datos ópticos en entornos donde es probable que se produzca una corrosión galvánica.

La transmisión de datos ópticos a través de luz modulada, preferentemente en el espectro  
35 infrarrojo, ofrece múltiples ventajas. La transmisión de datos ópticos se caracteriza por su

resistencia a las interferencias. El diseño del transmisor y el elemento receptor es relativamente simple. Además, la cantidad de energía consumida por el elemento receptor óptico es bastante baja y el área necesaria para acomodar el elemento receptor óptico es relativamente pequeña.

- 5 En otro aspecto general, la invención proporciona un elemento microelectrónico, tal como un microchip, para un dispositivo de implante médico previsto para ser implantado en el cuerpo humano o animal, comprendiendo el elemento microelectrónico: una unidad funcional que incluye una microelectrónica de aplicación específica para realizar una función en el dispositivo de implante médico, un medio rectificador adaptado para  
10 convertir una tensión de alimentación de CA en una tensión de CC y medios de supresión de la corrosión para inhibir la corrosión electrolítica del elemento microelectrónico en un entorno acuoso. La CC suministrada por el medio rectificador, o una tensión de operación derivada de la tensión de CC, está configurada para ser suministrada a la unidad funcional. Los medios de supresión de la corrosión comprenden una configuración de  
15 circuito en la que la unidad funcional y el medio rectificador están integrados sobre un sustrato semiconductor común, de modo que el elemento microelectrónico evita la presencia de una señal de CC externa aplicada (directamente) y/o que actúa (directamente) en el elemento microelectrónico.

De este modo, incluso cuando una conexión eléctrica física se extiende a través de una  
20 capa de revestimiento delgada en el elemento microelectrónico o microchip de la invención, el aislamiento del elemento o microchip de una señal de CC por los medios de supresión de la corrosión conduce a la inhibición deseada de cualquier efecto corrosivo. Es decir, el elemento microelectrónico o microchip de la invención no está expuesto a una corriente directa en el entorno acuoso corrosivo.

25 Un implante médico de acuerdo con una realización de la presente invención comprende un elemento microelectrónico, preferentemente en forma de un elemento receptor óptico, tal como se describe más arriba. De forma deseable, el implante médico es un implante de retina, estando adaptado el elemento receptor óptico para recibir y detectar una señal luminosa modulada.

30 El elemento microelectrónico de la invención es especialmente adecuado para ser utilizado en un dispositivo de implante médico que está expuesto a todo tipo de fluidos corporales. La estabilidad a largo plazo es muy importante para un implante médico, ya que la sustitución de un dispositivo de implante normalmente requiere cirugía. La corrosión electroquímica se reduce considerablemente o incluso se elimina por completo  
35 mediante el uso de un elemento microelectrónico de acuerdo con una realización de la presente invención y, en consecuencia, la vida útil del dispositivo de implante médico se

prolonga. La estabilidad a largo plazo del dispositivo de implante médico gracias al uso de una tensión de alimentación de CA para los elementos microelectrónicos (por ejemplo elementos receptores ópticos) que, hasta la fecha, en general, estaban alimentados por una tensión de CC.

5 Breve Descripción de las Figuras

Las características y ventajas de la presente invención arriba mencionadas, y otras características y ventajas adicionales, se evidenciarán a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferentes de la invención con referencia a las figuras adjuntas, en las que los números de referencia iguales identifican partes similares, y  
10 donde:

Fig. 1: muestra un elemento microelectrónico que ilustra un ejemplo del concepto de la presente invención;

Fig. 2: muestra un elemento receptor óptico de acuerdo con una realización de la presente invención;

15 Fig. 3: muestra el encapsulado de un elemento receptor óptico de acuerdo con una realización de la presente invención;

Fig. 4: muestra un elemento receptor óptico de acuerdo con otra realización de la presente invención;

20 Fig. 5: muestra un elemento microelectrónico que ilustra otro ejemplo del concepto de la presente invención; y

Fig. 6: muestra un dispositivo de implante de retina que comprende un elemento receptor óptico de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción Detallada de Realizaciones Preferentes

Con referencia en primer lugar a la Fig. 1, se muestra un elemento microelectrónico en  
25 forma de microchip 1 que ilustra un ejemplo de la invención. El microchip 1 está diseñado para ser implantado en el cuerpo humano o animal en un dispositivo de implante médico y comprende una microelectrónica de aplicación específica en una unidad funcional 2 para realizar una función en el dispositivo de implante médico y un medio rectificador 3 adaptado para convertir una tensión de alimentación CA en una tensión CC. En este  
30 ejemplo, el medio rectificador 3 comprende al menos un diodo y puede incluir uno o más condensadores de filtrado o condensadores de amortiguación para generar una tensión de CC filtrada. No obstante, se entenderá que el medio rectificador 3 puede presentar varias formas diferentes (por ejemplo un rectificador de tipo puente de diodos, un rectificador de ajuste de tensión, etc.) y puede comprender un circuito rectificador activo o  
35 un circuito rectificador pasivo.

Tanto la unidad funcional 2 como el medio rectificador 3 están integrados sobre un sustrato semiconductor común 4 (formado, por ejemplo, a partir de silicio, germanio o cualquier otro material adecuado), estando configurada la disposición del medio rectificador 3 y los circuitos asociados para formar medios de supresión de la corrosión con los que el elemento microelectrónico, es decir, el microchip 1, evita cualquier señal de CC o tensión de alimentación de CC que sea aplicada o actúe externamente. Dicho de otro modo, el microchip 1 está adaptado para funcionar mediante una alimentación de CA  $U_{AC}$  aplicada a las patillas de alimentación 5 y 6. La frecuencia de la tensión de CA oscila preferentemente entre 100 kHz y 100 MHz. El medio rectificador 3 está adaptado para convertir la alimentación de tensión de CA  $U_{AC}$  aplicada a las patillas de alimentación 5 y 6 en una tensión de CC  $U_{DC}$ , y esta tensión de CC constituye entonces una tensión de alimentación para la microelectrónica de aplicación específica de la unidad funcional 2, es decir, en uno o más terminales de entrada de la unidad funcional 2. El microchip 1 comprende además un condensador 8 que está conectado con un terminal de salida 9 de la unidad funcional 2. El condensador 8 está adaptado para desacoplar una señal de salida 10 de la unidad funcional 2, de modo que una señal de salida 10 en una patilla de salida 11 del microchip 1 comprende una componente alternante de la señal generada por la unidad funcional 2 o que sale de ésta. Opcionalmente, en el circuito de alimentación de tensión de CA se puede prever una disposición de sintonización que comprende un condensador 12 y un inductor 13 entre las patillas de alimentación 5, 6. Aunque no se muestra en las figuras, se entenderá que el condensador 12 y/o el inductor 13 de sintonización también se podrían integrar sobre el sustrato semiconductor común 4.

Con referencia a la Fig. 2, se muestra un elemento microelectrónico realizado como un elemento receptor óptico 1 de acuerdo con la presente invención. Esta realización corresponde básicamente al ejemplo de la Fig. 1, comprendiendo el elemento receptor óptico 1 una unidad funcional 2, en este caso en forma de un fotodetector que incluye un fotodiodo. El elemento receptor óptico 1 comprende además un rectificador, y tanto el fotodiodo 2 como el rectificador 3 están integrados sobre un sustrato semiconductor común 4. Como en el caso anterior, el rectificador puede presentar varias formas diferentes (por ejemplo un rectificador de tipo puente de diodos, un rectificador de ajuste de tensión, etc.) y puede comprender un circuito rectificador activo o un circuito rectificador pasivo. Además, como material semiconductor de nuevo se puede utilizar silicio, germanio o cualquier otro material adecuado. Sin embargo, en este caso la selección apropiada del material semiconductor dependerá normalmente del rango de longitudes de onda deseado de la luz a detectar por el fotodiodo 2. Por ejemplo, el silicio normalmente es un material más adecuado para longitudes de onda de hasta 1,1

micrómetros, mientras que el germanio se puede utilizar para longitudes de onda de hasta 1,8 micrómetros.

- El elemento receptor óptico 1 opera a una tensión CA  $U_{AC}$ . Preferentemente, la frecuencia de la tensión CA oscila entre 100 kHz y 100 MHz. La tensión CA  $U_{AC}$  se aplica a las patillas de alimentación 5 y 6. El rectificador 3 está adaptado para convertir la tensión CA en una tensión CC  $U_{DC}$ . El rectificador 3 está compuesto por uno o más diodos y puede incluir uno o más condensadores de filtrado o condensadores de amortiguación para generar una tensión CC  $U_{DC}$  filtrada. Esta tensión de CC constituye entonces una tensión de alimentación para el fotodiodo 2. El fotodiodo 2 se utiliza en el llamado "modo fotoconductor" bajo polarización inversa. Los fotodiodos que funcionan en el modo fotoconductor son más sensibles a la luz que los basados en el efecto fotovoltaico y también tienden a tener una menor capacitancia, lo que aumenta la velocidad de su respuesta temporal. Otro efecto de la polarización inversa es la ampliación de la capa de agotamiento y el reforzamiento de la fotocorriente.
- 15 Cuando un haz de luz modulada 7 incide sobre el fotodiodo 2, se genera una fotocorriente que alterna de acuerdo con la modulación de la luz modulada 7. En esta realización de la invención, el elemento receptor óptico 1 también comprende un condensador 8 conectado a un terminal 9 del fotodiodo 2, estando adaptado el condensador 8 para separar o desacoplar una señal de salida 10 del circuito de fotodiodos. Únicamente la señal de salida 10 comprende la componente alternante de la señal recibida. La modulación de la luz modulada 7 se puede elegir, por ejemplo, de modo que la señal de salida 10 no comprende ninguna componente constante, o que sólo incluya una componente constante insignificante. La señal de salida 10 se transmite a una patilla de salida 11 del elemento receptor óptico 1.
- 25 La Fig. 3 ilustra esquemáticamente el diseño externo del elemento receptor óptico 1. A este respecto, el elemento receptor óptico 1 comprende un área fotosensible 15 hecha de un material transparente a la luz a detectar. Preferentemente, las patillas de alimentación 5, 6 y la patilla de salida 11 están situadas en el reverso del elemento encapsulado 1 opuesto al área fotosensible 15.
- 30 El elemento receptor óptico 1 mostrado en la Fig. 2 y la Fig. 3 es especialmente adecuado para realizar una transmisión de datos ópticos en un entorno en el que es probable que se produzca una corrosión electroquímica. Mediante la integración del fotodiodo 2 y el rectificador 3 sobre un sustrato común 4, el elemento receptor óptico 1 está diseñado para funcionar con una tensión de CA en lugar de CC. Los fotodiodos utilizados hasta la fecha requerían una alimentación de tensión CC, lo que con frecuencia conducía a la corrosión galvánica de los elementos metálicos expuestos al entorno acuoso del cuerpo. Sin
- 35

embargo, en el elemento receptor óptico 1 de acuerdo con la presente invención, la alimentación de tensión CC se sustituye por una alimentación de tensión CA, lo que permite reducir considerablemente o evitar por completo los daños resultantes de la corrosión galvánica. Esto posibilita el uso de una transmisión de datos ópticos en entornos  
5 acuosos en los que antes la corrosión galvánica representaba un problema.

Como se ha señalado más arriba, la transmisión de datos ópticos a través de luz modulada, preferentemente en el espectro infrarrojo, ofrece múltiples ventajas. En primer lugar, la transmisión de datos ópticos se caracteriza por su resistencia a las interferencias. Además, el diseño de los elementos de transmisión y recepción es relativamente simple y  
10 la cantidad de energía consumida por el elemento receptor óptico es bastante pequeña. El área necesaria para acomodar un elemento receptor óptico también es relativamente pequeña.

En la Fig. 4 se muestra otra realización de un elemento receptor óptico 1 de acuerdo con la presente invención. En este ejemplo, el elemento receptor óptico 1 comprende una  
15 unidad funcional 2, de nuevo en forma de un fotodetector que incluye un fotodiodo, en combinación con un rectificador 3, un condensador 8, un circuito de control de luz ambiente 16 y un amplificador 17. Todos estos componentes están integrados sobre un sustrato semiconductor común 4. Por tanto, en comparación con la realización mostrada en la Fig. 2, se han añadido el circuito de control de luz ambiente 16 y el amplificador 17.

20 De nuevo se suministra una tensión de alimentación CA  $U_{AC}$  a las dos patillas de alimentación 5, 6. El rectificador 3 está adaptado para convertir la tensión de alimentación CA  $U_{AC}$  en una tensión CC  $U_{DC}$ , constituyendo entonces la  $U_{DC}$  una tensión de alimentación, o siendo utilizada como tal, para el circuito de control de luz ambiente 16 y el amplificador 17. El circuito de control de luz ambiente 16 determina la intensidad de la  
25 luz ambiente. Dependiendo de la intensidad de la luz ambiente, el circuito de control de luz ambiente 16 suministra una tensión de operación al fotodiodo 2, con lo que el punto de operación del fotodiodo 2 se ajusta a un valor óptimo respectivo. Cuando la luz modulada 7 incide sobre el fotodiodo 2, se genera una fotocorriente modulada. El condensador 8 separa o desacopla la componente alternante de la fotocorriente y la transmite al  
30 amplificador 17.

El circuito de control de luz ambiente 16 puede incluir un control de ganancia automático. El control de ganancia automático está adaptado para controlar la ganancia del amplificador 17 en función de la amplitud de la señal de detección modulada y para suministrar una señal de control de ganancia 18 al amplificador 17. La señal de entrada  
35 del amplificador se amplifica de acuerdo con la señal de control de ganancia 18 y la señal de salida del amplificador se transmite a la patilla de salida 11 del elemento receptor

óptico 1. De acuerdo con una realización preferente de la invención, la amplificación de la señal de detección modulada se activa cuando la intensidad de la luz ambiente sobrepasa un umbral determinado. De acuerdo con una realización preferente, el amplificador 16 tiene una característica logarítmica.

5 Con referencia a la Fig., en ella se muestra un elemento microelectrónico en forma de un microchip 1 que ilustra otro ejemplo de la invención. De nuevo, el microchip 1 está diseñado para ser implantado en el cuerpo humano o animal en un dispositivo de implante médico y comprende una microelectrónica de aplicación específica en una unidad funcional 2, para realizar una función en el dispositivo de implante médico, y un medio  
10 rectificador 3 adaptado para convertir una tensión de alimentación en una tensión CC. Como anteriormente, el medio rectificador 3 comprende al menos un diodo y puede incluir uno o más condensadores de filtrado o condensadores de amortiguación para generar una tensión de CC filtrada. Dicho de otro modo, el medio rectificador 3 de nuevo puede presentar varias formas diferentes (por ejemplo un rectificador de tipo puente de diodos,  
15 un rectificador de ajuste de tensión, etc.) y puede comprender un circuito rectificador activo o un circuito rectificador pasivo. Es importante lo siguiente: tanto la unidad funcional 2 como el medio rectificador 3 están de nuevo integrados sobre un sustrato semiconductor común 4, estando configurada la disposición del medio rectificador 3 y los circuitos asociados para formar un medio de supresión de la corrosión con el que el  
20 elemento microelectrónico, es decir, el microchip 1, evita o está aislado de cualquier señal de CC o tensión de alimentación de CC que sea aplicada o actúe externamente.

Así, el microchip 1 de la Fig. 5 está adaptado para funcionar con una tensión CA  $U_{AC}$  aplicada a las patillas de alimentación de tensión 5 y 6. El medio rectificador 3 está adaptado para convertir la tensión CA  $U_{AC}$  aplicada a las patillas de alimentación de  
25 tensión 5 y 6 en una tensión CC  $U_{DC}$ , y esta tensión de CC se utiliza entonces para suministrar tensión a la microelectrónica de aplicación específica de la unidad funcional 2. Sin embargo, a diferencia de las realizaciones de las Fig. 1 a 4, donde una interfaz de entrada del microchip 1 (no ilustrada en esos casos) estaba adaptada, por ejemplo, para la transferencia de datos ópticos, el microchip 1 del presente ejemplo incluye una patilla  
30 de entrada 19 para recibir una señal 10 a procesar. Esta señal puede ser, por ejemplo, la señal de salida de un elemento receptor óptico 1 de acuerdo con las realizaciones de las Fig. 1 a 4. El condensador 20 mostrado en la línea de entrada que se extiende desde el terminal de entrada 19 es opcional y se puede incluir para filtrar o sintonizar la señal 10.

Por consiguiente, en este caso la unidad funcional 2 del microchip 1 puede comprender  
35 un procesador adaptado para procesar la señal de salida 10 de un elemento receptor óptico. Así, cuando se emplea en un dispositivo de implante de retina, tal como se

describirá con mayor detalle más abajo, el microchip 1 de la Fig. 5 puede estar adaptado para procesar la señal 10 en la unidad de procesamiento 2 y después transmitir señales de estimulación 21 a los múltiples electrodos de una disposición de electrodos estimuladores de la retina en el implante de retina a través de múltiples patillas de salida 5 11 del microchip 1.

Con referencia ahora a la Fig. 6, en ella se muestra un dispositivo de implante de retina previsto para implantarlo en el ojo de un paciente. La luz que pasa a través de la córnea 29 y el cristalino 30 (que puede estar o no estar presente en el paciente a tratar) incide sobre la retina 31, que cubre una gran parte del interior del globo ocular, fundamentalmente en la superficie interior de la pared trasera o posterior del ojo. La superficie exterior del globo ocular está formada por la esclerótica 32. Entre la retina 31 y la esclerótica 32 se encuentra la membrana coroidea 33. El iris 34 determina el tamaño de la pupila y, en consecuencia, la cantidad de luz que puede entrar en el interior del ojo. El cristalino 30 está fijado por el músculo ciliar 35 o está explantado. El dispositivo de implante comprende una parte intraocular 36 y una parte extraocular 37. La parte intraocular 36 está situada en el interior del ojo, mientras que la parte extraocular 37 está fijada a la superficie exterior de la esclerótica 32. La parte intraocular 36 y la parte extraocular 37 están conectadas eléctricamente mediante una conexión por cable 38 que pasa a través de la esclerótica 32 en una posición situada directamente detrás del músculo ciliar 35. 10 15 20

Un dispositivo de implante de retina es una prótesis visual diseñada para proporcionar cierto grado de percepción visual a pacientes que sufren enfermedades tales como retinitis pigmentaria o degeneración macular. Con este fin, el aparato incluye unas gafas 42 a portar por el paciente, teniendo las gafas 42 una pequeña cámara de vídeo 40 integrada dentro de la montura 39 o sobre la misma. Una señal de vídeo obtenida mediante la cámara de vídeo 40 se procesa, y los datos de imagen son transmitidos al dispositivo de implante de retina 43 a través de un haz de luz infrarroja modulada 41. El haz infrarrojo 41 puede ser generado, por ejemplo, por un LED transmisor de infrarrojos (no mostrado) situado sobre las gafas o cerca de las mismas 42. El haz infrarrojo modulado 41 pasa a través del ojo del paciente, incluyendo el cristalino 30 si todavía está presente o en otro caso a través del espacio normalmente ocupado por el cristalino 30, e incide sobre un elemento receptor óptico 1 de la invención incorporado en el dispositivo de implante 43. 25 30

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, se puede utilizar un elemento microelectrónico en forma de un elemento receptor óptico 1 del tipo descrito con referencia a las Fig. 3 a 5, accionado por una tensión CA. La estabilidad a largo plazo es 35

una cuestión importante para un implante de retina. Por consiguiente, es importante evitar la corrosión galvánica de las conexiones por cable y las líneas de alimentación de tensión. La corrosión galvánica se puede eliminar o al menos reducir significativamente mediante el suministro de una tensión de alimentación CA al elemento receptor óptico 1.

5 Los datos de imagen recibidos por el elemento receptor óptico 1 son transmitidos a través de la conexión por cable 38 a un chip de estimulación de retina 44. El chip de estimulación de retina 44 convierte los datos de imagen en una secuencia de impulsos de estimulación. Preferentemente, el chip de estimulación de retina 44 está realizado como un chip de procesamiento de señales digitales y también puede constituir una realización de la  
10 presente invención. Es decir, el chip de estimulación de retina 44 puede comprender un microchip que incorpora el concepto arriba descrito con referencia a la Fig. 5, donde la unidad funcional incluye un circuito de procesador. Los impulsos de estimulación son suministrados a través de la conexión por cable 38 a una disposición de microcontactos situados en la parte intraocular 36, en concreto sobre el implante de retina 43 implantado  
15 directamente en la retina 31. Los microcontactos están adaptados para estimular las células ganglionares de la retina 31.

La energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del implante de retina, en particular la energía eléctrica consumida por el elemento receptor óptico 1 y/o el chip de estimulación de retina 44, puede ser suministrada por una bobina transmisora de alta  
20 frecuencia 46 que está acoplada de forma inductiva con una bobina receptora de alta frecuencia 47 situada sobre la parte extraocular 37 del implante de retina. De este modo, la tensión CA proporcionada por esta bobina receptora de alta frecuencia 47 puede ser utilizada para alimentar el elemento receptor óptico 1 o el chip de estimulación de retina 44, o ambos.

## REIVINDICACIONES

1. Elemento microelectrónico (1) para un dispositivo de implante médico destinado a ser implantado en el cuerpo humano o animal, comprendiendo el elemento microelectrónico (1):  
  
una unidad funcional (2) que incluye una microelectrónica de aplicación específica para realizar una función en el dispositivo de implante médico, comprendiendo la  
5 unidad funcional (2) un fotodetector para detectar la luz incidente;  
  
un medio rectificador (3) adaptado para convertir una tensión de alimentación CA en una tensión CC, estando adaptada la tensión CC proporcionada por el medio rectificador (3), o una tensión de operación derivada de la tensión CC, para ser  
10 suministrada a la unidad funcional (2);  
  
estando integrados la unidad funcional (2) y el medio rectificador (3) sobre un sustrato semiconductor común (4) de modo que el elemento microelectrónico (1) está aislado de la aplicación y/o acción directa de una señal de CC externa para suprimir la corrosión en un entorno acuoso.
- 15 2. Elemento microelectrónico (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque está adaptado para funcionar como un elemento receptor óptico.
3. Elemento microelectrónico (1) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque adicionalmente comprende un condensador (8) integrado en el sustrato común (4) y conectado con un terminal de dicha unidad funcional (2),  
20 estando adaptado el condensador (8) para desacoplar una componente alternante de una señal procedente de la unidad funcional (2).
4. Elemento microelectrónico (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el fotodetector está adaptado para convertir una señal luminosa modulada en una señal de detección correspondiente.
- 25 5. Elemento microelectrónico (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el fotodetector está adaptado para recibir y detectar una señal de luz infrarroja.
6. Elemento microelectrónico (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el fotodetector es un fotodiodo.
- 30 7. Elemento microelectrónico (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque adicionalmente comprende un circuito de control de luz

ambiente (16) integrado sobre el sustrato común (4) y adaptado para determinar la intensidad de la luz ambiente.

- 5
- 8.** Elemento microelectrónico (1) según la reivindicación 7, caracterizado porque el circuito de control de luz ambiente (16) está adaptado para controlar la operación del fotodetector en función de la intensidad de la luz ambiente determinada.
- 9.** Elemento microelectrónico (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque adicionalmente comprende un amplificador (17) integrado sobre el sustrato común (4) y adaptado para amplificar una salida de señal de la unidad funcional (2), como una señal de detección detectada por el fotodetector, o una señal derivada de ésta.
- 10
- 10.** Elemento microelectrónico (1) según la reivindicación 9, caracterizado porque el circuito de control de luz ambiente (16) comprende un control de ganancia automático adaptado para controlar la ganancia del amplificador en función de la amplitud de la señal de detección o la señal derivada de ésta.
- 15
- 11.** Elemento microelectrónico (1) según la reivindicación 10, caracterizado porque el circuito de control de luz ambiente (16) está adaptado para activar la amplificación de la señal de detección, o la señal derivada de ésta, cuando la intensidad de la luz ambiente sobrepasa un umbral predefinido.
- 12.** Dispositivo de implante médico destinado a ser implantado en el cuerpo humano o animal, que comprende un elemento microelectrónico (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
- 20
- 13.** Dispositivo de implante médico según la reivindicación 12, caracterizado porque el dispositivo de implante comprende un implante de retina (43) y el elemento microelectrónico (1) es un elemento receptor óptico (1).
- 14.** Dispositivo de implante médico según la reivindicación 13, caracterizado porque el elemento receptor óptico (1) está adaptado para recibir una señal luminosa modulada que porta información de imágenes y para convertir la señal luminosa modulada en una señal de detección correspondiente; y/o porque el elemento receptor óptico (1) está adaptado para recibir y detectar una señal infrarroja modulada.
- 25
- 15.** Dispositivo de implante médico según la reivindicación 13 o la reivindicación 14, caracterizado porque adicionalmente comprende:
- 30

una disposición de microcontactos destinada a ser colocada sobre la retina, estando adaptados los microcontactos para conectar eléctricamente ganglios del tejido retiniano; y/o

5 un chip de estimulación de retina adaptado para convertir la información de imágenes en impulsos de estimulación correspondientes para la disposición de microcontactos; y/o

una bobina receptora de alta frecuencia adaptada para recibir una señal de alta frecuencia y suministrar una tensión de alimentación CA al elemento microelectrónico (1) y el chip de estimulación de retina.

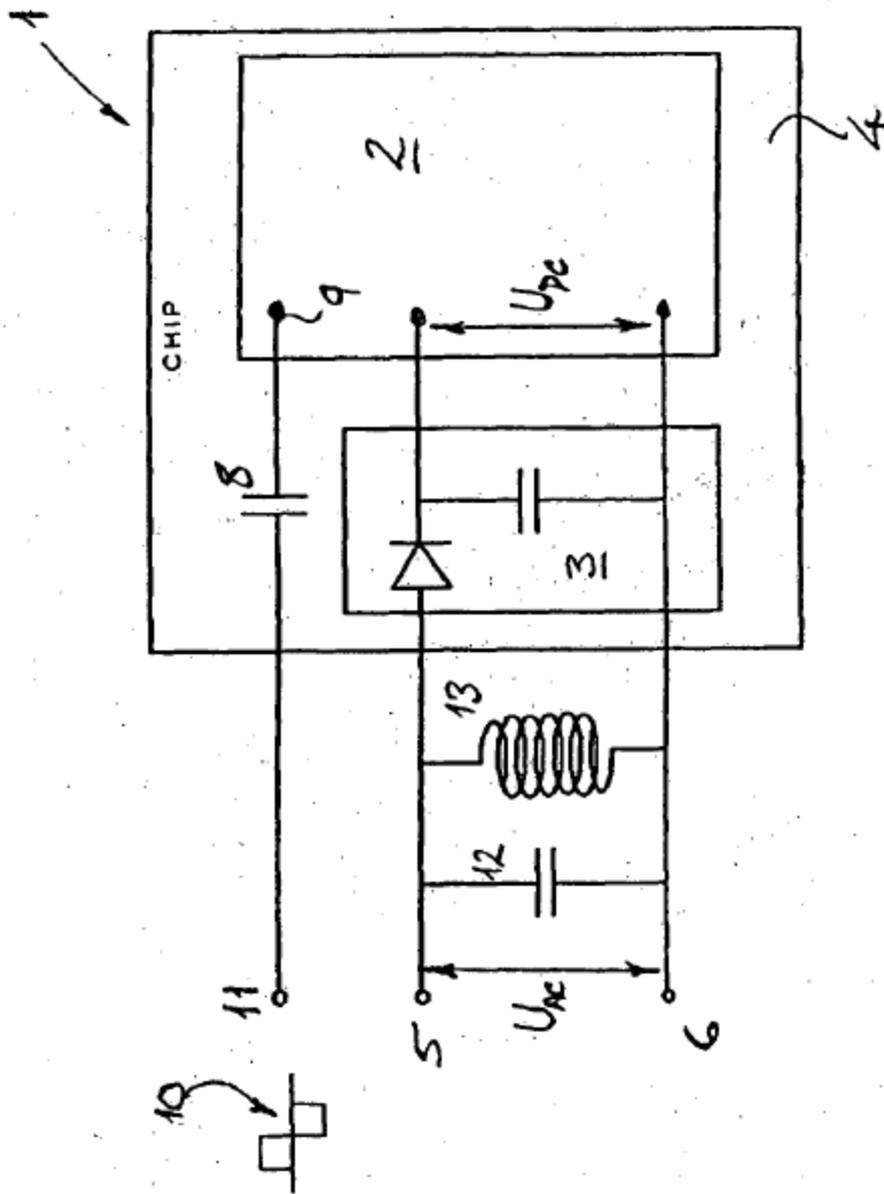


Fig. 1

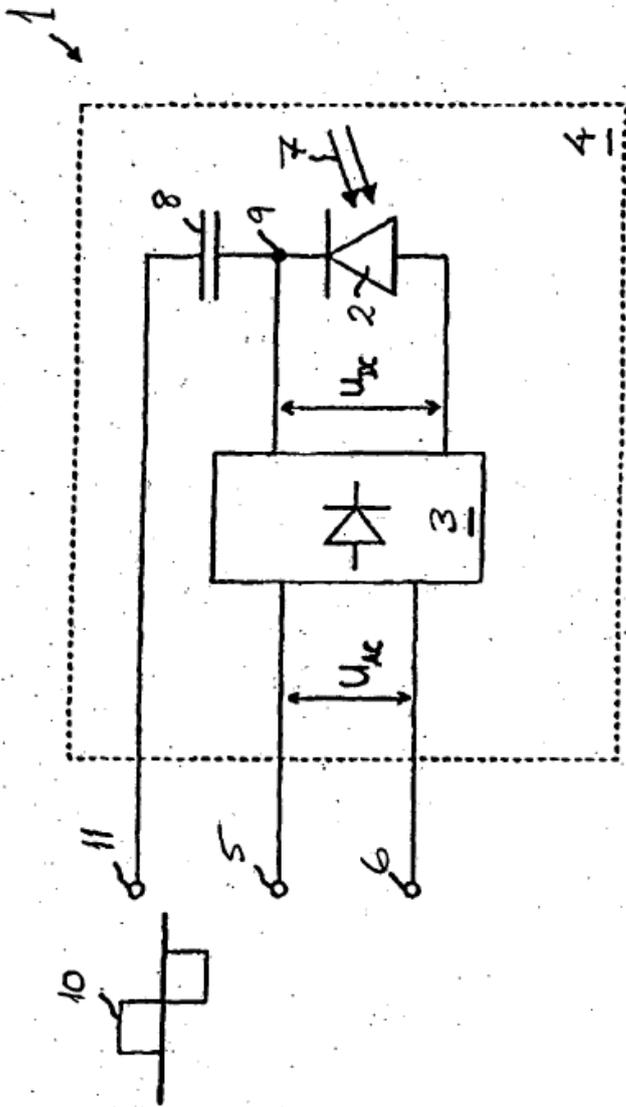


Fig. 2

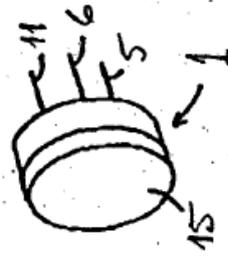


Fig. 3

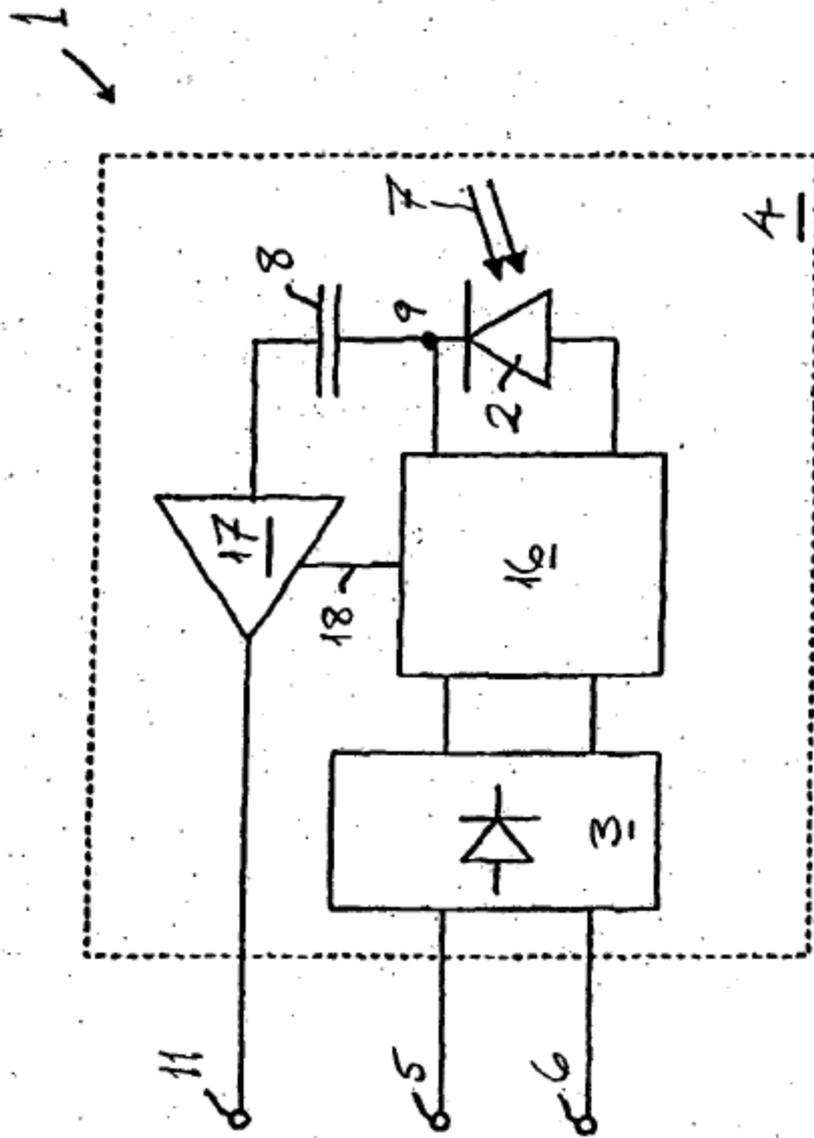


Fig. 4

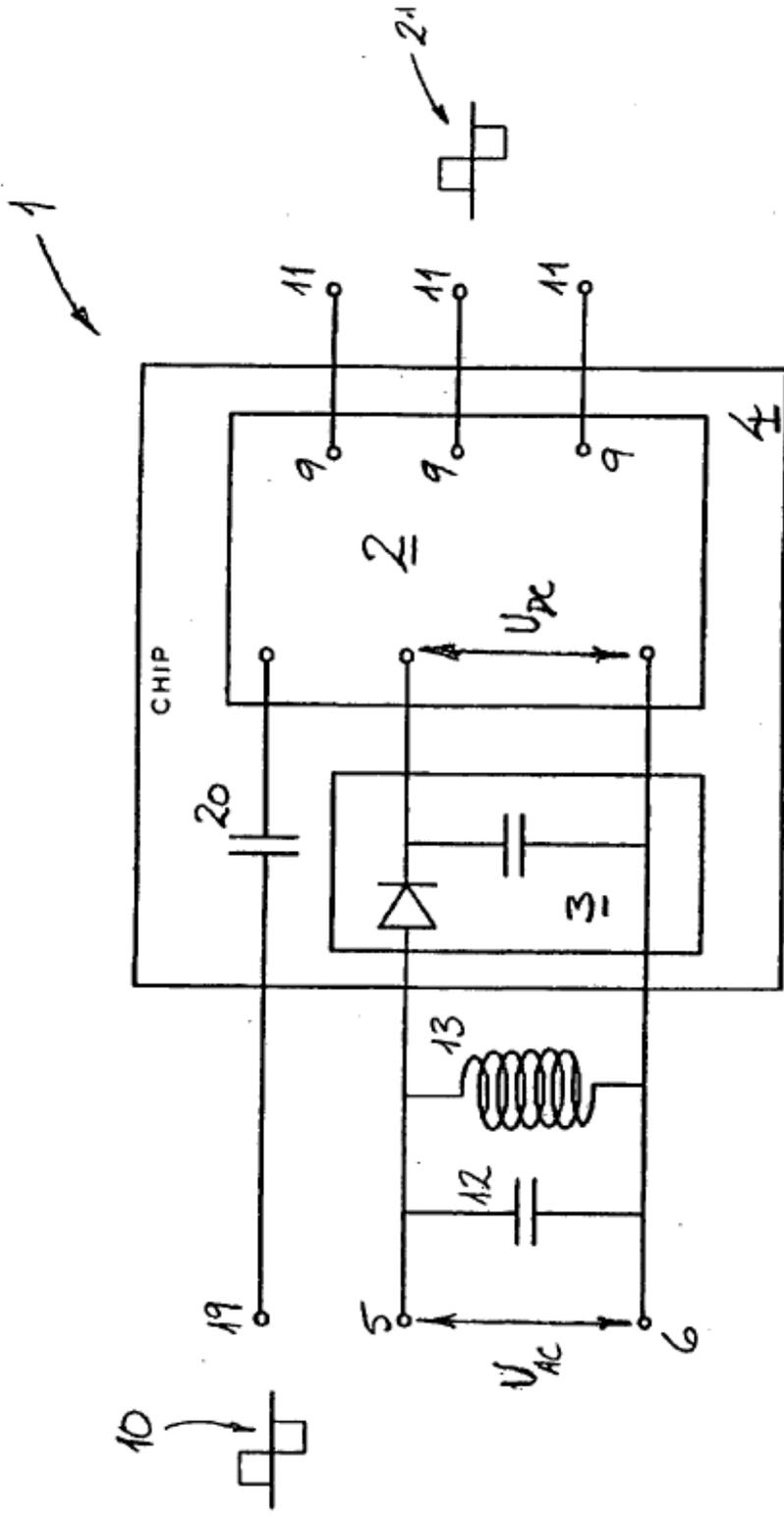


Fig. 5

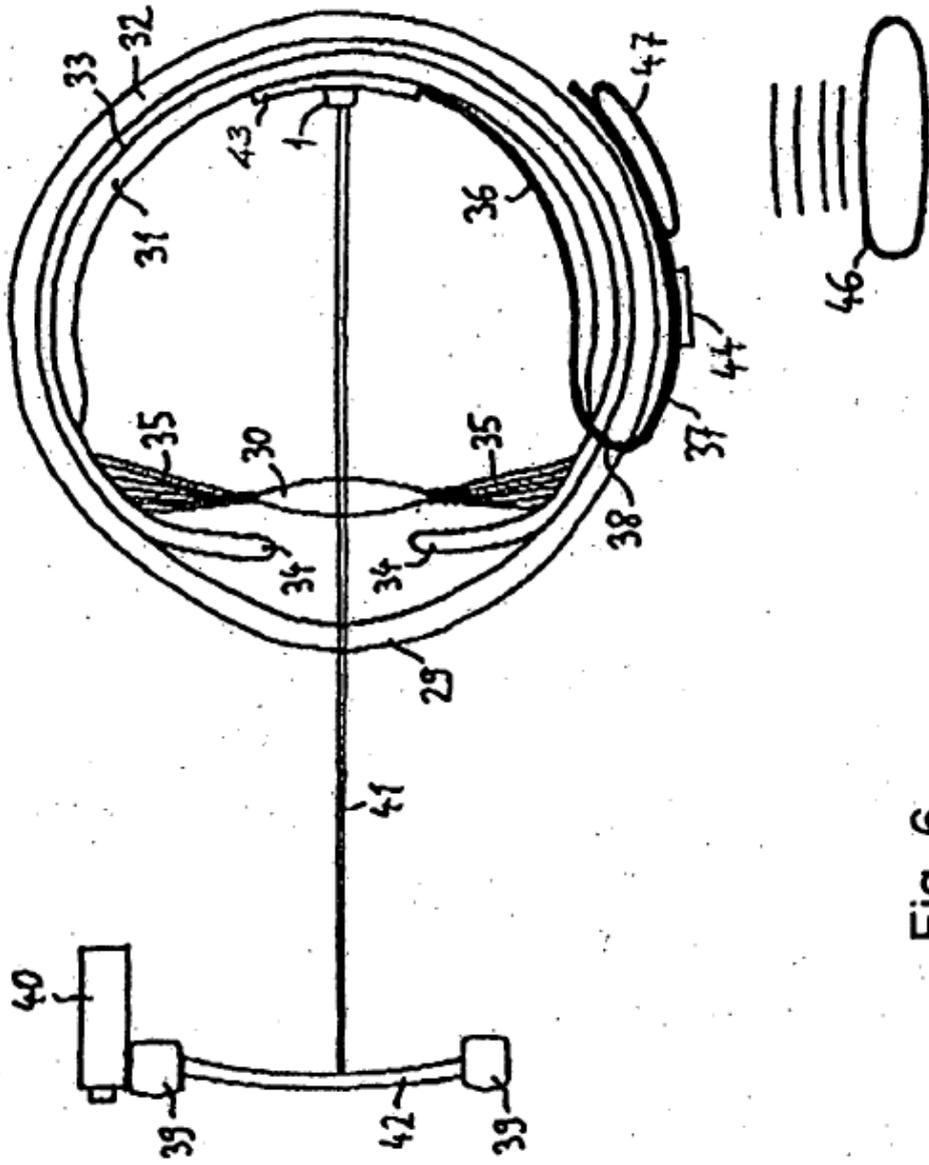


Fig. 6