

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 327**

51 Int. Cl.:

**A61N 1/30** (2006.01)

**A61F 9/00** (2006.01)

**A61N 1/32** (2006.01)

**A61N 1/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2014** **E 14290008 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2017** **EP 2898922**

54 Título: **Dispositivo de iontoforesis ocular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.06.2018**

73 Titular/es:

**OPIA TECHNOLOGIES (100.0%)**  
**17 rue Moreau**  
**75012 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**ROY, PIERRE**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 672 327 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 iontoforesis ocular.

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo de iontoforesis ocular para suministrar medicaciones (al ojo).

10 El principio de la iontoforesis ocular es aplicar un campo eléctrico a una sustancia electrolítica que contiene por lo menos una medicación con el fin de transportar la medicación o medicaciones al cuerpo o al órgano que va a tratarse a través de las membranas biológicas del ojo.

**Antecedentes de la invención**

15 El ojo humano está constituido por tres túnicas que contienen tres estructuras transparentes.

La capa más exterior está compuesta por la esclerótica y la córnea. La esclerótica, también conocida como el blanco del ojo, es una capa opaca y fibrosa que protege al ojo, mientras que la córnea es la parte frontal transparente del ojo que cubre el iris, la pupila y la cámara anterior. La córnea, con la cámara anterior y el cristalino, refracta la luz. Por tanto, la esclerótica y la córnea tienen propiedades intrínsecas muy diferentes.

La capa media consta de la coroides, el cuerpo ciliar, que es la parte anterior engrosada de la coroides, y el iris. El iris está compuesto por fibras musculares circulares que constriñen la pupila y fibras musculares radiales que dilatan la pupila.

25 La capa más interior es la retina que está compuesta principalmente por el tejido neural que incluye células fotorreceptoras que reciben y procesan la luz entrante.

Dentro de estas túnicas están el humor acuoso, el cuerpo vítreo y el cristalino flexible. El humor acuoso es un fluido transparente que está contenido en dos áreas: la cámara anterior entre la córnea y el iris, y la cámara posterior entre el iris y el cristalino. El cristalino está suspendido del cuerpo ciliar por el ligamento suspensorio constituido por fibras transparentes finas. El cuerpo vítreo es una gelatina transparente que es mucho mayor que el humor acuoso presente detrás del cristalino, y el resto está bordeado por la esclerótica, la zónula y el cristalino. Están conectados a través de la pupila.

35 El documento WO 2005/115281 describe un dispositivo de iontoforesis ocular para aplicar sustancias activas a un ojo. La figura 1 muestra dicho dispositivo 200.

Dicho dispositivo 200 comprende un electrodo activo 201, un reservorio 202 y por lo menos una medicación 203 almacenada en el reservorio 202, un electrodo pasivo 204 que permite que el circuito eléctrico forme bucle, y un suministro de potencia eléctrica 205 que suministra CC a los electrodos 201 y 204.

45 El reservorio 202 está delimitado lateralmente por una pared 206 que define un cuerpo en forma tubular y que comprende un extremo distal 207 configurado para ser posicionado en una superficie ocular 208 del ojo y que rodea la córnea 209 y una parte de la esclerótica 210.

Por tanto, el dispositivo 200 está adaptado para tratar la esclerótica 210 y la córnea 209 simultáneamente.

50 Sin embargo, como se describe anteriormente, la esclerótica y la córnea tienen propiedades intrínsecas muy diferentes. En particular, la densidad de corriente tolerable máxima para la córnea 209 es de aproximadamente 2 mA/cm<sup>2</sup>, mientras que la densidad de corriente tolerable máxima para la esclerótica 210 es de aproximadamente 10 mA/cm<sup>2</sup>. Además, las moléculas de medicación que presentan un tamaño mayor que 1500 Da no son capaces de penetrar en la córnea 209, mientras que las moléculas de medicación que presentan un tamaño inferior a 150000 Da son capaces de penetrar en la esclerótica 210.

55 Por tanto, las propiedades intrínsecas de la córnea 209 imponen usualmente la medicación y la densidad de corriente que va a aplicarse por el electrodo activo 201 para tratar simultáneamente la córnea 209 y la esclerótica 210.

60 Por tanto, existe una necesidad de desarrollar un dispositivo de iontoforesis ocular configurado para tratar simultáneamente la córnea y la esclerótica, al tiempo que se tienen en cuenta las propiedades intrínsecas de cada tejido ocular.

65 El documento WO 2012/162459 describe también un dispositivo de iontoforesis del estado de la técnica. Este dispositivo comprende una primera cámara y una segunda cámara que presentan formas anulares, estando la segunda cámara dentro de la primera cámara, de modo que la primera y segunda cámaras forman anillos

5 concéntricos. La primera y segunda cámaras están configuradas además para recibir la medicación o medicaciones. La primera cámara y la segunda cámara están conectadas respectivamente a un primer electrodo y un segundo electrodo configurados para estar en comunicación con la medicación o medicaciones recibidas en la primera y segunda cámaras, respectivamente. En este documento, cuando el dispositivo está posicionado en el globo ocular de un paciente, la primera cámara rodea la córnea del globo ocular, mientras que la segunda cámara está entre la primera cámara y la córnea del globo ocular.

10 El documento US2012/0201800 describe otro ejemplo de un dispositivo de iontoforesis del estado de la técnica. Este dispositivo comprende un electrodo anular exterior y un electrodo anular interior, asociado con un reservorio exterior y un reservorio interior, respectivamente. En este documento, el electrodo exterior y el electrodo interior están configurados para ser posicionados en la esclerótica que rodea la córnea cuando el dispositivo está posicionado en el globo ocular de un paciente.

15 **Sumario de la invención**

La presente invención propone un dispositivo de iontoforesis ocular para suministrar por lo menos una sustancia activa a un globo ocular, que comprende:

- 20 - un reservorio configurado para recibir por lo menos una sustancia activa,
- una pared que comprende un extremo distal circular configurado para ser posicionado en una superficie ocular del globo ocular y que rodea la córnea y una parte de la esclerótica del globo ocular,
- 25 - un primer electrodo configurado para ser posicionado delante de la parte de la esclerótica que está rodeada por la pared cuando la pared está en su sitio sobre dicha superficie ocular, estando dicho primer electrodo configurado para suministrar una primera densidad de corriente a por lo menos una sustancia activa del reservorio,
- 30 - un segundo electrodo configurado para ser posicionado delante de la córnea cuando la pared está en su sitio sobre dicha superficie ocular, estando dicho segundo electrodo configurado para suministrar una segunda densidad de corriente a por lo menos una sustancia activa del reservorio, y
- por lo menos un controlador para controlar independientemente dicho primer y segundo electrodos.

35 Preferentemente, el primer electrodo está conformado de manera anular y está dispuesto en una parte periférica del reservorio, el segundo electrodo tiene forma de disco y está dispuesto en una parte central del reservorio, y el primer y segundo electrodos están dispuestos concéntricamente uno con respecto a otro, de modo que el primer electrodo y el segundo electrodo estén posicionados respectivamente delante de la esclerótica y delante de la córnea cuando el dispositivo está posicionado sobre dicha superficie ocular.

40 Más preferentemente, un diámetro externo máximo del primer electrodo es de 22 mm, un diámetro interno máximo del primer electrodo es de 12,5 mm y un diámetro máximo del segundo electrodo es de 11,5 mm.

45 Preferentemente, la primera densidad de corriente es menor que 10 mA/cm<sup>2</sup>.

Preferentemente, la segunda densidad de corriente es menor que 2 mA/cm<sup>2</sup>.

50 Preferentemente, el primer y segundo electrodos están configurados para aplicar unas primera y segunda corrientes de densidad, respectivamente, durante a lo sumo 10 min.

Preferentemente, una distancia entre el primer y segundo electrodos y el extremo distal de la pared que define el reservorio es mayor que 4 mm.

55 Según una forma de realización de la invención, el reservorio comprende una pared de separación que define una primera y una segunda cámara dispuestas concéntricamente una con respecto a otra, recibiendo la primera cámara el primer electrodo y recibiendo la segunda cámara el segundo electrodo.

60 Preferentemente, una superficie de soporte en forma de disco se extiende en un extremo proximal de la pared de separación para cerrar por lo menos la segunda cámara y comprende una abertura de succión que conduce a la segunda cámara para aplicar un vacío sobre la córnea, cuando el dispositivo está posicionado sobre dicha superficie ocular.

65 Preferentemente, una superficie de soporte en forma de disco se extiende en un extremo proximal de la pared de separación para cerrar el reservorio e incluye una parte de sujeción dispuesta periféricamente y que coopera con una parte de sujeción suplementaria dispuesta en un extremo proximal de la pared que define el reservorio.

Preferentemente, el dispositivo de iontoforesis ocular comprende además una rejilla dispuesta dentro de la segunda cámara y configurada para mantener la deformación elástica de la córnea, cuando el dispositivo está posicionado sobre dicha superficie ocular.

5 Según otra forma de realización de la invención, el reservorio comprende una primera y segunda paredes de separación dispuestas concéntricamente a la pared definiendo el reservorio, y definiendo un anillo de succión dispuesto entre una primera cámara dispuesta en una parte periférica del reservorio y recibiendo el primer electrodo y una segunda cámara dispuesta en una parte central del reservorio y recibiendo el segundo electrodo.

10 Preferentemente, un saliente anular que se extiende radialmente hasta la segunda pared de separación dentro de la segunda cámara está previsto para sujetar el segundo electrodo.

Preferentemente, los salientes anulares que se extienden dentro de la primera cámara, radialmente hasta la primera pared de separación y un faldón anular dispuesto periférica y perpendicularmente a la superficie de soporte, están previstos para sujetar el primer electrodo.

15 Preferentemente, el dispositivo de iontoforesis ocular comprende además una superficie de soporte posicionada en un extremo proximal de la primera y segunda paredes de separación y que recibe un primer y segundo electrodos.

20 Preferentemente, la superficie de soporte comprende por lo menos una primera abertura que conduce a la primera cámara para rellenar la primera cámara con por lo menos una sustancia activa.

Preferentemente, la superficie de soporte comprende por lo menos una segunda abertura que conduce a la segunda cámara para llenar la segunda cámara con por lo menos una sustancia activa.

25 La superficie de soporte comprende, por ejemplo, unas aberturas que conducen al reservorio para evacuar gases generados durante la iontoforesis.

30 La superficie de soporte forma una sola pieza, por ejemplo, con la primera y segunda paredes de separación.

La superficie de soporte está provista, por ejemplo, de unas paredes exterior e interior que se extienden perpendicularmente a la superficie de soporte y que definen conjuntamente un surco alineado con la primera cámara, mientras que la pared interior define una cavidad alineada con la segunda cámara.

35 La superficie de soporte comprende, por ejemplo, dos partes independientes, estando una primera parte posicionada delante de la primera cámara y recibiendo el primer electrodo, y estando posicionada una segunda parte delante de la segunda cámara y recibiendo el segundo electrodo.

#### 40 **Breve descripción de los dibujos**

Lo anterior y otros objetos, características y ventajas de esta invención se pondrán de manifiesto en la descripción detallada siguiente que debe leerse junto con los dibujos que se acompañan, en los que:

45 - la figura 1 (ya descrita) muestra una vista esquemática de un dispositivo de iontoforesis ocular según el estado de la técnica;

- la figura 2 muestra una vista esquemática de un dispositivo de iontoforesis ocular según una primera forma de realización de la invención;

50 - la figura 3 muestra una vista esquemática de un dispositivo de iontoforesis ocular de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención;

- la figura 4 muestra una vista esquemática de un dispositivo de iontoforesis ocular según una tercera forma de realización de la invención;

55 - la figura 5 muestra una vista superior de una superficie de soporte del dispositivo de iontoforesis ocular ilustrado en la figura 4;

60 - la figura 6 muestra una vista esquemática de un dispositivo de iontoforesis ocular según una cuarta forma de realización de la invención;

- la figura 7 muestra una vista esquemática de un dispositivo de iontoforesis ocular según una quinta forma de realización de la invención;

65 - la figura 8 muestra una vista superior de una superficie de soporte de un dispositivo de iontoforesis ocular

según otra forma de realización de la invención;

- la figura 9 muestra una vista esquemática de un dispositivo de iontoforesis ocular de acuerdo con una sexta forma de realización de la invención.

5

### Descripción detallada de la invención

En la siguiente descripción, sólo se desarrollarán las características distintivas entre las diferentes formas de realización de la invención. Por tanto, no se repetirán las características u opciones comunes entre las diferentes formas de realización de la invención.

10

La figura 2 muestra un dispositivo de iontoforesis ocular 10 para suministrar sustancias activas a un globo ocular 100 según una forma de realización de la invención.

15

El dispositivo 10 comprende una pared 11 que define un cuerpo en forma tubular dispuesto a lo largo de un eje longitudinal A y que delimita lateralmente un reservorio 13 configurado para recibir por lo menos una sustancia activa.

20

Las sustancias activas se definen en la presente memoria como cualquier compuesto químico utilizado en la diagnosis, el tratamiento o la prevención de enfermedades u otras condiciones anormales. Las sustancias activas adecuadas para iontoforesis son, por ejemplo, sustancias antibióticas, sustancias antifúngicas o sustancias antiinflamatorias.

25

Más precisamente, las sustancias antibióticas adecuadas para iontoforesis son por ejemplo:

30

- vancomicina, positivamente cargada, con un peso molecular de 1449;
- ceftazidima, negativamente cargada, con un peso molecular de 546;
- amicacina, positivamente cargada, con un peso molecular de 585;
- gentamicina, positivamente cargada, con un peso molecular de 477;
- cefazolina, negativamente cargada, con un peso molecular de 454;
- ciprofloxacina, positivamente cargada, con un peso molecular de 331;
- tobramicina, negativamente cargada, con un peso molecular de 467;
- ticarcilina, positivamente cargada, con un peso molecular de 384.

35

Las sustancias antifúngicas adecuadas para iontoforesis son por ejemplo:

- cetoconazol, positivamente cargado, con un peso molecular de 531;
- miconazol, positivamente cargado, con un peso molecular de 416.

40

Las sustancias antiinflamatorias adecuadas para iontoforesis son por ejemplo:

- dexametasona-fosfato para administración IV, negativamente cargado, con un peso molecular de 516;
- metilprednisolona-hemisuccinato IV, negativamente cargado, con un peso molecular de 474.

45

La pared de cuerpo 11 comprende un extremo distal circular 14 configurado para ser posicionado en una superficie ocular 101 del globo ocular 100 y que rodea la córnea 102 y una parte de la esclerótica 103. La parte de la esclerótica 103 rodeada por la pared de cuerpo 11 corresponde preferentemente a la pars plana.

50

El extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11 está configurado también para deformarse elásticamente cuando entra en contacto con la superficie ocular 101 para formar un anillo anular que se extiende hacia fuera con respecto al reservorio 13 que se adapta a la forma de la superficie ocular 101. Dicho anillo anular asegura así un buen contacto con la superficie ocular 101.

55

El dispositivo 10 comprende además un primer electrodo activo 15 dispuesto dentro del reservorio 13. El primer electrodo 15 está configurado para ser posicionado delante de la parte de la esclerótica 103 que está rodeada por la pared de cuerpo 11, cuando el dispositivo 10 se posiciona en la superficie ocular 101. El primer electrodo 15 está configurado además para suministrar una primera densidad de corriente  $D_1$  a por lo menos una sustancia activa del reservorio 13.

60

El primer electrodo 15 define preferentemente una superficie anular dispuesta en una parte periférica del reservorio 13, concéntricamente a la pared de cuerpo 11. Por tanto, cuando el dispositivo 10 está posicionado en la superficie ocular 101, el primer electrodo 15 está posicionado delante de la parte de la esclerótica 103 que está rodeada por la pared de cuerpo 11, de modo que el primer electrodo 15 suministra la primera densidad de corriente  $D_1$  a la sustancia activa que penetra en la esclerótica 103. El primer electrodo 15 está dispuesto, por ejemplo, a lo largo de la pared de cuerpo 11. El primer electrodo 15 presenta, por ejemplo, un diámetro externo máximo de 22 mm y un diámetro interno máximo de 12,5 mm.

65

- 5 El dispositivo 10 comprende también un segundo electrodo activo 16 dispuesto dentro del reservorio 13. El segundo electrodo 16 está configurado para ser posicionado delante de la córnea 102, cuando el dispositivo 10 se posiciona en la superficie ocular 101. El segundo electrodo 16 está configurado además para suministrar una segunda densidad de corriente  $D_2$  a por lo menos una sustancia activa. La segunda densidad de corriente  $D_2$  suministrada por el segundo electrodo 16 es preferentemente diferente de la primera densidad de corriente  $D_1$  que es suministrada por el primer electrodo 15.
- 10 El segundo electrodo 16 define preferentemente una superficie en forma de disco dispuesta en una parte central del reservorio 13, concéntricamente al primer electrodo 15 y la pared de cuerpo 11. Por tanto, cuando el dispositivo 10 está posicionado en la superficie ocular 101, el segundo electrodo 16 está posicionado delante de la córnea 102, de modo que el segundo electrodo 16 suministre la segunda densidad de corriente  $D_2$  a la sustancia activa que penetra en la córnea. El segundo electrodo 16 presenta un diámetro mínimo de 11,5 mm.
- 15 El dispositivo 10 comprende además unos controladores 17, 18 configurados para controlar independientemente el primer y segundo electrodos 15, 16. Por tanto, es posible con el dispositivo 10 tratar simultáneamente la córnea 102 y la esclerótica 103 mientras se tienen en cuenta las propiedades intrínsecas de cada tejido ocular 102, 103.
- 20 De acuerdo con una forma de realización de la invención, la córnea 102 y la esclerótica 103 son tratadas simultáneamente. En otras palabras, el primer y segundo electrodos 15, 16 se activan simultáneamente para suministrar al mismo tiempo unas primera y segunda densidades de corriente  $D_1$ ,  $D_2$  a las sustancias activas. Según otra forma de realización de la invención, la córnea 102 y la esclerótica 103 son tratadas secuencialmente. En otras palabras, el primer o segundo electrodo 15, 16 se activa primeramente para
- 25 suministrar la primera densidad de corriente  $D_1$  a las sustancias activas, a continuación, dicho primer o segundo electrodo 15, 16 se desactiva y el segundo o el primer electrodo 16, 15 se activa para suministrar la segunda densidad de corriente  $D_2$  a las sustancias activas.
- 30 El primer electrodo 15 es controlado, por ejemplo, por un primer generador de corriente 17 configurado para suministrar una primera intensidad de corriente constante  $I_1$  al primer electrodo 15. El primer generador de corriente 17 está conectado también a un electrodo pasivo 19 configurado para ser posicionado sobre la cara del paciente, por ejemplo en las mejillas o, preferentemente, en la frente. El electrodo pasivo 19 permite que el circuito eléctrico forme bucle. El electrodo pasivo 19 es, por ejemplo, un electrodo de tipo de estimulación de
- 35 nervio eléctrica transcutánea.
- El primer electrodo 15 define una primera superficie  $S_1$  que se extiende perpendicularmente al eje longitudinal A. Por tanto, la primera densidad de corriente  $D_1$  suministrada por el primer electrodo 15 es igual a  $I_1/S_1$ . Preferentemente, la primera densidad de corriente  $D_1$  es menor que  $10 \text{ mA/cm}^2$  a fin de impedir daños a la parte de la esclerótica 103 que está rodeada por la pared de cuerpo 11. Como se describe anteriormente, la primera
- 40 superficie  $S_1$  es preferentemente de forma anular.
- Preferentemente, el primer generador de corriente 17 está configurado para aplicar la primera intensidad de corriente  $I_1$  durante a lo sumo 10 min, a fin de preservar la función de película lagrimal del ojo y evitar un secado excesivo de la superficie ocular 101. Más preferentemente, el primer generador de corriente 17 está configurado
- 45 para aplicar la primera intensidad de corriente  $I_1$  entre 3 y 10 min, en particular 5 min.
- El segundo electrodo 16 es controlado, por ejemplo, por un segundo generador de corriente 18 configurado para suministrar una segunda intensidad de corriente constante  $I_2$  al segundo electrodo 16. El segundo generador de corriente 18 está conectado también al electrodo pasivo 19.
- 50 El segundo electrodo 16 define una segunda superficie  $S_2$  que se extiende perpendicularmente al eje longitudinal A. Por tanto, la segunda densidad de corriente  $D_2$  suministrada por el segundo electrodo 16 es igual a  $I_2/S_2$ . Preferentemente, la segunda densidad de corriente  $D_2$  es menor que  $2 \text{ mA/cm}^2$  a fin de impedir daños a la córnea 102. Como se describe anteriormente, la segunda superficie  $S_2$  tiene preferentemente forma de disco.
- 55 Preferentemente, el segundo generador de corriente 18 está configurado para aplicar la segunda intensidad de corriente  $I_2$  durante a lo sumo 10 min a fin de preservar la función de película lagrimal del ojo y evitar el excesivo secado de la superficie ocular. Más preferentemente, el segundo generador de corriente 18 está configurado para aplicar la segunda intensidad de corriente  $I_2$  durante 3 a 10 min, en particular 5 min.
- 60 Preferentemente, una distancia a lo largo de la dirección longitudinal entre el primer y segundo electrodos 15, 16 y el extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11 es mayor que 4 mm, de modo que una distancia a lo largo de la dirección longitudinal entre el primer y segundo electrodos 15, 18 y la superficie ocular 101 es mayor que 4 mm.
- 65 El primer y segundo generadores de corriente 17, 18 pueden ser sustituidos por un generador de iontoforesis de doble canal tal como generador DUPEL de EMPI, como se describe en la patente US nº 5.254.081.

Una capa protectora está formada opcionalmente en el primer y segundo electrodos 15, 16 para proteger dicho primer y segundo electrodos 15, 16 y/o para proteger las sustancias activas de los contaminantes metálicos, como se describe en el documento FR 2 869 531.

5 El dispositivo 10 está realizado preferentemente a partir de un material eléctricamente aislante tal como materiales polímeros.

10 Más preferentemente, el dispositivo 10 está realizado a partir de materiales polímeros transparentes para controlar el llenado del reservorio 13 con las sustancias activas y asegurar que el primer y segundo electrodos 15, 16 están en contacto con las sustancias activas.

15 El extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11 está realizado preferentemente a partir de material polímero sustancialmente flexible, de modo que el extremo distal 14 no pueda dañar la superficie ocular 101. Tal material flexible es, por ejemplo, un polímero elastómero del tipo poliuretano (PUR), amida con bloques de poliéter (PEBA), silicona (SI), estireno-etileno-butadieno-estireno (SEBS) o caucho de etileno-propileno-monómero diénico (EPDM).

20 Haciendo referencia a continuación a la figura 3, el reservorio 13 comprende además una pared de separación 20 dispuesta concéntricamente a la pared de cuerpo 11. La pared de separación 20 define una primera cámara 21 dispuesta en la parte periférica del reservorio 13 y que recibe el primer electrodo 15, y una segunda cámara 22 dispuesta en la parte central del reservorio 13 y que recibe el segundo electrodo 16.

25 La pared de separación 20 comprende un extremo distal circular 23 configurado para ser posicionado sobre la superficie ocular 101 y que rodea solamente la córnea 102. Por tanto, el extremo distal 23 de la pared de separación 20 separa la córnea 102 de la parte de la esclerótica 103 rodeada por la pared de cuerpo 11.

30 Una dimensión de la pared de cuerpo 11 a lo largo de la dirección longitudinal es preferentemente mayor que la dimensión que es necesaria para asegurar el contacto del extremo distal 23 de la pared de separación 20 con la superficie ocular 101, de modo que el extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11 pueda deformarse elásticamente y adaptarse a la forma de la superficie ocular 101 cuando contacta con la superficie ocular 101.

35 Una superficie de soporte en forma de disco 24 que se extiende perpendicularmente al eje longitudinal A está prevista en un extremo proximal 25 de la pared de separación 20 para cerrar por lo menos la segunda cámara 22. Preferentemente, la superficie de soporte 24 está prevista para cerrar la primera y segunda cámaras 21, 22.

40 La superficie de soporte 24 incluye medios de sujeción 27 dispuestos periféricamente y que cooperan con unos medios de sujeción suplementarios 28 dispuestos en un extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11. Por ejemplo, la superficie de soporte 24 comprende un faldón anular 27 dispuesto periféricamente y que se extiende a lo largo de la dirección longitudinal en ambos sentidos. El faldón anular 27 coopera con un hombro 28 dispuesto en el extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11 y configurado para detener una traslación de la superficie de soporte 24 a lo largo de la dirección longitudinal hacia el extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11.

45 El faldón anular 27 está realizado preferentemente a partir de material polímero sustancialmente rígido. Tal material polímero rígido es, por ejemplo, polimetilmetacrilato (PMMA), poliestireno (PS), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC) o poliuretano (PUR).

50 La pared de cuerpo 11 puede encajarse en el faldón anular 27 de la superficie de soporte 24 que utiliza cualquier procedimiento adecuado, por ejemplo adhesivo, termosellado (por ejemplo, por ultrasonidos o por rotación o por espejo) o por sobremoldeado (también denominado moldeado de inserto).

55 El faldón anular 27 puede extenderse más o menos hacia el extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11 para ajustar la flexibilidad de la pared de cuerpo 11. Dicho ajuste asegura, por ejemplo, la deformación elástica del extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11 cuando contacta con la superficie ocular 101, mientras funciona el refuerzo mecánico de la parte de la pared de cuerpo 11 que coopera con el faldón anular 27 y se somete a la presión del párpado.

60 El primer y segundo electrodos 15, 16, por ejemplo, están directamente formados sobre la superficie de soporte 24 por:

- electrodeposición;
  - deposición de una tinta que comprende un material eléctricamente conductor utilizando la técnica de tampografía;
- 65

- deposición de una película maciza, por ejemplo una película maciza de acetato que comprende un material eléctricamente conductor;
- sobremoldeado de polímeros que comprenden un material eléctricamente conductor; o

5 - inserción de electrodos metálicos obtenidos por corte, gofrado, mecanización o utillaje progresivo. Los electrodos 15, 16 se enganchan elásticamente, por ejemplo, en la superficie de soporte 24.

10 Preferentemente, el primer y segundo electrodos 15, 16 están dispuestos sobre una cara de la superficie de soporte 24 que mira a la pared de separación 20, de modo que el primer y segundo electrodos 15, 16 estén dispuestos delante de la superficie ocular 101, cuando el dispositivo 10 está posicionado sobre la superficie ocular 101. Ventajosamente, las aberturas 29, 30 que conducen a la primera y segunda cámaras 21, 22, respectivamente, están dispuestas en la superficie de soporte 24 para conectar el primer y segundo electrodos 15, 16 al primer y segundo generadores de corriente 17, 18.

15 La superficie de soporte 24 comprende además por lo menos una primera abertura 31 que conduce a la primera cámara 21 para llenar la primera cámara 21 con por lo menos una sustancia activa, cuando el dispositivo 10 está posicionado sobre la superficie ocular 101.

20 La superficie de soporte 24 comprende también una segunda abertura 32 que conduce a la segunda cámara 22. Preferentemente, la segunda abertura 32 está dispuesta centralmente a la superficie de soporte 24. La segunda abertura 32 está configurada para aplicar un ligero vacío sobre la córnea 102 cuando el dispositivo 10 está posicionado sobre la superficie ocular 101, de modo que el dispositivo 10 esté inmovilizado mientras se trata el ojo. La segunda abertura 32 está configurada también para llenar la segunda cámara 22 con sustancias activas, cuando el dispositivo 10 está posicionado sobre la superficie ocular 101.

25 Preferentemente, la primera y segunda aberturas 31, 32 están rodeadas respectivamente por salientes 33, 34 que se extienden desde la superficie de soporte 24 a lo largo de la dirección longitudinal y hacia el extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11.

30 Por tanto, tal como se ilustra en la figura 3, dos sustancias activas diferentes  $X_1$  y  $X_2$  pueden aplicarse ventajosamente a la esclerótica 103 y la córnea 102, respectivamente. Una primera sustancia activa  $X_1$  se carga, por ejemplo, en la primera cámara 21 para tratar la esclerótica 103, mientras que una segunda sustancia activa  $X_2$  se carga, por ejemplo, en la primera cámara 22 para tratar la córnea 102. Por tanto, la primera y segundas sustancias activas  $X_1$  y  $X_2$  pueden adaptarse para cada tejido ocular 102, 103. Por tanto, puede proporcionarse un tratamiento adaptado a cada tejido ocular 102, 103 utilizando el mismo dispositivo 10.

35 El dispositivo 10 puede incluir también una rejilla en forma de disco 35 dispuesta dentro de la segunda cámara 22. La rejilla 35 está configurada para mantener la deformación elástica de la córnea 102 cuando el dispositivo 10 se posiciona sobre la superficie ocular 101, y el ligero vacío se aplica sobre la córnea 102. La rejilla 35 comprende una superficie cóncava 36 configurada para adaptarse a la forma convexa de la córnea 102 y una pared 37 que se extiende desde la superficie cóncava 36 a lo largo de la dirección longitudinal para facilitar el posicionamiento de la rejilla 35 dentro de la segunda cámara 22. La rejilla 35 está realizada preferentemente a partir de un material polímero sustancialmente rígido, tal como un material polímero rígido como, por ejemplo polimetilmetacrilato (PMMA), poliestireno (PS), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC) o poliuretano (PUR). Según esta forma de realización, el diámetro del segundo electrodo en forma de disco 16 es como máximo de 11,0 u 11,5 mm. Por tanto, el segundo electrodo 16 define una segunda superficie  $S_2$  de 0,95 cm<sup>2</sup> o 1,51 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Además, considerando el espesor de la pared de separación 20, el primer electrodo anular 15 exhibirá un diámetro interno de 12,0 a 12,5 mm y un diámetro externo entre 14,0 y 22,0 mm. El primer electrodo 15 define así una primera superficie  $S_1$  de 0,41 cm<sup>2</sup> a 2,67 cm<sup>2</sup>. Como resultado, considerando que la segunda densidad de corriente  $D_2$  no puede exceder 2 mA/cm<sup>2</sup> y que la primera densidad de corriente  $D_1$  no puede exceder 10 mA/cm<sup>2</sup>, la segunda intensidad de corriente  $I_2$  aplicada al segundo electrodo 16 estará entre 1,9 mA y 3,0 mA y la primera intensidad de corriente  $I_1$  aplicada al primer electrodo 15 será de 26,7 mA para una primera superficie máxima  $S_1$  de 2,67 cm<sup>2</sup>.

55 La superficie de soporte 24 y el extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11, en particular el hombro 28, están realizados preferentemente a partir de un material polímero sustancialmente rígido. Dicho material polímero rígido es, por ejemplo, polimetilmetacrilato (PMMA), poliestireno (PS), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC) o poliuretano (PUR). Las partes rígidas 24, 26 del dispositivo 10 pueden realizarse, por ejemplo, por mecanización, moldeado, fundición en vacío o cualquier otro procedimiento adecuado para trabajar tales materiales polímeros rígidos.

60 Las partes rígidas 24, 26 añaden rigidez al dispositivo 10 para evitar deformaciones del dispositivo 10 bajo tensiones mecánicas, por ejemplo cuando el párpado presiona sobre la pared de cuerpo 11 o cuando se aplica el ligero vacío dentro de la segunda cámara 22.



5 Por el contrario, los extremos distales 14, 23 de la pared de cuerpo 11 y la pared de separación 20 están realizados preferentemente a partir de material polímero sustancialmente flexible, de modo que los extremos distales 14, 23 no puedan dañar la superficie ocular 101. Dicho material flexible es, por ejemplo, un polímero elastómero del tipo de poliuretano (PUR), amida con bloques de poliéter (PEBA), silicona (SI), estireno-etileno-butadieno-estireno (SEBS) o caucho de etileno-propileno-monómero diénico (EPDM).

10 Haciendo referencia a continuación a la figura 4, el reservorio 13 comprende una primera y segunda paredes de separación 38, 39 dispuestas concéntricamente a la pared de cuerpo 11. La primera y segunda paredes de separación 38, 39 definen un anillo de succión 40 dispuesto entre una primera cámara 21 prevista en la parte periférica del reservorio 13 y que recibe el primer electrodo 15, y una segunda cámara 22 prevista en la parte central del reservorio 13 y que recibe el segundo electrodo 16.

15 Cada una de entre la primera y segunda paredes de separación 38, 39 comprende un extremo distal circular 41, 42 configurado para ser posicionado sobre la superficie ocular 101. El extremo distal 41 de la primera pared de separación 38 está configurado para rodear una parte de la esclerótica 103 y la córnea 102 o para rodear solamente la córnea 102. El extremo distal 42 de la segunda pared de separación 39 está configurado para rodear solamente la córnea 102.

20 Una dimensión de la pared de cuerpo 11 a lo largo de la dirección longitudinal es preferentemente mayor que la dimensión que es necesaria para asegurar el contacto de los extremos distales 41, 42 de la primera y segunda paredes de separación 38, 39 con la superficie ocular 101, de modo que el extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11 pueda deformarse elásticamente y adaptarse a la forma de la superficie ocular 101 cuando contacta con la superficie ocular 101.

25 La primera y segunda paredes de separación 38, 39 comprenden además unos extremos proximales 43, 44 que están conectados uno a otro por medio de una superficie proximal anular 45 para cerrar el anillo de succión 40. La superficie proximal 45 se extiende preferentemente de forma radial más allá de la primera y segunda paredes de separación 38, 39.

30 La superficie proximal anular 45 incluye una abertura de succión 46 que conduce al anillo de succión 40. La abertura de succión 46 está configurada para aplicar un ligero vacío sobre la superficie ocular 101, cuando el dispositivo 10 está posicionado sobre la superficie ocular 101, de modo que el dispositivo 10 quede inmovilizado mientras el ojo es tratado.

35 El dispositivo 10 está provisto también de una superficie de soporte en forma de disco 47 posicionada sobre la superficie proximal 45 y que recibe el primer y segundo electrodos 15, 16. El primer y segundo electrodos 15, 16 están dispuestos preferentemente sobre una primera cara de la superficie de soporte 47 posicionada delante de la superficie proximal 45.

40 Como se muestra en la figura 5, el primer y segundo electrodos 15, 16 están formados, por ejemplo, directamente sobre la superficie de soporte 47 imprimiendo una tinta que comprende un material eléctricamente conductor que utiliza la técnica de tampografía. El primer electrodo 15 tiene, por ejemplo, forma anular, mientras que el segundo electrodo 16 tiene, por ejemplo, forma de espiral.

45 El primer y segundo electrodos 15, 16 están conectados, por ejemplo, al primer y segundo generadores de corriente 17, 18, respectivamente, por medio de una primera y segunda patillas de conexión 48, 49 dispuestas en una lengüeta 50 que se extiende desde la parte periférica de la superficie de soporte 47, perpendicularmente al eje longitudinal A.

50 La superficie de soporte 47 está provista de una pared exterior 51 que se extiende perpendicularmente a una segunda cara de la superficie de soporte 47 y que rodea ésta.

55 La pared exterior 51 está realizada preferentemente a partir de material polímero sustancialmente rígido tal como, por ejemplo, polimetilmetacrilato (PMMA), poliestireno (PS), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC) o poliuretano (PUR).

60 La superficie de soporte 47 está provista también de una pared interior 52 que se extiende perpendicularmente a la segunda cara y concéntricamente a la pared exterior 51. Las paredes exterior e interior 51, 52 definen conjuntamente un surco alineado con la primera cámara 21, mientras que la pared interior 52 define una cavidad que está alineada con la segunda cámara 22.

65 Una abertura 53 está dispuesta dentro de la pared interior 52 de la superficie de soporte 47 y está configurada para disponerse coaxialmente con la abertura de succión 46, cuando la superficie de soporte 47 se posiciona sobre la superficie proximal 45. La abertura de succión 46 está rodeada, por ejemplo, por una pared 54 que se extiende desde la superficie proximal 45 a lo largo de la primera y segunda paredes de separación 38, 39, y configurada para insertarse en la abertura 53.

Según otra forma de realización de la invención ilustrada en la figura 6, la pared 54 que se extiende desde la superficie proximal 45 y que rodea la abertura de succión 46 comprende en un extremo proximal una brida anular 541 que se extiende radialmente hacia la pared de cuerpo 11, de modo que la pared 54 se engancha elásticamente en la correspondiente abertura 53 de la superficie de soporte 47. La pared 54 puede pegarse además o soldarse por ultrasonidos.

La superficie de soporte 47 comprende además unas primeras aberturas 56 previstas entre las paredes exterior e interior 51, 52 y que conducen a la primera cámara 21 para llenar la primera cámara 21 con por lo menos una sustancia activa. Las primeras aberturas 56 se utilizan también para evacuar gases generados durante la iontoforesis dentro de la primera cámara 21. Esos gases son, por ejemplo, hidrógeno en el cátodo y oxígeno en el ánodo.

La superficie de soporte 47 comprende también unas segundas aberturas 57 previstas en la parte de la superficie de soporte 47 rodeada por la pared interior 52 y que conducen a la segunda cámara 22 para llenar la segunda cámara 22 con por lo menos una sustancia activa. Las segundas aberturas 57 están dispuestas, por ejemplo, concéntricamente entre cada espira del segundo electrodo conformado en espiral 16. Las segundas aberturas 57 se utilizan también para evacuar los gases generados durante la iontoforesis dentro de la segunda cámara 22.

Por tanto, tal como se ilustra en la figura 4, dos sustancias activas diferentes  $X_1$  y  $X_2$  pueden aplicarse ventajosamente a la esclerótica 103 y la córnea 102, respectivamente. Una primera sustancia activa  $X_1$  se carga, por ejemplo, en la primera cámara 21 para tratar la esclerótica 103, mientras que una segunda sustancia activa  $X_2$  se carga, por ejemplo, en la primera cámara 22 para tratar la córnea 102. La primera y segunda sustancias activas  $X_1$  y  $X_2$  pueden adaptarse así para cada tejido ocular 102, 103. Por tanto, es posible con el dispositivo 10 tratar simultáneamente la córnea 102 y la esclerótica 103, mientras se tienen en cuenta las propiedades intrínsecas de cada tejido ocular 102, 103.

El extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11 está provisto, por ejemplo, de un hombro 28 configurado para recibir la parte periférica de la superficie de soporte 47, en particular la pared exterior 51 y la lengüeta 50, y bloquear una traslación de la superficie de soporte 47 a lo largo de la dirección longitudinal hacia el extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11. La pared exterior 51 puede encajarse en la pared de cuerpo 11 utilizando cualquier procedimiento adecuado, por ejemplo adhesivo, termosellado (por ejemplo, por ultrasonidos o por rotación o por espejo), o por sobremoldeado (también denominado moldeado de inserto).

Según esta forma de realización, el diámetro del segundo electrodo en forma de disco 16 es como máximo de 9,0 mm. Por tanto, el segundo electrodo 16 define una segunda superficie  $S_2$  de  $0,64 \text{ cm}^2$ . Además, considerando un espesor de la primera y segunda paredes de separación 38, 39 de aproximadamente 0,5 mm y un espesor del anillo de succión 40 de aproximadamente 0,5 mm, el primer electrodo anular 15 exhibirá un diámetro interno de 12,0 a 14,0 mm y un diámetro externo de entre 14,0 y 22,0 mm. El primer electrodo 15 define así una primera superficie  $S_1$  de  $0,41 \text{ cm}^2$  a  $2,67 \text{ cm}^2$ . Como resultado, considerando que la segunda densidad de corriente  $D_2$  no puede exceder de  $2 \text{ mA/cm}^2$  y que la primera densidad de corriente  $D_1$  no puede exceder de  $10 \text{ mA/cm}^2$ , la segunda intensidad de corriente  $I_2$  aplicada al segundo electrodo 16 estará entre 1,3 mA y la primera intensidad de corriente  $I_1$  aplicada al primer electrodo 15 será de 26,7 mA para una primera superficie máxima  $S_1$  de  $2,67 \text{ cm}^2$ .

La superficie de soporte 47 y el extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11, en particular el hombro 28, están realizados preferentemente a partir de un material polímero sustancialmente rígido. Dicho material polímero rígido es, por ejemplo, polimetilmetacrilato (PMMA), poliestireno (PS), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC) o poliuretano (PUR). Las partes rígidas 47, 26 del dispositivo 10 pueden realizarse, por ejemplo, por mecanización, moldeado, fundición en vacío o cualquier otro procedimiento adecuado para trabajar tales materiales polímeros rígidos.

Las partes rígidas 47, 26 añaden rigidez al dispositivo 10 para evitar que el dispositivo 10 se deforme cuando el párpado aplica una presión sobre la pared de cuerpo 11 o cuando el ligero vacío se aplica dentro del anillo de succión 40.

Por el contrario, los extremos distales 14, 41, 42 de la pared de cuerpo 11 y la primera y segunda paredes de separación 38, 39 se realizan preferentemente de material polímero sustancialmente flexible, de modo que los extremos distales 14, 41, 42 no puedan dañar la superficie ocular 101. Dicho material flexible es, por ejemplo, un polímero elastómero del tipo poliuretano (PUR), amida con bloques de poliéter (PEBA), silicona (SI), estireno-etileno-butadieno-estireno (SEBS) o caucho de etileno-propileno-monomero diénico (EPDM).

La figura 7 muestra otra forma de realización del dispositivo 10, en el que la superficie de soporte 47 comprende dos partes 58, 59 que no forman una pieza entre sí.

5 La primera parte 58 define una superficie anular configurada para recibir el primer electrodo 15 y que se posiciona delante de la primera cámara 21. La primera parte 58 está situada sobre la superficie proximal 45, por un lado y, por otro lado, sobre el hombro 28 dispuesto en el extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11. La primera parte 58 comprende además unas paredes exterior e interior 51, 52 que se extienden periféricamente hasta la primera parte 58, a lo largo de la dirección longitudinal y hacia el extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11. Las paredes exterior e interior 51, 52 definen conjuntamente un surco alineado con la primera cámara 21.

10 La segunda parte 59 define una superficie en forma de disco configurada para recibir el segundo electrodo 16 y que se posiciona delante de la segunda cámara 22. La segunda parte 59 se posiciona sobre la superficie proximal 45. La segunda parte 59 comprende además una pared exterior 521 que se extiende periféricamente hasta la segunda parte 59, a lo largo de la dirección longitudinal y hacia el extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11. La pared interior 52 de la primera parte 58 y la pared exterior 521 de la segunda parte 59 contactan, por ejemplo, una con otra.

15 Según esta forma de realización, el primer y segundo electrodos 15, 16 tienen, por ejemplo, forma de rejilla y están posicionados sobre la segunda cara de la superficie de soporte 47, de modo que no hay necesidad de fijar los electrodos 15, 16 a la superficie de soporte 47.

20 Sin embargo, esta forma de realización es aplicable también a la superficie de soporte 47 ilustrada en la figura 5.

25 Cada una de entre la pared interior 52 de la primera parte 58 y la pared exterior 521 de la segunda parte 59 comprende preferentemente una concavidad que se adapta a la forma de la pared 54 que se extiende desde la superficie proximal 45 y que rodea la abertura de succión 46. Dichas concavidades forman así conjuntamente la abertura 53 de la superficie de soporte 47 que recibe la pared 54 que rodea la abertura de succión 46.

30 La primera parte 58 comprende además unas primeras aberturas 56 que conducen a la primera cámara 21 para llenar la primera cámara 21 con por lo menos una sustancia activa y la segunda parte 59 comprende además unas segundas aberturas 57 que conducen a la segunda cámara 22 para llenar la segunda cámara 22 con por lo menos una sustancia activa. La primera y segunda aberturas 56, 57 se utilizan también para evacuar los gases generados durante la iontoforesis dentro de la primera y segunda cámaras 21, 22, respectivamente.

35 Por tanto, como se ilustra en la figura 7, dos sustancias activas diferentes  $X_1$  y  $X_2$  pueden aplicarse ventajosamente a la esclerótica 103 y la córnea 102, respectivamente. Una primera sustancia activa  $X_1$  se carga, por ejemplo, en la primera cámara 21 para tratar la esclerótica 103, mientras que una segunda sustancia activa  $X_2$  se carga, por ejemplo, en la primera cámara 22 para tratar la córnea 102. La primera y segunda sustancias activas  $X_1$  y  $X_2$  pueden adaptarse así para cada tejido ocular 102, 103. Por tanto, es posible con el dispositivo 10 tratar simultáneamente la córnea 102 y la esclerótica 103, mientras se tienen en cuenta las propiedades intrínsecas de cada tejido ocular 102, 103.

40 Como se ilustra en la figura 8, la segunda parte 59 puede comprender un anillo provisto de la pared exterior 521 y dos diámetros que se cruzan entre sí. El anillo y los diámetros definen conjuntamente las segundas aberturas 57.

45 Haciendo referencia a continuación a la figura 9, la superficie de soporte 47 forma una sola pieza con la primera y segunda paredes de separación 38, 39.

50 La superficie de soporte 47 tiene forma de disco y se extiende perpendicularmente al eje longitudinal A en los extremos proximales 43, 44 de la primera y segunda paredes de separación 38, 39 para cerrar el anillo de succión 40 y la primera y segunda cámaras 21, 22.

55 La superficie de soporte 47 recibe la abertura de succión 46 configurada para aplicar un ligero vacío sobre la superficie ocular 101, cuando el dispositivo 10 está posicionado sobre la superficie ocular 101. La abertura de succión 46 está rodeada por una pared 60 que se extiende desde la segunda cara de la superficie de soporte 47 a lo largo de la primera y segunda paredes de separación 38, 39.

60 La superficie de soporte 47 comprende, por ejemplo, un faldón anular 61 dispuesto periféricamente y que se extiende a lo largo de la dirección longitudinal en ambos sentidos. El faldón anular 61 coopera con un hombro 28 dispuesto en el extremo proximal 26 de la pared de cuerpo 11 y configurado para detener una traslación de la superficie de soporte 47 a lo largo de la dirección longitudinal hacia el extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11.

65 El faldón anular 61 está realizado preferentemente a partir de material polímero sustancialmente rígido. Tal material polímero rígido es, por ejemplo, polimetilmetacrilato (PMMA), poliestireno (PS), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC) o poliuretano (PUR).

5 El faldón anular 61 puede extenderse más o menos hacia los extremos distales 41, 42 de la primera y segunda paredes de separación 38, 39 para ajustar la flexibilidad del extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11. Dicho ajuste asegura, por ejemplo, la deformación elástica del extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11 cuando contacta con la superficie ocupar 101, mientras refuerza la parte de la pared de cuerpo 11 que coopera con el faldón anular 61 que está sometido a la presión del párpado.

10 La superficie de soporte 47 recibe también el primer y segundo electrodos 15, 16. El primer y segundo electrodos 15, 16 están preferentemente dispuestos sobre la primera cara de la superficie de soporte 47 que se posiciona delante del extremo distal 14 de la pared de cuerpo 11. El primer y segundo electrodos 15, 16 tienen, por ejemplo, forma de rejilla. Unos salientes anulares 62, 63 que se extienden radialmente hasta la primera pared de separación 38 y el faldón anular 61 dentro de la primera cámara 21 están previstos para sujetar el primer electrodo 15, al tiempo que un saliente anular 64 que se extiende radialmente hasta la segunda pared de separación 39 dentro de la segunda cámara 22 está previsto para sujetar el segundo electrodo 16, de modo que el primer y segundo electrodos en forma de rejilla 15, 16 pueden engancharse elásticamente sobre la superficie de soporte 47.

20 El primer y segundo electrodos 15, 16 están conectados, por ejemplo, al primer y segundo generadores de corriente 17, 18, respectivamente, a través de unas aberturas 65, 66 practicadas en la superficie de soporte 47. Las aberturas 65, 66 están rodeadas, por ejemplo, por una pared 67, 68 que se extiende desde la segunda cara de la superficie de soporte 47 a lo largo de la primera y segunda paredes de separación 38, 39.

25 La superficie de soporte 47 comprende además la primeras aberturas 56 que conducen a la primera cámara 21 para llenar la primera cámara 21 con por lo menos una sustancia activa y las segundas aberturas 57 que conducen a la segunda cámara 22 para llenar la segunda cámara 22 con por lo menos una sustancia activa. La primera y segunda aberturas 56, 57 se utilizan también para evacuar gases generados durante la iontoforesis dentro de la primera y segunda cámaras 21, 22, respectivamente.

30 Por tanto, como se ilustra en la figura 9, dos diferentes sustancias activas  $X_1$  y  $X_2$  pueden aplicarse ventajosamente a la esclerótica 103 y la córnea 102, respectivamente. Una primera sustancia activa  $X_1$  se carga, por ejemplo, en la primera cámara 21 para tratar la esclerótica 103, mientras una segunda sustancia activa  $X_2$  es cargada, por ejemplo, en la primera cámara 22 para tratar la córnea 102. La primera y segunda sustancias activas  $X_1$  y  $X_2$  pueden adaptarse así a cada tejido ocular 102, 103. Por tanto, con el dispositivo 10 es posible tratar simultáneamente la córnea 102 y la esclerótica 103, al tiempo se tienen en cuenta las propiedades intrínsecas de cada tejido ocular 102, 103.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) para suministrar por lo menos una sustancia activa a un globo ocular (100), que comprende:

- 5 - un reservorio (13) configurado para recibir por lo menos una sustancia activa ( $X_1$ ,  $X_2$ ),
- una pared (11) que define un cuerpo en forma tubular dispuesto a lo largo de un eje longitudinal (A), que delimita lateralmente el reservorio y que comprende un extremo distal circular (14) configurado para ser posicionado sobre una superficie ocular (101) del globo ocular y que rodea la córnea (102) y una parte de la esclerótica (103) del globo ocular (100),
- 10 - un primer electrodo (15) configurado para ser posicionado delante de la parte de la esclerótica (103) que está rodeada por la pared (11) cuando la pared está en su sitio sobre dicha superficie ocular (101), estando dicho primer electrodo (15) configurado para suministrar una primera densidad de corriente ( $D_1$ ) a por lo menos una sustancia activa del reservorio (13),

estando el dispositivo caracterizado por que comprende además:

- 20 - un segundo electrodo (16) configurado para ser posicionado delante de la córnea (102) cuando la pared (11) está en su sitio sobre dicha superficie ocular (101), estando dicho segundo electrodo (16) configurado para suministrar una segunda densidad de corriente ( $D_2$ ) a por lo menos una sustancia activa del reservorio (13),
- 25 - por lo menos un controlador (17, 18) para controlar independientemente dicho primer y segundo electrodos (15, 16), y por que:
- el segundo electrodo (16) define una segunda superficie en forma de disco ( $S_2$ ) que se extiende perpendicularmente al eje longitudinal (A), estando la segunda superficie ( $S_2$ ) dispuesta sobre una parte central del reservorio (13), definiendo el primer electrodo (15) una primera superficie anular ( $S_1$ ) que se extiende perpendicularmente al eje longitudinal (A), estando la primera superficie ( $S_1$ ) dispuesta sobre una parte periférica del reservorio (13),
- 30 - un primer y segundo electrodos (15, 16) están dispuestos concéntricamente uno con respecto a otro, de modo que el primer electrodo (15) y el segundo electrodo (16) estén posicionados, respectivamente, delante de la esclerótica (103) y delante de la córnea (102), cuando el dispositivo está posicionado sobre dicha superficie ocular (101).

2. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según la reivindicación 1, en el que:

- 40 - un diámetro externo máximo del primer electrodo (15) es de 22 mm,
- un diámetro interno máximo del primer electrodo (15) es de 12,5 mm, y
- un diámetro máximo del segundo electrodo (16) es de 11,5 mm.

3. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el reservorio (13) comprende una pared de separación (20) que define una primera y segunda cámara (21, 22) dispuestas concéntricamente una con respecto a otra, recibiendo la primera cámara (21) el primer electrodo (15) y recibiendo la segunda cámara (22) el segundo electrodo (16).

4. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según la reivindicación 3, en el que una superficie de soporte en forma de disco (24) se extiende perpendicularmente al eje longitudinal (A) en un extremo proximal (25) de la pared de separación (20) para cerrar por lo menos la segunda cámara (22), y en el que el primer y segundo electrodos (15, 16) están directamente formados sobre la superficie de soporte (24) por electrodeposición o deposición de una tinta que comprende un material eléctricamente conductor utilizando la técnica de tampografía.

5. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, en el que una superficie de soporte en forma de disco (24) se extiende en un extremo proximal (25) de la pared de separación (20) para cerrar por lo menos la segunda cámara (22) y comprende una abertura de succión (32) que conduce a la segunda cámara (22) para aplicar un vacío sobre la córnea (102), cuando el dispositivo está posicionado sobre dicha superficie ocular (101).

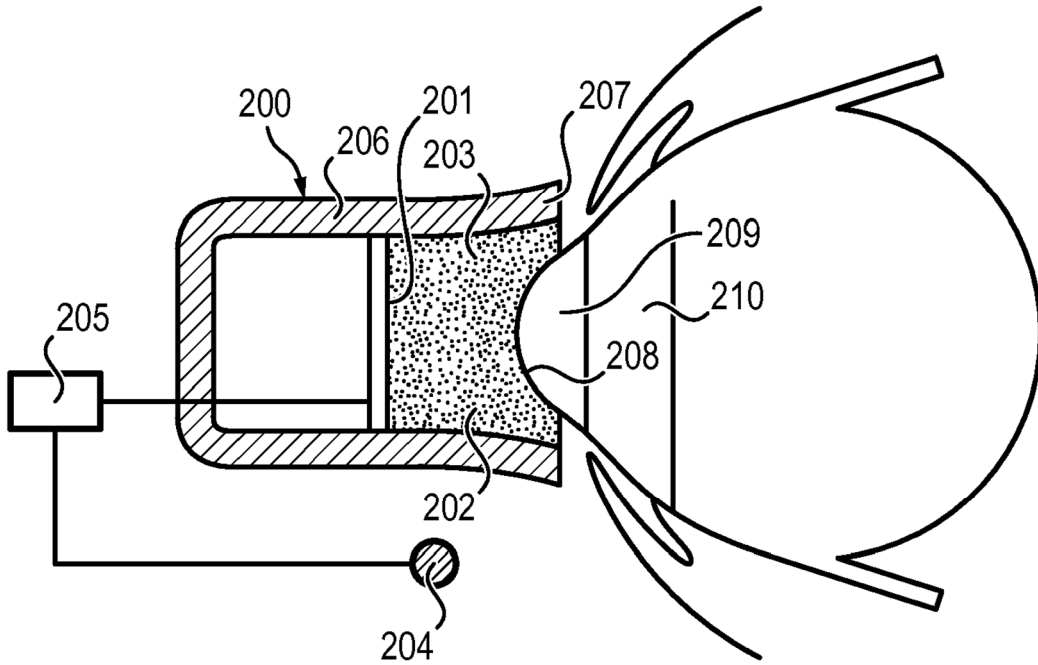
6. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, que además comprende una rejilla (35) dispuesta dentro de la segunda cámara (22) y configurada para mantener la deformación elástica de la córnea (102), cuando el dispositivo (10) está posicionado sobre dicha superficie ocular (101).

7. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el reservorio

- (13) comprende una primera y segunda pared de separación (38, 39) dispuestas concéntricamente a la pared que define el reservorio (13), y definiendo un anillo de succión (40) dispuesto entre una primera cámara (21) dispuesta en una parte periférica del reservorio (13) y recibiendo el primer electrodo (15) y una segunda cámara (22) prevista en una parte central del reservorio (13) y recibiendo el segundo electrodo (16).
- 5 8. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según la reivindicación 7, en el que la primera y segunda paredes de separación (38, 39) además comprenden unos extremos proximales (43, 44) que están conectados entre sí por medio de una superficie proximal anular (45) para cerrar el anillo de succión (40), incluyendo dicha superficie proximal (45) una abertura de succión (46) que conduce al anillo de succión (40), estando dicha abertura de succión (46) configurada para aplicar un ligero vacío sobre la superficie ocular (101), cuando el dispositivo (10) está posicionado sobre la superficie ocular (101), de tal modo que el dispositivo (10) esté inmovilizado mientras el ojo es tratado.
- 10 9. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, que además comprende una superficie de soporte en forma de disco (47) posicionada en un extremo proximal (43, 44) de la primera y segunda paredes de separación (38, 39) y que recibe el primer y segundo electrodos (15, 16).
- 15 10. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según la reivindicación 9, en el que el primer y segundo electrodos (15, 16) están directamente formados sobre la superficie de soporte (47) por impresión de una tinta que comprende un material eléctricamente conductor utilizando la técnica de tampografía.
- 20 11. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según la reivindicación 9, en el que el primer y segundo electrodos (15, 16) tienen forma de rejilla y están posicionados sobre la superficie de soporte (47).
- 25 12. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según la reivindicación 11, en el que un saliente anular (64) que se extiende radialmente hasta la segunda pared de separación (39) dentro de la segunda cámara (22) está previsto para sujetar el segundo electrodo (16).
- 30 13. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, en el que los salientes anulares (62, 63) que se extienden dentro de la primera cámara (21), radialmente hasta la primera pared de separación (38) y un faldón anular (61) dispuesto periférica y perpendicularmente a la superficie de soporte (47), están previstos para sujetar el primer electrodo (15).
- 35 14. Dispositivo de iontoforesis ocular según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el primer electrodo (15) tiene forma anular, y el segundo electrodo (16) tiene forma de espiral.
- 40 15. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que la superficie de soporte (47) comprende unas aberturas (56, 57) que conducen al reservorio (13) para evacuar los gases generados durante la iontoforesis.
- 45 16. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que la superficie de soporte (47) forma una sola pieza con la primera y segunda paredes de separación (38, 39).
- 50 17. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 16, en el que la superficie de soporte (47) está provista de unas paredes exterior e interior (51, 52) que se extienden perpendicularmente a la superficie de soporte y que definen conjuntamente un surco alineado con la primera cámara, mientras que la pared interior define una cavidad alineada con la segunda cámara.
- 55 18. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, en el que la superficie de soporte (47) comprende dos partes independientes (58, 59), estando una primera parte (58) posicionada delante de la primera cámara (21) y recibiendo el primer electrodo (15), y estando una segunda parte (59) posicionada delante de la segunda cámara (22) y recibiendo el segundo electrodo (16).
- 60 19. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 18, en el que la superficie de soporte (47) comprende por lo menos una primera abertura (56) que conduce a la primera cámara (21) para llenar la primera cámara (21) con por lo menos una sustancia activa.
- 65 20. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 9 o 19, en el que la superficie de soporte (47) comprende por lo menos una segunda abertura (57) que conduce a la segunda cámara (22) para llenar la segunda cámara (22) con por lo menos una sustancia activa.
21. Dispositivo de iontoforesis ocular (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en el que una distancia entre el primer y segundo electrodos (15, 16) y el extremo distal (14) de la pared (11) que define el reservorio (13) es mayor que 4 mm.

**FIG. 1**

Estado de la técnica



**FIG. 2**

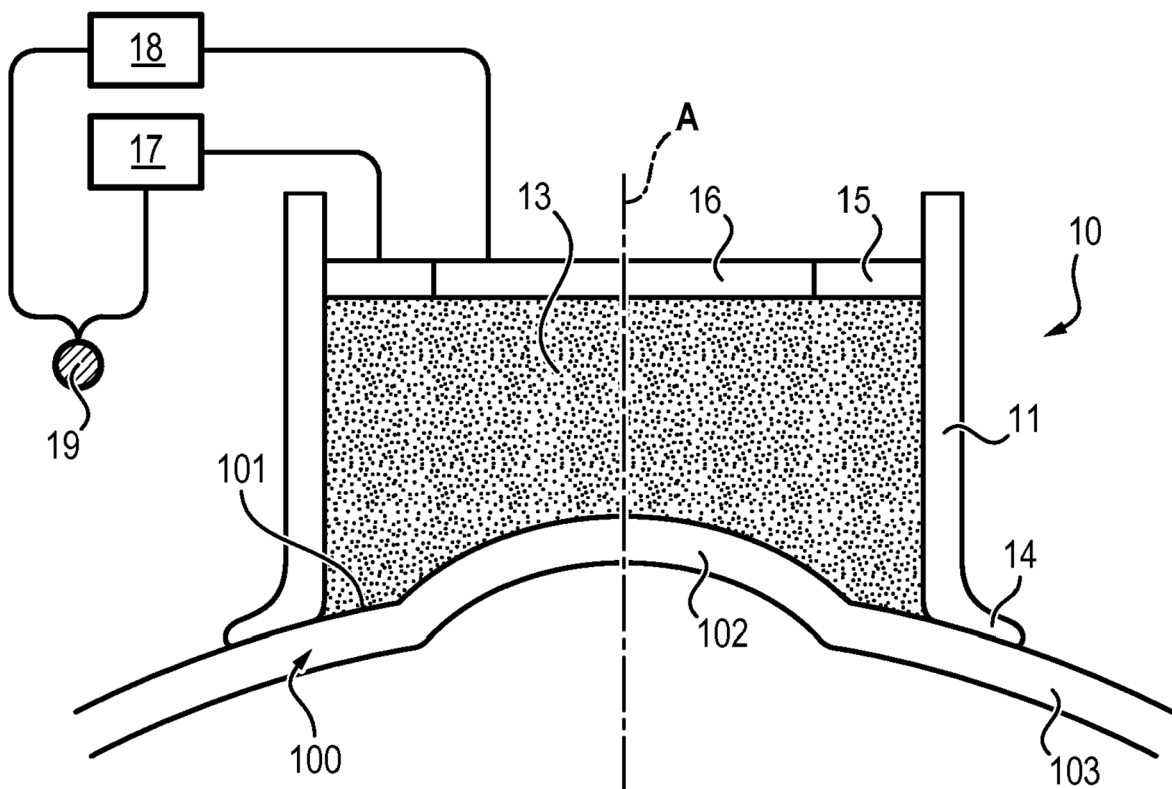






FIG. 5

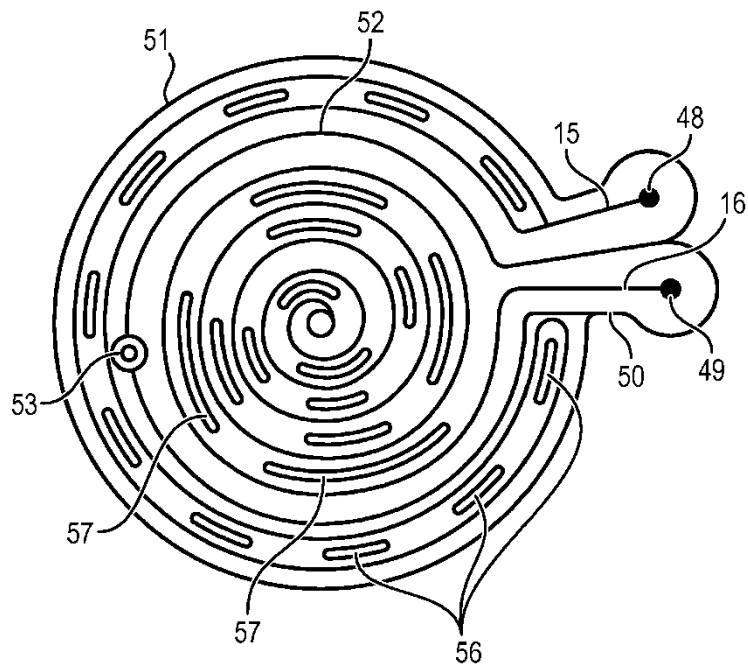


FIG. 6

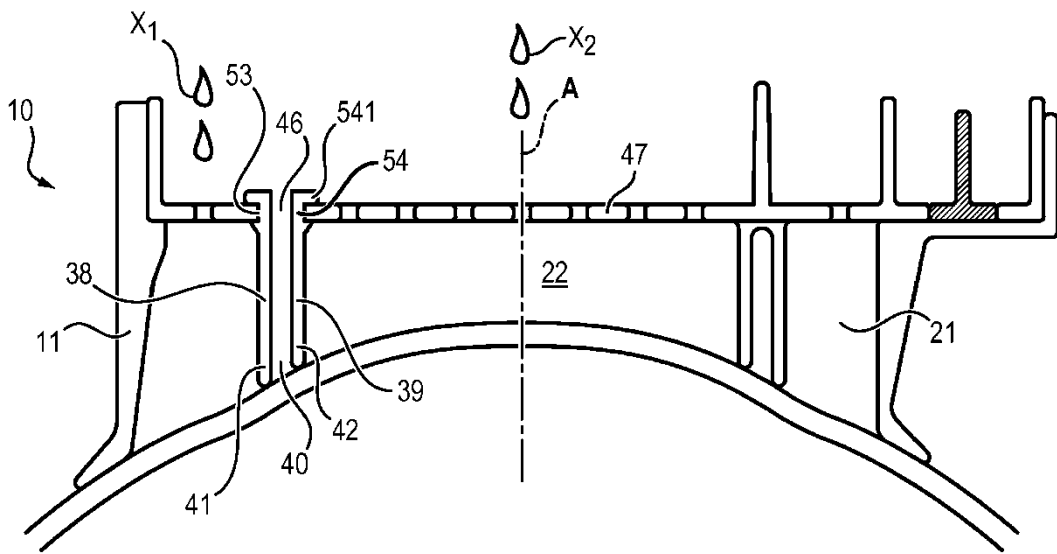


FIG. 7

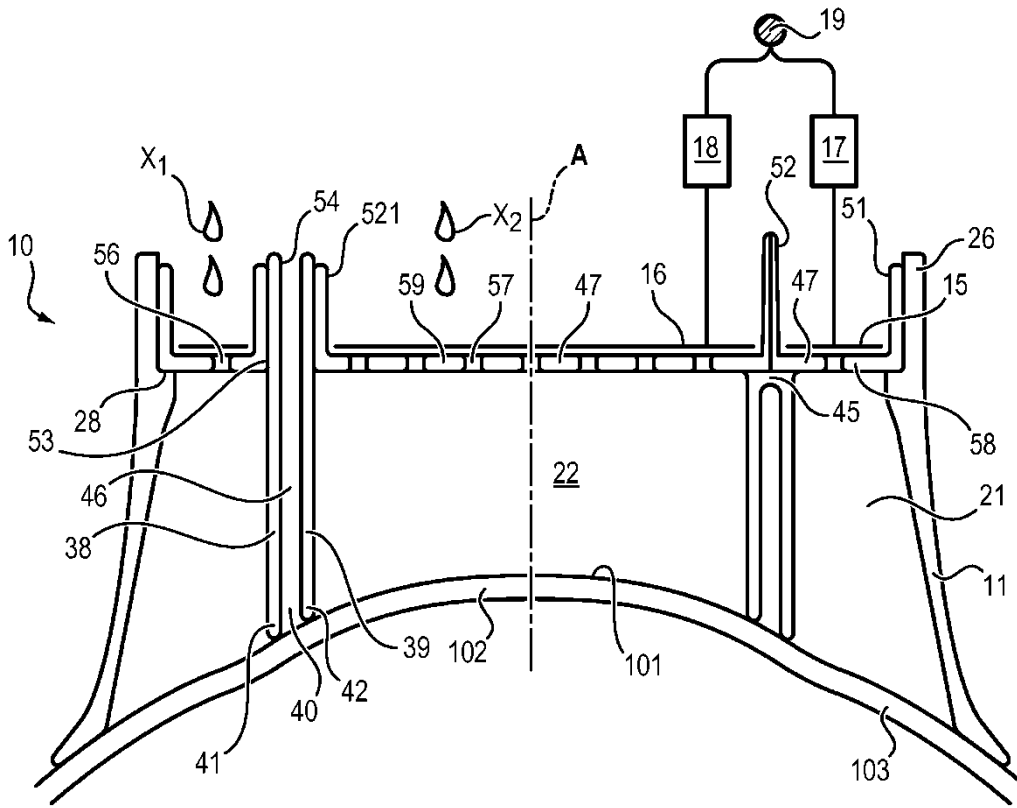


FIG. 8

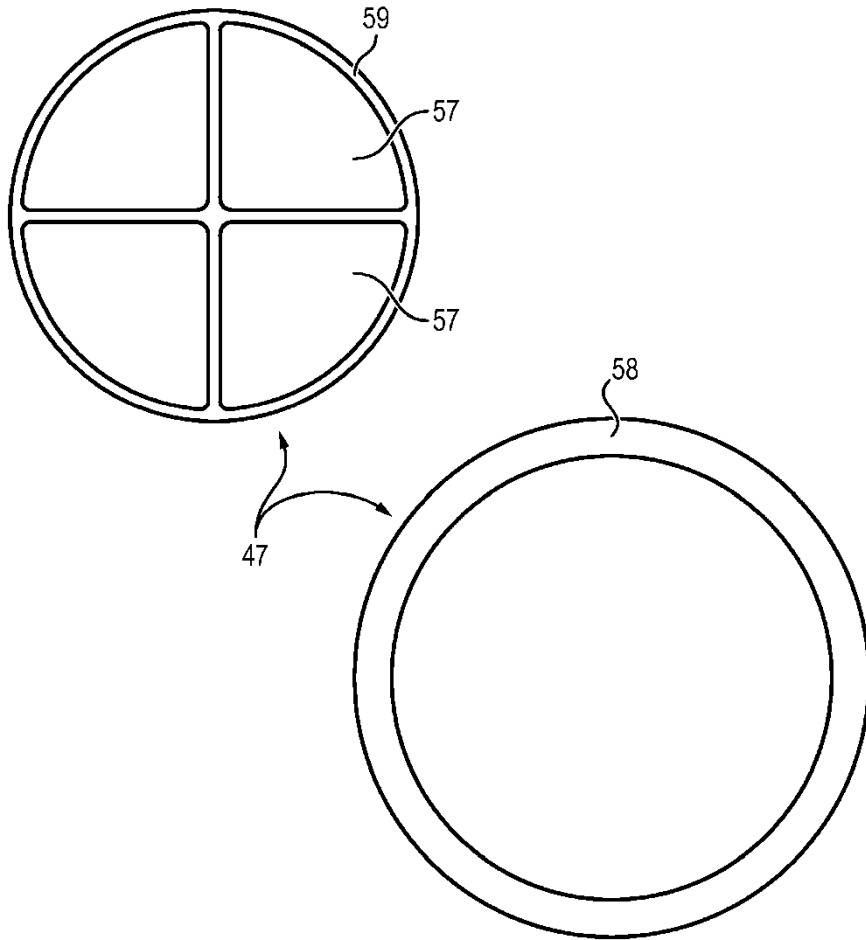


FIG. 9

