

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 703**

51 Int. Cl.:

A61F 9/009 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2012 E 12745970 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2720658**

54 Título: **Dispositivo de desempañado de interfaz de paciente**

30 Prioridad:

03.08.2011 US 201113197071

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

30.06.2016

73 Titular/es:

ALCON LENSX, INC. (100.0%)

33 Journey, Suite 175

Aliso Viejo, CA 92656, US

72 Inventor/es:

RAKSI, FERENC

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 575 703 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 desempañado de interfaz de paciente.

5 **Referencia cruzada a la solicitud relacionada**

La presente solicitud reivindica prioridad en virtud de 35 U.S.C. § 119 a la solicitud de patente US nº de serie 13/197.071, presentada el 3 de agosto de 2011.

10 **Campo técnico**

El presente documento de patente se refiere a interfaces de paciente para procedimientos oftálmicos. Con mayor detalle, el presente documento de patente se refiere a sistemas de desempañado para interfaces de paciente de sistemas de láser quirúrgico oftálmicos.

15 **Antecedentes**

20 La introducción y aceptación generalizada de los sistemas de láser quirúrgico en aplicaciones oftálmicas marcaron el comienzo de una nueva era de precisión y control. Una de las claves para lograr este alto nivel de control es la inmovilización del ojo en relación con el sistema de láser quirúrgico. En muchos dispositivos, la inmovilización se lleva a cabo fijando una interfaz de paciente al objetivo del sistema de láser quirúrgico y con el acoplamiento ("docking") a continuación de la interfaz de paciente en el ojo. El acoplamiento se logra a menudo mediante el acoplamiento de un sistema de succión de vacío. Para proporcionar una interfaz óptica bien definida con una curvatura bien conocida para el haz óptico y de láser del sistema de láser quirúrgico, las interfaces de paciente normalmente incluyen una lente de contacto o lente de aplanación que entra en contacto directo con la córnea del ojo del que están obteniéndose imágenes.

30 Uno de los factores, la precisión y utilidad de estos sistemas, depende de que la interfaz de paciente que está acoplándose en el ojo esté en una posición central. Un acoplamiento central de este tipo, o centrado, alinea un eje óptico del objetivo del sistema de láser y un eje óptico del ojo. Puesto que el haz de láser quirúrgico normalmente se dirige y se controla en relación con el eje óptico del objetivo, la alineación del eje óptico del ojo con el eje óptico del objetivo mediante un acoplamiento central puede permitir controlar y dirigir el haz de láser en el ojo con alta precisión.

35 Sin embargo, lograr un acoplamiento central a menudo supone un reto por múltiples motivos. En primer lugar, el equipo quirúrgico puede hacer que maniobrar el objetivo resulte complicado. Además, para algunos procedimientos, es necesario alinear estructuras del ojo difíciles de ver y de las que es difícil obtener imágenes, tales como su cristalino, con la interfaz de paciente. Por tanto, puesto que el cristalino a menudo no está alineado con las estructuras visibles del ojo, centrar la interfaz de paciente con una estructura visible puede dar como resultado una desalineación de la interfaz de paciente con el cristalino. Además, los pacientes en ocasiones mueven los ojos durante el acoplamiento, incluso contra su propia voluntad, y es necesario compensar estos movimientos involuntarios para ajustar la interfaz de paciente.

45 Para lograr una alta precisión durante la alineación y el posterior acoplamiento debido a estas dificultades, los sistemas de láser quirúrgico a menudo ayudan al cirujano mediante la inclusión de un sistema de obtención de imágenes avanzado. Este sistema de obtención de imágenes avanzado puede incluir un estereomicroscopio, un monitor de vídeo y en ocasiones un dispositivo de tomografía de coherencia óptica (OCT). Sin embargo, integrar estos sistemas de obtención de imágenes avanzados en los sistemas quirúrgicos que también utilizan una interfaz de paciente puede introducir retos para el diseño del sistema.

50 El estado de la técnica está representado por los documentos US 2008/071254, US 2003/153904, la patente US nº 6.412.334 y el documento US 2008/194915.

55 **Sumario**

La presente invención proporciona un sistema de acoplamiento oftálmico según las reivindicaciones siguientes. Uno de los retos del diseño es que durante el procedimiento de alineación, la interfaz de paciente se mantiene algunos milímetros por encima del ojo durante un periodo prolongado. Durante este tiempo, el cirujano puede hacer funcionar el vídeo o sistemas de obtención de imágenes de OCT, analizar las imágenes y maniobrar y ajustar el objetivo haciendo funcionar un brazo del sistema de láser quirúrgico, por ejemplo. Sin embargo, durante todo este tiempo se evapora agua de la superficie del ojo, creando una atmósfera rica en vapor de agua entre el ojo y la lente de contacto. En la mayoría de los sistemas, la temperatura de la lente de contacto normalmente es menor que la del cuerpo y el ojo. Debido a esta diferencia de temperatura, puede condensarse agua a partir del vapor sobre la lente de contacto. Esta condensación puede deteriorar la visibilidad a través de la interfaz de paciente, introduciendo borrosidad en la imagen de vídeo y ruido en la imagen de OCT. Ambos efectos pueden reducir de manera desventajosa la precisión del procedimiento de alineación y acoplamiento.

5 En este contexto, las formas de realización descritas en este documento de patente ofrecen soluciones para el problema de la condensación sobre la lente de contacto de la interfaz de paciente. En todas las formas de realización, un sistema de acoplamiento oftálmico comprende una interfaz de paciente, que presenta una parte proximal configurada para unirse a un sistema oftálmico, una parte distal configurada para unirse a un ojo, que incluye una lente de contacto y un sistema de fijación de interfaz, y un descondensador, acoplado a la interfaz de paciente configurado para reducir una condensación de vapor en la lente de contacto.

10 Un método ejemplificativo de acoplamiento oftálmico incluye proporcionar una interfaz de paciente que presenta una lente de contacto y está acoplada a un descondensador, generar un flujo de gas de descondensación mediante el descondensador hacia la lente de contacto antes de acoplar la interfaz de paciente en un ojo, y acoplar la interfaz de paciente en el ojo.

15 Un sistema de interfaz oftálmica puede incluir una interfaz de paciente, que puede unirse a un sistema oftálmico de láser, incluyendo la interfaz de paciente una lente de contacto que va a acoplarse a un ojo, y un sistema de desecación, configurado para dirigir un flujo de gas de desecación hacia la lente de contacto.

20 El alcance de la invención está limitado por la reivindicación independiente 1 adjunta. Las formas de realización adicionales y las modificaciones adicionales se dan a conocer en las reivindicaciones dependientes 2 a 13 adjuntas.

20 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 representa un sistema de láser quirúrgico oftálmico.

25 La figura 2 representa un sistema de acoplamiento oftálmico con un descondensador.

Las figuras 3A a E representan diversos ejemplos de un descondensador.

30 Las figuras 4A a F representan diversos ejemplos y formas de realización de un sistema de acoplamiento oftálmico con un descondensador.

La figura 5 ilustra un método ejemplificativo de acoplamiento oftálmico con un descondensador.

35 La figura 6 ilustra un sistema de acoplamiento oftálmico con una interfaz de paciente de dos piezas.

La figura 7 ilustra una interfaz de paciente en la que el sistema de fijación incluye almohadillas de contacto.

Descripción detallada

40 Las puestas en práctica y las formas de realización en el presente documento de patente proporcionan un sistema de acoplamiento oftálmico que puede reducir o eliminar la condensación sobre la lente de contacto de la interfaz de paciente.

45 La figura 1 representa un sistema de láser quirúrgico oftálmico 100. El sistema de láser 100 puede incluir un láser 110 quirúrgico que puede generar y acoplar un haz de láser quirúrgico en un componente 120 óptico en un divisor de haz BS1. El láser 110 quirúrgico puede generar un haz de láser pulsante con una longitud de impulso de femtosegundo. El componente 120 óptico puede redirigir y suministrar el haz de láser pulsante a un ojo de acoplamiento 1d de un paciente 10 a través de un objetivo 122 y una interfaz 210 de paciente, o PI, que se acopla sobre el ojo de acoplamiento 1d.

50 El sistema de láser 100 también puede incluir un sistema 130 de obtención de imágenes. El sistema 130 de obtención de imágenes puede proporcionar una o más imágenes para que un cirujano oftálmico aumente la precisión del acoplamiento de la PI 210 y en general de los procedimientos oftálmicos llevados a cabo con el sistema de láser 100. Las imágenes pueden incluir una imagen de microscopio estereoscópico, una imagen de vídeo y una imagen de tomografía de coherencia óptica u OCT. La imagen puede analizarse mediante un procesador 132 de imágenes.

55 La imagen generada puede presentarse visualmente en un sistema de guiado 140. Una de las funciones del sistema de guiado 140 puede ser guiar al cirujano para alinear un centro del ojo y un centro o eje del componente 120 óptico para optimizar el acoplamiento de la PI 210. En algunas formas de realización, el sistema de guiado 140 puede incluir un monitor de vídeo para presentar visualmente la imagen de vídeo creada por el sistema 130 de obtención de imágenes. En otras formas de realización, el sistema de guiado 140 puede incluir una pantalla de OCT para presentar visualmente la imagen de OCT creada por el sistema 130 de obtención de imágenes. Además, el sistema de guiado 140 puede incluir una pantalla de guiado para guiar al cirujano basándose en el resultado del procesamiento de la imagen por el procesador 132 de imágenes.

60

65

Por ejemplo, la pantalla de guiado del sistema de guiado 140 puede incluir un patrón objetivo o un patrón de punto de mira superpuesto sobre la imagen de vídeo del ojo para indicar una posición de un eje o centro óptico del componente 120 óptico en relación con un centro del ojo. En otros sistemas, el sistema de guiado 140 puede presentar visualmente una o más flechas para sugerir al cirujano una acción correctiva para alinear el componente 120 óptico y el ojo 1d. Aún en otros sistemas, el sistema de guiado 140 puede presentar visualmente iconos de alineación determinados a partir de un análisis de la imagen de OCT realizado por el procesador 132 de imágenes.

La corrección de la alineación puede iniciarse o bien por el cirujano o bien por un procesador del sistema de láser quirúrgico 100, en respuesta a los tipos descritos anteriormente de información de guiado generada por el sistema de guiado 140. Por ejemplo, algunas formas de realización del sistema de láser 100 pueden incluir un brazo 152 y un controlador 154 de brazo para mover el objetivo 122 lateralmente y alinearlo con un centro del ojo como parte del procedimiento de acoplamiento. Un brazo 152 de este tipo puede compensar una desalineación lateral o transversal del ojo 1d y el componente 120 óptico, pero no necesariamente una desalineación rotacional.

Una desalineación rotacional o angular del ojo 1d y el eje óptico del componente 120 óptico pueden compensarse mediante una fuente 156 de luz de fijación que proyecta una luz 158 de fijación en un ojo de control 1c, por ejemplo. Puede instruirse al paciente 10 para que siga el movimiento de la luz 158 de fijación. Cuando el cirujano ajusta la luz 158 de fijación, puede seguir el movimiento de la imagen de vídeo del ojo en relación con el eje óptico del componente 120 óptico en la pantalla de guiado 140 y continuar ajustando la luz 158 de fijación hasta que el ojo de acoplamiento 1d esté alineado con el eje óptico del componente 120 óptico hasta el grado deseado.

Tal como se describió anteriormente, en las últimas fases del procedimiento de acoplamiento incluyendo la fase de alineación, la interfaz 210 de paciente puede estar sólo a milímetros por encima del ojo de acoplamiento 1d. La superficie húmeda del ojo de acoplamiento 1d está evaporando continuamente vapor de agua que puede condensarse sobre una lente de contacto de la interfaz 210 de paciente, puesto que la temperatura de la lente de contacto normalmente es menor que la temperatura corporal y el aire rico en vapor está quedando atrapado entre el ojo y la lente de contacto. Este condensado de agua puede empañar la ruta óptica, haciendo que la imagen de vídeo sea borrosa y que la imagen de OCT tenga ruido. Por tanto, la condensación de agua puede socavar y poner en peligro la precisión y la eficacia del procedimiento de alineación y colocación anterior, lo que amenaza el éxito del procedimiento quirúrgico global.

La figura 2 representa unas partes del sistema de acoplamiento oftálmico 200 reivindicado que pueden ofrecer soluciones para el problema de condensación. El sistema de colocación 200 puede incluir la interfaz 210 de paciente, o PI. La interfaz 210 de paciente puede presentar una parte proximal o cono de 212 de unión, que va a unirse a un sistema oftálmico, tal como el sistema de láser quirúrgico 100 y en particular a su objetivo 122. La interfaz 210 de paciente también puede incluir una parte distal 214 que va a unirse a un ojo 1, tal como el ojo de acoplamiento 1d.

En el ejemplo de la figura 2, la parte proximal 212 y la parte distal 214 pueden ser partes integradas de una única interfaz 210 de paciente, que puede estar compuesta por un único molde de plástico o un material elástico, por ejemplo. En otras formas de realización, las partes 212 y 214 pueden fabricarse por separado y luego ensamblarse durante el procedimiento de fabricación. Aún en otras formas de realización descritas a continuación, las partes 212 y 214 pueden ser elementos separados que se fijan entre sí por el cirujano durante el procedimiento de acoplamiento.

La parte distal 214 también puede incluir una lente de contacto o lente de aplanación 216 que se presiona contra la córnea 2 del ojo 1 durante el acoplamiento para establecer una interfaz óptica bien definida y controlada entre el componente 120 óptico del sistema de láser 100 y el ojo de acoplamiento 1d o 1 para abreviar. La interfaz óptica bien definida, definida por la lente de contacto 216 que presenta por ejemplo un radio de curvatura conocido, permite la selección como objetivo de alta precisión del haz de láser quirúrgico sobre o en objetivos quirúrgicos, tales como el cristalino 3 del ojo.

La parte distal 214 también puede incluir un sistema de fijación de interfaz 218 tal como se describe a continuación en detalle. Además, el sistema de acoplamiento oftálmico 200 puede incluir un descondensador 220. Algunos ejemplos del descondensador 220 pueden denominarse también un dispositivo de desempañado, un desecador o un deshumidificador. El descondensador 220 puede acoplarse a la interfaz 210 de paciente. Una de las funciones del descondensador 220 puede ser reducir una condensación de vapor en la lente de contacto 216. Esta funcionalidad puede lograrse de diferentes modos.

La figura 3A ilustra que algunos ejemplos del descondensador 220 suministran un flujo de aire preparado de manera adecuada a la lente de contacto 216 para reducir la condensación de vapor en la lente de contacto 216. Tales descondensadores 220 pueden incluir una bomba de aire 220-1 que puede bombear aire hacia el sistema de fijación de interfaz 218. En su forma de realización más sencilla, el bombeo de aire ambiental por la bomba de aire 220-1 hacia la lente de contacto 216 puede empujar el aire rico en vapor entre la lente de contacto 216 y el ojo 1 y reemplazarlo con aire ambiental que no contiene vapor en exceso, reduciendo así la condensación sobre la lente de contacto 216.

Otros descondensadores 220 pueden incluir un deshumidificador o desecador 220-2 que puede reducir el contenido en vapor de un flujo de aire dirigido hacia el sistema de fijación de interfaz 218 por la bomba de aire 220-1. Una vez que un aire con contenido en vapor reducido reemplaza el aire con alto contenido en vapor que se evapora del ojo 1, se reduce o posiblemente se elimina el empañamiento de la lente de contacto 216. En este caso y a continuación, las formas de realización pueden incluir sus elementos constituyentes en un orden diferente. Por ejemplo, en algunos sistemas, la bomba de aire 220-1 puede bombear el aire al deshumidificador 220-2, mientras que en otros sistemas el deshumidificador 220-2 puede proporcionar aire de baja humedad para la bomba de aire 220-1.

La figura 3B representa que en algunos ejemplos, el descondensador 220 puede incluir un calentador de aire 220-3 que puede aumentar la temperatura de un flujo de aire dirigido hacia el sistema de fijación de interfaz 218. El aire calentado puede desempañar la lente de contacto 216 mediante múltiples mecanismos. El aire de temperatura mayor presenta un punto de rocío mayor que el aire a temperatura ambiente y por tanto puede albergar más vapor sin forzar su condensación en un rocío o condensación sobre la lente de contacto 216. Por tanto, reemplazando el aire a temperatura ambiente rico en vapor por aire a temperatura mayor se reduce la condensación sobre la lente de contacto 216. Además, el aire calentado también calienta la lente de contacto 216. Por razones físicas similares igual que anteriormente, cuanto más caliente esté la lente de contacto 216, menor será el grado de condensación de vapor.

El calentador de aire 220-3 puede incluir un controlador de temperatura que controla la temperatura del aire calentado hasta aproximadamente la temperatura corporal o ligeramente mayor. Una temperatura mucho mayor puede producir irritación o quemado del tejido de la córnea, mientras que una temperatura inferior puede que no impida la condensación eficazmente.

La figura 3C representa que algunos descondensadores 220 pueden incluir un depósito 220-4 que puede almacenar aire a alta presión bombeado por la bomba de aire 220-1 a una presión mayor que la presión ambiental. El depósito 220-4 puede enviar el aire a presión mayor que la ambiental o a alta presión hacia el sistema de fijación de interfaz 218. Tanto la alta presión como la velocidad del aire reducen la condensación sobre la lente de contacto 216. El término aire a alta presión puede referirse a aire con una presión mayor que la presión ambiental. La presión del aire a alta presión puede ser sólo moderada o fraccionalmente mayor que la presión ambiental.

Una utilidad del depósito 220-4 es que un sistema de acoplamiento 200 con un depósito 220-4 puede hacer uso de una bomba de aire 220-1 más pequeña que bombea hacia el depósito 220-4 a lo largo de un periodo prolongado hasta una presión mayor que la que podría lograr la bomba de aire 220-1 en tiempo real. En cierto sentido, el depósito 220-4 puede "configurar", "convertir" o "regular" de manera ventajosa la presión del flujo de aire.

En algunas formas de realización, la presión del aire a alta presión puede regularse mediante un regulador 220-5 de presión. Este regulador 220-5 de presión puede ser útil en sistemas en los que la bomba de aire 220-1 suministra el aire con una presión variable. La presión puede variar por diferentes motivos. La mayoría de las bombas funcionan repitiendo un ciclo mecánico con una alta tasa de repetición. La presión del aire bombeado puede oscilar dentro de cada ciclo. Además, la tensión de funcionamiento de la bomba de aire 220-1 puede desviarse o cambiar cuando otros subsistemas del sistema de láser quirúrgico 100 comienzan a consumir energía de la fuente de alimentación incorporada, o si la tensión externa del sistema 100 experimenta una fluctuación.

Si la presión y por tanto la velocidad del aire bombeado desde el descondensador 220 hasta la lente de contacto 216 fluctúa por cualquiera de los motivos anteriores, esto puede tener efectos no deseados o inapropiados sobre el grado de la condensación sobre la lente de contacto 216. Para compensar estas fluctuaciones de presión, algunas formas de realización del descondensador 220 pueden incluir el regulador 220-5 de presión que puede enviar el aire a alta presión hacia el sistema de fijación de interfaz 218 con una fluctuación de presión más pequeña que una fluctuación de presión del aire a alta presión bombeado por la bomba de aire 220-1 al depósito 220-4. En algunas formas de realización, el regulador 220-5 de presión puede minimizar o incluso eliminar las fluctuaciones de presión del aire bombeado, recibido desde la bomba de aire 220-1.

La figura 3D representa que en algunos ejemplos, el descondensador 220 puede incluir un recipiente de gas 220-6 que puede almacenar un gas a alta presión a una presión mayor que la presión ambiental, y puede enviar este gas a alta presión hacia el sistema de fijación de interfaz 218. No es necesario que el gas almacenado sea aire: puede ser, por ejemplo, un gas inerte o nitrógeno, entre otros. Tales sistemas también pueden incluir el regulador 220-5 de presión para regular la presión del gas, ya que el recipiente de gas 220-6 puede liberar el gas con una presión que cambia a lo largo del tiempo.

La figura 3E representa que los elementos de las figuras 3A a D pueden combinarse de diferentes modos y en diferentes secuencias. Por ejemplo, el descondensador o desecador 220 de la figura 3E puede incluir la bomba de aire 220-1, que bombea aire al deshumidificador 220-2, que puede producir un flujo de aire de baja humedad al calentador de aire 220-3. El calentador de aire 220-3 puede aumentar la temperatura de este flujo de aire de baja humedad y guiarlo al depósito 220-4 que puede regular el flujo de aire aumentando por tanto la presión del aire almacenado o regulado. Cuando el cirujano oftálmico comienza el procedimiento de acoplamiento, puede abrirse

una válvula del depósito 220-4 o un tubo flexible de descondensador de conexión 222 y el aire a alta presión/baja humedad/alta temperatura puede dirigirse desde el depósito 220-4 a la lente de contacto 216, reduciendo enormemente y eliminando posiblemente la condensación en ella. También pueden utilizarse otras numerosas combinaciones de los elementos 220-1 a 220-6.

5 La figura 4A representa que el sistema de fijación de interfaz 218 incluye un anillo 218-1 de succión de vacío que de manera preferible define parcialmente un volumen toroidal cuando se une al ojo 1. El sistema de fijación de interfaz 218 también incluye una bomba de succión de vacío 218-2 que puede generar succión de vacío, y un tubo flexible de vacío 218-3 que puede acoplar la bomba de succión de vacío 218-2 al anillo 218-1 de succión de vacío para transferir la succión de vacío generada por la bomba de succión de vacío 218-2 al volumen toroidal del anillo 218-1 de succión de vacío para crear un sello entre el anillo 218-1 de succión de vacío y el ojo 1, uniendo así la interfaz 210 de paciente al ojo 1.

15 En otras formas de realización, el sistema de fijación de interfaz 218 puede incluir un faldón de vacío, múltiples anillos de succión de vacío, o un faldón de vacío con múltiples pestañas o rebordes. Cuando la bomba de succión de vacío 218-2 aplica una succión de vacío y esta succión se transfiere por el tubo flexible de vacío 218-3, estas formas de realización también se sellan al ojo 1 para proporcionar una unión o agarre de la interfaz 210 de paciente al ojo 1.

20 El descondensador 220 puede acoplarse al anillo 218-1 de succión de vacío a través de un tubo flexible de descondensador, o tubo de descondensador 222. Este tubo flexible de descondensador 222 puede proporcionar comunicación fluidica entre el descondensador 220 y el anillo 218-1 de succión de vacío.

25 En los ejemplos del descondensador 220 que desempañan la lente de contacto 216 mediante la generación de un flujo de aire adecuado, puede utilizarse una regulación coordinada del sistema ya que el descondensador 220 puede empujar aire al interior de la cámara, definida por la lente de contacto 216 y el anillo 218-1 de succión de vacío, mientras que la bomba de succión de vacío 218-2 retira aire de la misma cámara para crear un sello mediante succión de vacío. Puesto que estas funciones son opuestas, puede ser necesaria una coordinación de estas dos funciones para evitar que el descondensador 220 trabaje en contra de la bomba de succión de vacío 218-2. Por ejemplo, mientras que el objetivo 122 del componente 120 óptico está alineándose con el ojo 1, puede hacerse funcionar el descondensador 220 aunque la bomba de succión de vacío 218-2 puede no estar acoplada. Una vez que la interfaz 210 de paciente se hace descender sobre el ojo 1 y la lente de contacto 216 entra en contacto con el ojo 1, el descondensador 220 puede detenerse y la bomba de succión de vacío 218-2 puede comenzar a funcionar para crear el sello de unión entre la lente de contacto 216 y el ojo 1.

35 Además de tales ejemplos que necesitan una regulación coordinada, el espacio quirúrgico alrededor de la interfaz 210 de paciente puede estar bastante concurrido. Por tanto, presentar dos tubo flexibles o tubos 218-3 y 222 separados unidos al anillo 218-1 de succión de vacío puede plantear retos en el manejo del acceso y el espacio quirúrgico ajustado.

40 La figura 4B ilustra la invención cuando el sistema de fijación de interfaz 218 y el sistema de descondensador 220 se regulan o coordinan de manera eficaz, así como también reduciendo el caos del espacio quirúrgico ajustado. El sistema de fijación de interfaz 218 incluye el anillo 218-1 de succión de vacío que presenta un acoplamiento de fluido a una válvula 230. La válvula 230 está acoplada a la bomba de succión de vacío 218-2 mediante el tubo flexible de vacío 218-3 y al desecador 220 mediante el tubo flexible de descondensador 222.

45 La válvula 230 puede conmutar entre un canal de comunicación fluidica que conecta la bomba de vacío 218-2 y el anillo 218-1 de succión de vacío y un canal de comunicación fluidica que conecta el descondensador 220 y el anillo 218-1 de succión de vacío. Con esta arquitectura, la válvula 230 puede coordinar el funcionamiento de la bomba de vacío 218-2 con el funcionamiento del descondensador 220 confirmando comunicación fluidica sólo para uno de ellos al anillo 218-1 de succión de vacío, impidiendo así que estos dos sistemas trabajen uno en contra del otro.

50 Por ejemplo, durante el procedimiento de alineación de un procedimiento de acoplamiento, la válvula 230 puede dirigir el flujo de aire calentado o presurizado o deshumidificado desde el descondensador 220 sobre la lente de contacto 216 para mantener la lente de contacto 216 libre de condensación, garantizando por tanto la alta precisión de la alineación. Cuando la PI 210 se alinea finalmente con el centro del ojo 1, o su lente 3, y la PI 210 se hace descender hacia el ojo 1 acoplándola con él, la válvula 230 puede conmutar canales de comunicación fluidica, desconectando el descondensador 220 y conectando la bomba de succión de vacío 218-2 al anillo de succión de vacío 218-1 para proporcionar la succión de vacío para completar la unión de la interfaz 210 de paciente al ojo.

60 La invención con la válvula 230 (i) puede coordinar el funcionamiento del descondensador 220 y la bomba de succión de vacío 218-2 de manera eficaz, (ii) puede garantizar que la lente de contacto 216 se mantiene libre de condensación hasta el momento del acoplamiento, y (iii) no introduce demandas de espacio adicionales al espacio quirúrgico ya concurrido alrededor del ojo, tal como la necesidad de un segundo orificio de acceso.

65 La figura 4C representa una forma de realización del descondensador 220 que integra las funcionalidades de descondensación y succión de vacío. El descondensador 220 puede incluir la bomba de aire 220-1 y o bien

5 acoplarse a la válvula 230 o bien incluir la válvula 230. La válvula 230 puede acoplar el anillo 218-1 de succión de vacío a un orificio de entrada de la bomba 220-1 a través del tubo flexible de vacío 218-3, transmitiendo así la succión de vacío creada por la bomba 220-1 al anillo 218-1 de succión de vacío, o a un orificio de entrada de la bomba 220-1 a través del tubo flexible de descondensador 222, aplicando así el aire a alta presión producido por la bomba 220-1 al anillo 218-1 de succión de vacío. En la fase de alineación del acoplamiento, la válvula 230 puede formar la colocación final para aplicar el aire a alta presión o bombeado a la lente de contacto 216, conmutando el acoplamiento anterior para aplicar la succión de vacío sólo cuando el anillo 218-1 de succión de vacío entra realmente en contacto con el ojo.

10 La figura 4D representa otro ejemplo del descondensador 220 integrado que incluye la bomba 220-1. En un primer modo de funcionamiento, el descondensador 220 puede dirigir la bomba 220-1 en un sentido, haciendo que funcione como un ejemplo de la bomba de aire 220-1 que aplica aire a alta presión para la lente de contacto 216. En un segundo modo de funcionamiento, el descondensador 220 puede dirigir la bomba 220-1 en un segundo sentido, haciendo que funcione como un ejemplo de la bomba de succión de vacío 218-2 que aplica una succión de vacío al anillo 218-1 de succión de vacío. En algunas formas de realización, el segundo sentido puede ser inverso al primer sentido, correspondiendo al movimiento en sentido horario y antihorario de un motor de la bomba 220-1, invirtiendo así el sentido del flujo de aire, tal como se muestra con líneas discontinuas.

20 Las figuras 4E a F representan unos ejemplos que no aplican un flujo de aire directamente al ojo. La figura 4E ilustra un ejemplo donde el descondensador 220 está acoplado a la interfaz 210 de paciente para proporcionar un flujo de aire a la lente de contacto 216 en su lado no de contacto donde la lente de contacto 216 no está configurada para estar en contacto directo con el ojo. En esta realización es posible continuar calentando la lente de contacto 216 incluso tras el acoplamiento.

25 La figura 4F representa un ejemplo en el que el calentamiento de la lente de contacto se realiza sin aplicar un flujo de aire. En una forma de realización de este tipo el descondensador 220 puede incluir, por ejemplo, un calentador eléctrico 226-1 para aumentar o gestionar la temperatura de la lente de contacto 216. Otras formas de realización del descondensador 220 pueden aplicar calentamiento radiante, por ejemplo incluyendo una fuente de infrarrojos como calentador radiante 226-2 que irradia un haz de infrarrojos sobre la lente de contacto 216 para reducir la condensación sobre la lente de contacto 216.

30 Los ejemplos de las figuras 4E a F que no aplican un flujo de aire al ojo evitan secar el ojo, reduciendo así la posibilidad de abrasiones de la córnea. Pueden evitarse o minimizarse las distorsiones del componente 120 óptico por el calentamiento si el componente 120 óptico está diseñado para una temperatura de aproximadamente la temperatura corporal, tal como 37°C, o para una temperatura de calentamiento.

35 La figura 5 representa un método ejemplificativo 300 de hacer funcionar el sistema de acoplamiento oftálmico 200. El método de acoplamiento oftálmico 300 puede incluir: proporcionar 310 una interfaz de paciente que presenta una lente de contacto y que está acoplada a un descondensador; generar 320 un flujo de gas de descondensación mediante el descondensador para la lente de contacto antes de acoplar la interfaz de paciente a un ojo; y acoplar 330 la interfaz de paciente al ojo. En este caso, la interfaz de paciente puede ser la PI 210, la lente de contacto puede ser la lente de contacto 216 y el descondensador puede ser el descondensador 220.

40 En algunos ejemplos, la generación 320 puede incluir generar un flujo de aire calentado mediante una bomba de aire y un calentador de aire, tal como la bomba de aire 220-1 y el calentador de aire 220-3. En algunos ejemplos, la generación 320 puede incluir generar un flujo de aire deshumificado por la bomba de aire 220-1 y un deshumificador, tal como el deshumificador 220-2. En algunos ejemplos, la generación 320 puede incluir generar un flujo de aire regulado por presión por la bomba de aire 220-1, el depósito 220-4 y posiblemente mediante el regulador 220-5 de presión.

45 La figura 6 representa que algunas formas de realización del sistema de acoplamiento oftálmico 200 pueden incluir una interfaz 210 de paciente donde la parte proximal 212 y la parte distal 214 son elementos independientes. La parte distal 214 puede estar acoplada a los elementos 216-230 de la forma de realización de la figura 4B, incluyendo la válvula 230, el descondensador 220 y la bomba de succión de vacío 218-1. Una ventaja de tales PI de dos piezas es que la parte distal 214 puede alinearse y acoplarse más fácilmente en el ojo que las PI de una pieza, puesto que la alineación no requiere el ajuste del objetivo 122 del componente 120 óptico por el brazo 152.

50 Por otra parte, en tales PI de dos piezas, es necesario que la parte proximal 212 y la parte distal 214 se acoplen entre sí una vez que la parte distal 214 se ha unido al ojo. Por tanto, el acoplamiento lo realiza normalmente el cirujano y no como parte del procedimiento de fabricación. Este acoplamiento *in situ* puede conducir posiblemente a la imprecisión de la alineación de la parte distal 214 y especialmente de su lente de contacto 216 con el componente 120 óptico del sistema de láser 100. Para ofrecer la precisión y facilidad mejoradas de este procedimiento de acoplamiento, algunas formas de realización pueden incluir un sistema de agarre para maniobrar mecánicamente la parte distal 214 de manera más precisa durante la alineación y el acoplamiento.

55 La figura 7 representa otro ejemplo del sistema de acoplamiento oftálmico o interfaz 200 que incluye la interfaz 210

de paciente, que puede unirse al sistema de láser quirúrgico oftálmico 100 a través de su objetivo 122. La PI 210 puede incluir la lente de contacto 216 que va a acoplarse al ojo 1. El sistema de interfaz 200 puede incluir además un sistema de descondensador o desecación 220 que puede dirigir un flujo de gas de desecación a una cámara formada en la lente de contacto 216.

5 Los ejemplos de la interfaz 210 de paciente pueden incluir un sistema de fijación de interfaz 218 que incluye un conjunto de almohadillas 218-4 de contacto. Estas almohadillas 218-4 de contacto concentran la fuerza que presiona la PI 210 contra el ojo 1 en pequeñas zonas, aumentando por tanto la presión. La presión aumentada puede presionar las almohadillas 218-4 de contacto contra el tejido de la córnea, haciendo por tanto que la unión de la PI 210 al ojo 1 sea firme. Tales ejemplos pueden ser sencillos ya que unen la PI 210 al ojo sólo mediante la presión mecánica de las almohadillas 218-4 de contacto en lugar de mediante sistemas de succión de vacío.

10 En otros ejemplos, la PI 210 puede incluir el anillo 218-1 de succión de vacío para facilitar la unión de la PI 210 al ojo 1, y el sistema de interfaz oftálmica 200 puede incluir la bomba de succión de vacío 218-2 para proporcionar succión de vacío. En estos ejemplos, el gas desecante del desecador 220 y la succión de vacío de la bomba de succión de vacío 218-2 pueden proporcionarse a través del mismo tubo flexible o tubo a la interfaz 210 de paciente.

15 Aunque la presente memoria descriptiva contiene muchos detalles específicos, estos no deben interpretarse como limitativos del alcance de la invención o de lo que se reivindica, sino más bien como descripciones de características específicas para unas formas de realización particulares. Determinadas características que se describen en la presente memoria descriptiva en el contexto de las formas de realización separadas también pueden ponerse en práctica en combinación en una única forma de realización. A la inversa, diversas características que se describen en el contexto de una única forma de realización también pueden ponerse en práctica en múltiples formas de realización por separado o en cualquier subcombinación adecuada.

20
25

REIVINDICACIONES

1. Sistema de acoplamiento oftálmico (200), que comprende:
 - 5 una interfaz (210) de paciente, que presenta;
 - una parte proximal (212) configurada para fijarse a un sistema oftálmico; y
 - una parte distal (214) configurada para fijarse a un ojo, que comprende una lente de contacto (216);
 - 10 un sistema de fijación de interfaz (218) que comprende;
 - un anillo (218-1) de succión de vacío, configurado para formar un acoplamiento sellable cuando se fija al ojo; y
 - 15 un tubo flexible de vacío (218-3), configurado para acoplar una bomba de succión de vacío (218-2) y el anillo de succión de vacío para transferir una succión de vacío, generada por la bomba de succión de vacío, al anillo de succión de vacío para crear el acoplamiento sellado entre el anillo de succión de vacío y el ojo, fijando así la interfaz de paciente al ojo;
 - 20 un descondensador (220), acoplado a la interfaz de paciente y configurado para reducir una condensación de vapor sobre la lente de contacto (216);
 - caracterizado por que el sistema de acoplamiento oftálmico comprende una válvula (230), acoplada al anillo (218-1) de succión de vacío;
 - 25 el descondensador (220) está acoplado al anillo (218-1) de succión de vacío a través de un tubo flexible de descondensador (222), y
 - 30 el tubo flexible de vacío (218-3) y el tubo flexible de descondensador (222) están acoplados al anillo de succión de vacío a través de la válvula (230), en el que la válvula puede conmutar entre un primer canal de comunicación que acopla la bomba de vacío (218-2) y el anillo (218-1) de succión de vacío y un segundo canal de comunicación fluidica que acopla el descondensador (220) y el anillo (218-1) de succión de vacío.
 - 35 2. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, comprendiendo el descondensador (220):
 - una bomba de aire, configurada para bombear aire hacia el sistema de fijación de interfaz (218).
 - 40 3. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, comprendiendo el descondensador (220):
 - un deshumidificador (220-2), configurado para reducir un contenido de vapor de un flujo de aire dirigido hacia el sistema de fijación de interfaz (218).
 - 45 4. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, comprendiendo el descondensador (220):
 - un calentador de aire (220-3), configurado para aumentar una temperatura de un flujo de aire dirigido hacia el sistema de fijación de interfaz (218).
 - 50 5. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 2, comprendiendo el descondensador (220):
 - un depósito (220-4), configurado
 - para almacenar aire a alta presión bombeado por la bomba de aire a una presión superior a una presión ambiental, y
 - 55 para enviar el aire a alta presión hacia el sistema de fijación de interfaz (218).
 - 60 6. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 5, comprendiendo el descondensador (220):
 - un regulador de presión (220-5), acoplado al depósito y configurado para enviar el aire a alta presión hacia el sistema de fijación de interfaz (218) con una fluctuación de presión inferior a una fluctuación de presión del aire a alta presión bombeado por la bomba de aire al depósito (220-4).
 - 65 7. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, comprendiendo el descondensador (220):
 - un recipiente de gas, configurado

para almacenar un gas a alta presión a una presión superior a la presión ambiental, y

para enviar el gas a alta presión hacia el sistema de fijación de interfaz.

5 8. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, en el que:

el descondensador (220) comprende una bomba de aire, en el que

10 la válvula (230) puede conmutar entre un primer canal de comunicación fluidica que acopla un orificio de entrada de aire de la bomba de aire y el anillo (218-1) de succión de vacío, y un segundo canal de comunicación fluidica que acopla un orificio de salida de aire de la bomba de aire y el anillo (218-1) de succión de vacío.

9. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, en el que:

15 el anillo (218-1) de succión de vacío está configurado para definir parcialmente un volumen toroidal cuando es fijado al ojo; y

20 el descondensador (220) comprende una bomba de aire (220-1), acoplada al anillo de succión de vacío mediante el tubo flexible de descondensador (222), en el que

puede conmutarse un funcionamiento de la bomba de aire entre un primer modo para aplicar aire bombeado para la lente de contacto (216) a través del tubo flexible de descondensador, y un segundo modo para aplicar succión de vacío al anillo (218-1) de succión de vacío a través del tubo flexible de descondensador.

25 10. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, en el que:

el descondensador (220) está configurado para calentar la lente de contacto (216) sobre un lado que no está en contacto con el ojo.

30 11. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, comprendiendo el descondensador (220):

un calentador eléctrico (226-1) o un calentador radiante (226-2).

35 12. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, en el que:

la parte proximal (212) y la parte distal (214) son elementos separados; y

la parte proximal y la parte distal pueden acoplarse entre sí una vez que la parte distal se ha fijado al ojo.

40 13. Sistema de acoplamiento oftálmico según la reivindicación 1, comprendiendo la parte distal (214):

un sistema de agarre, configurado para ayudar a la fijación mecánica de la interfaz de paciente al ojo.

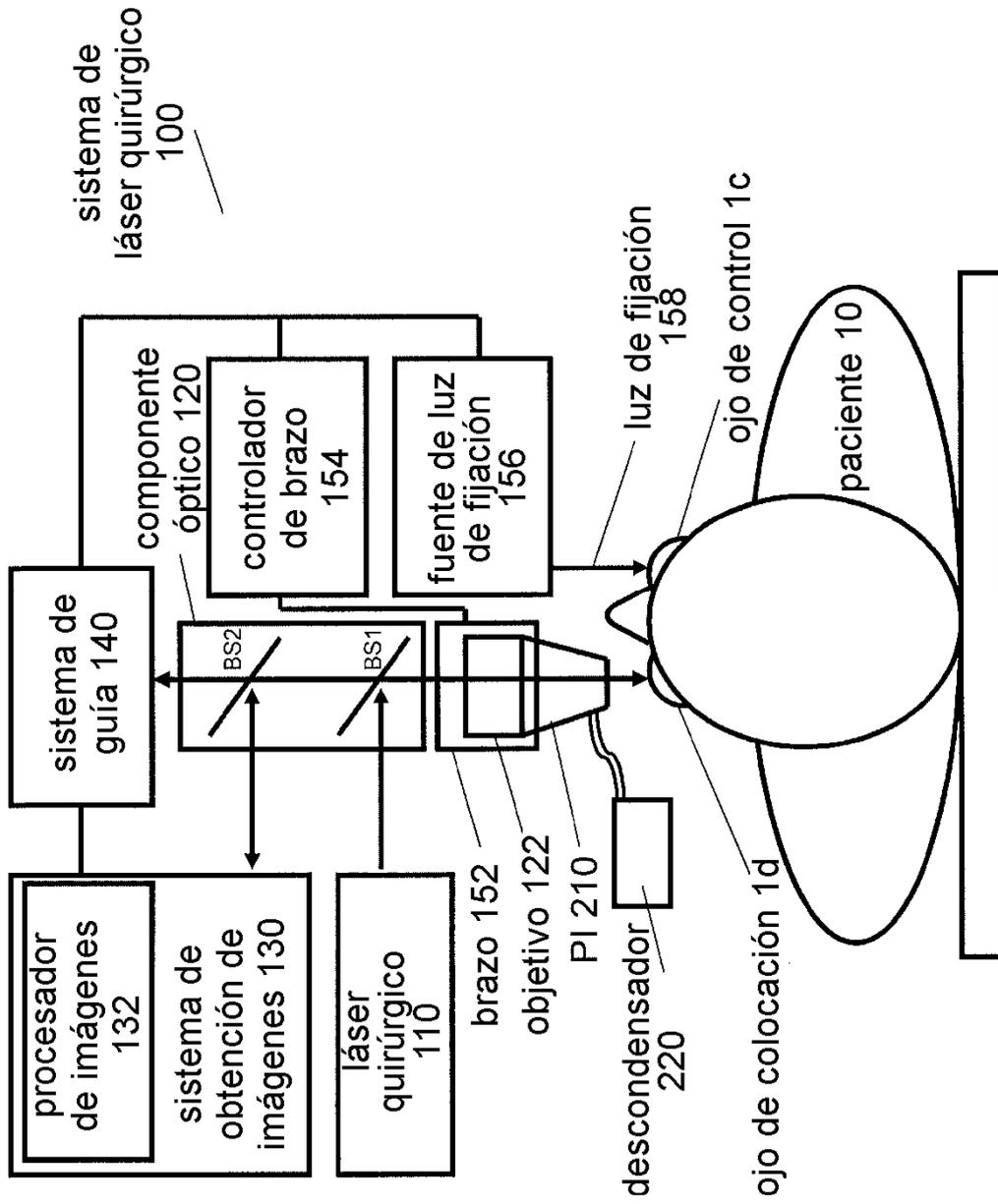


FIG. 1

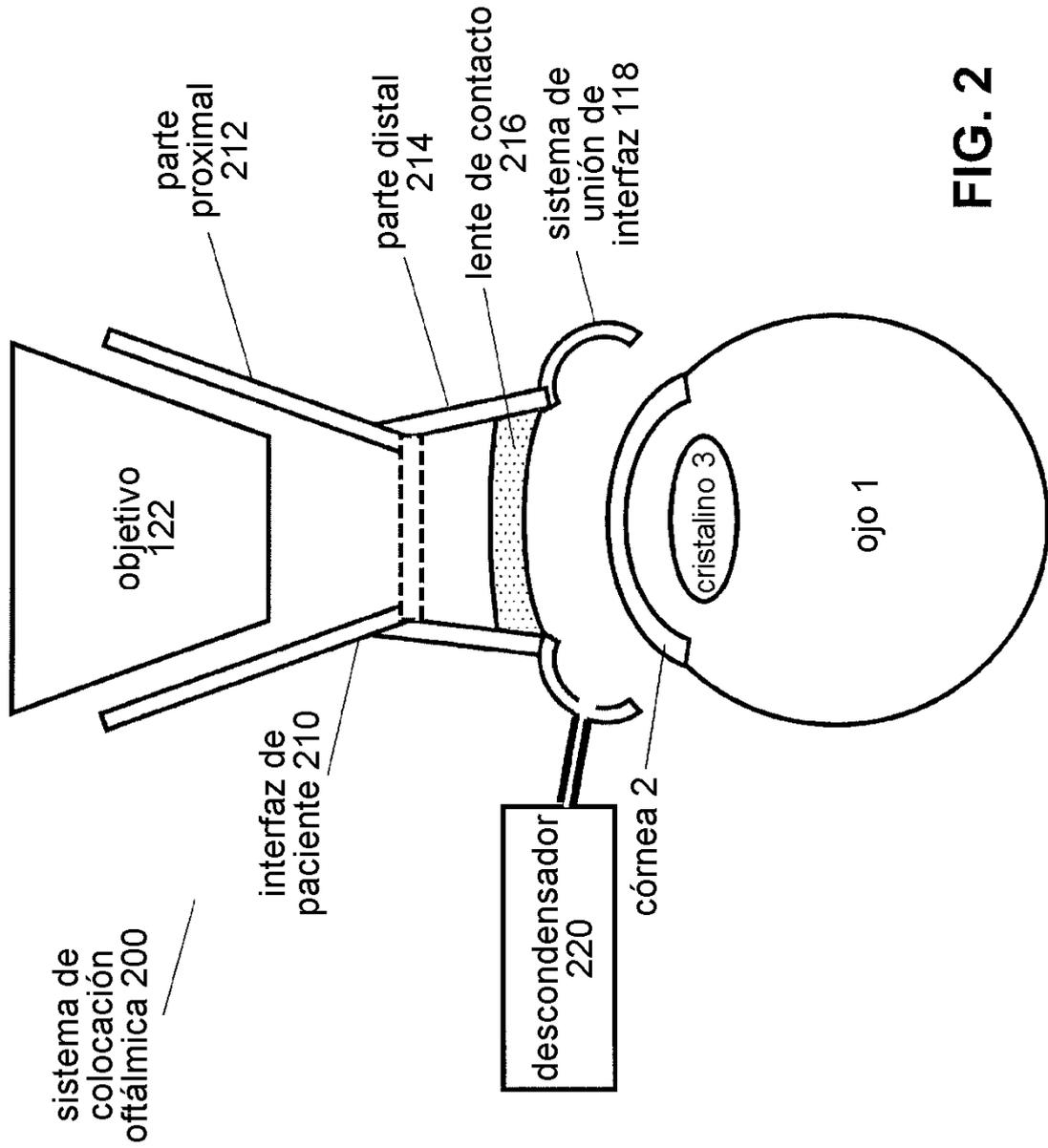
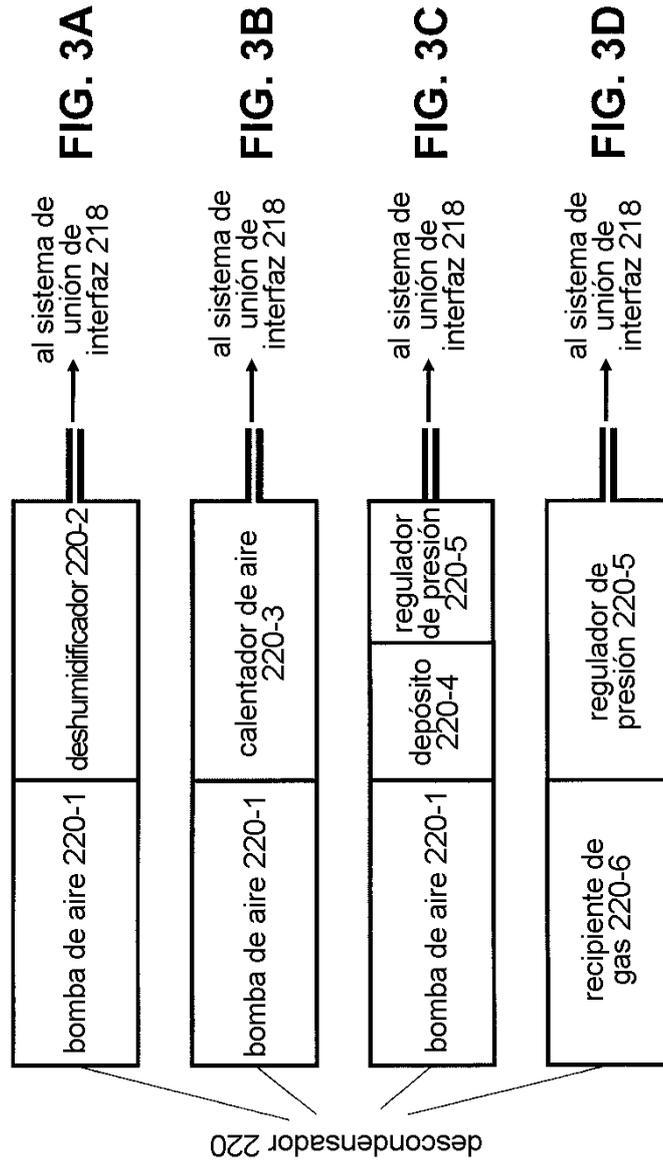


FIG. 2



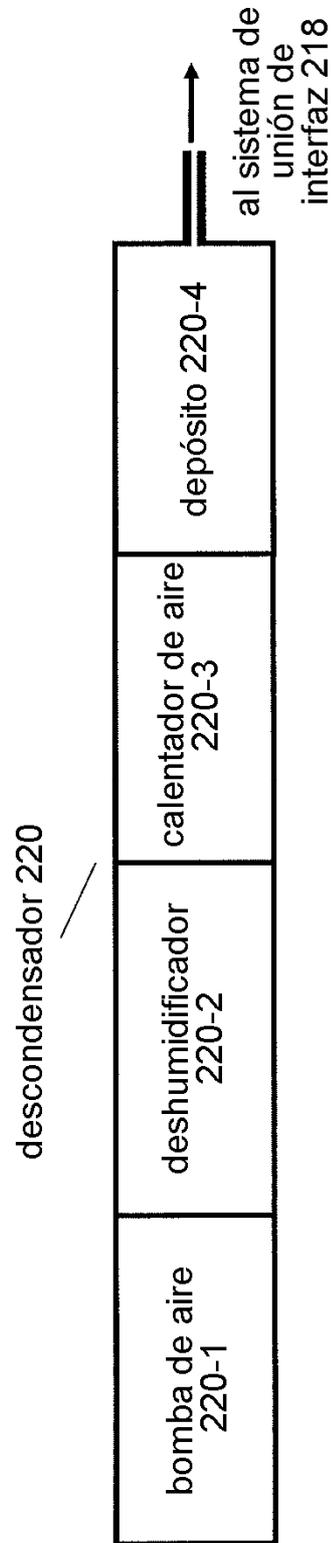


FIG. 3E

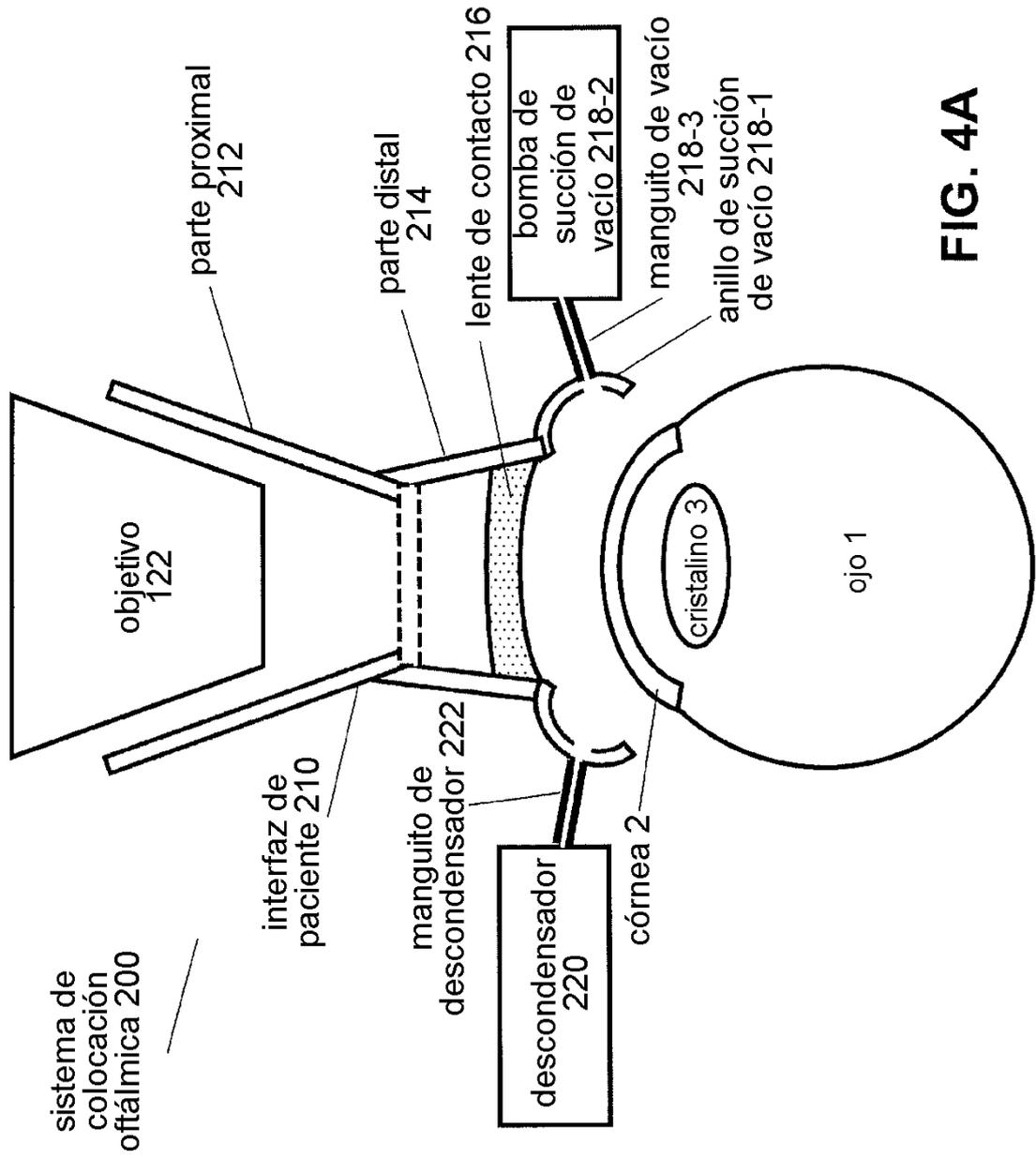


FIG. 4A

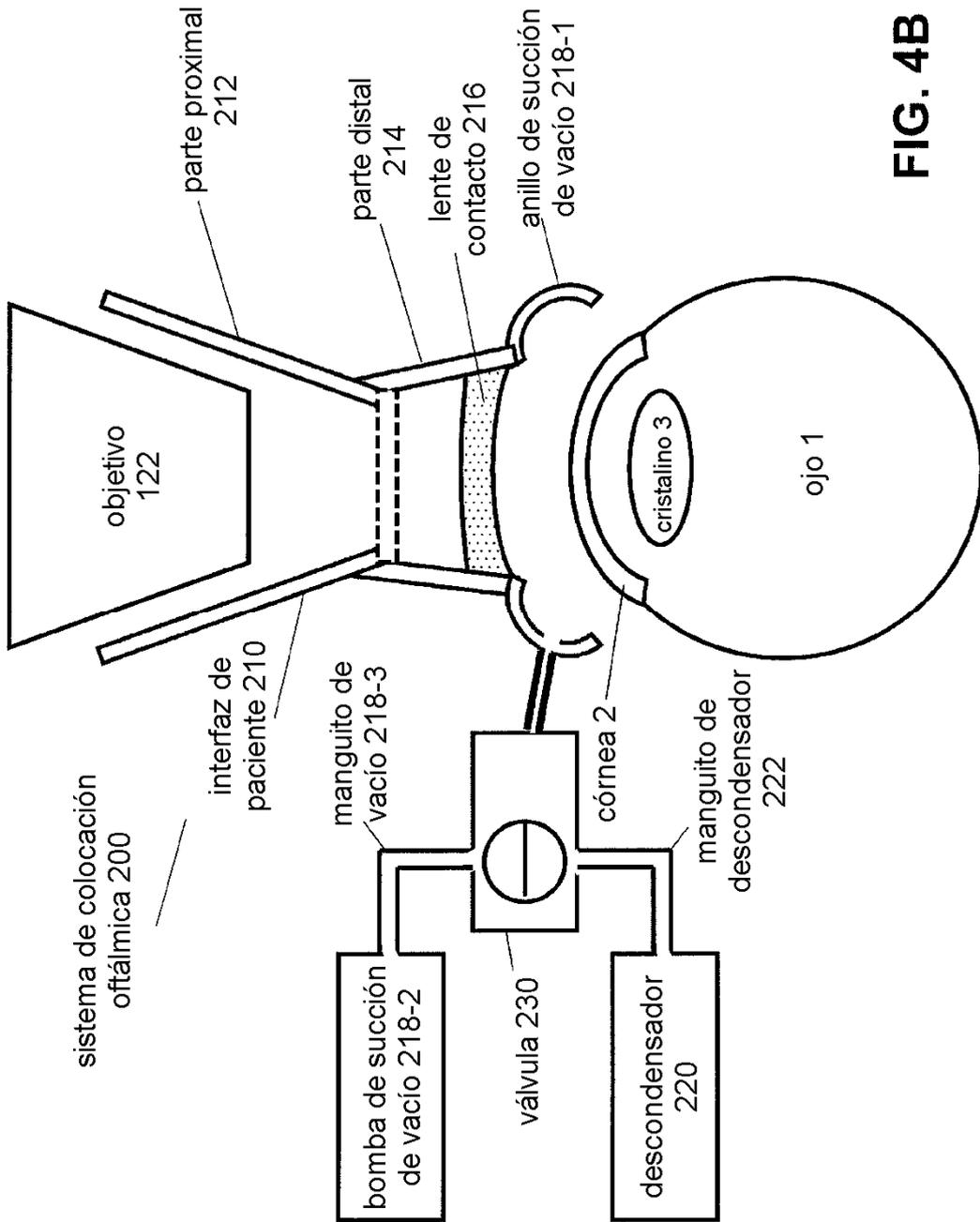


FIG. 4B

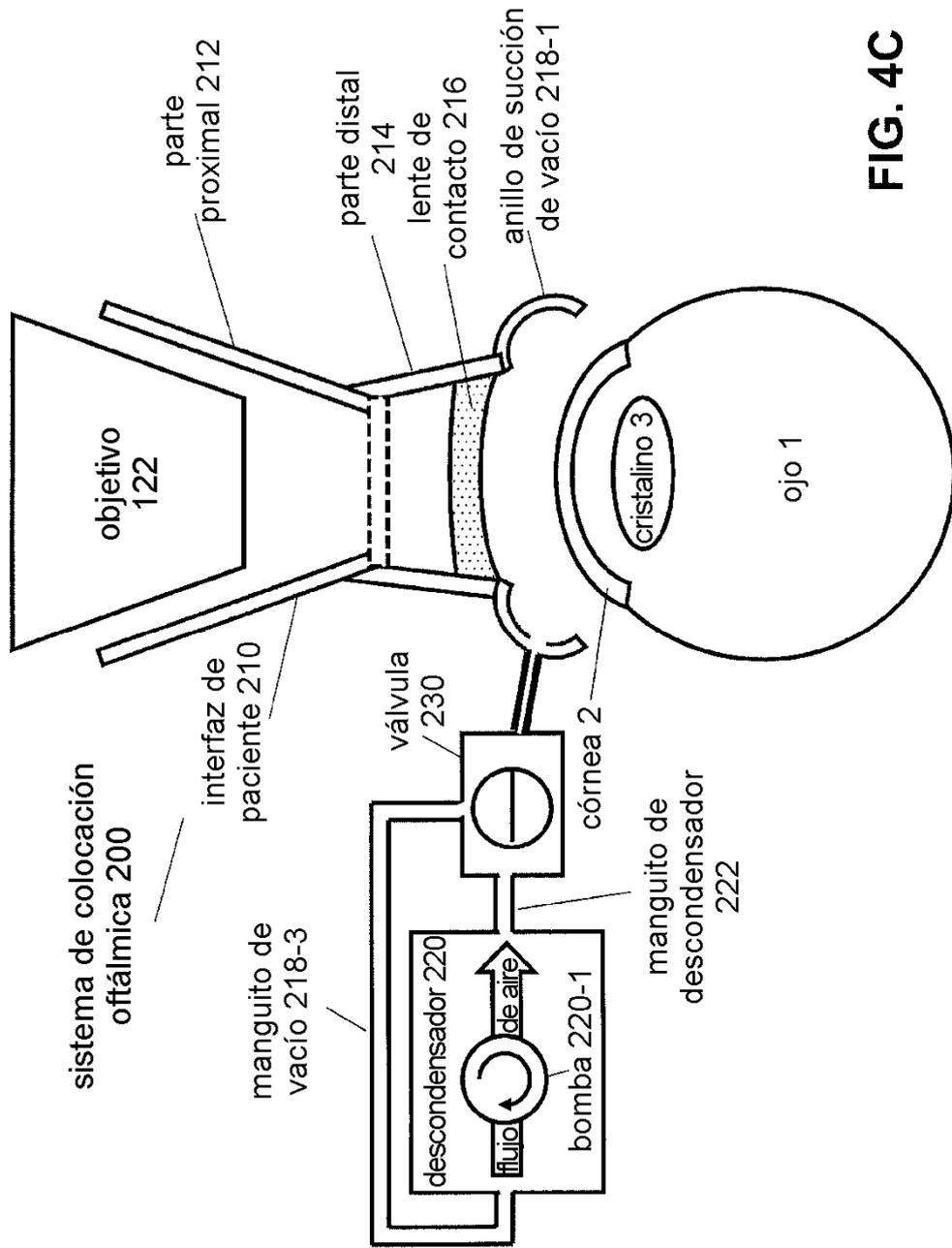


FIG. 4C

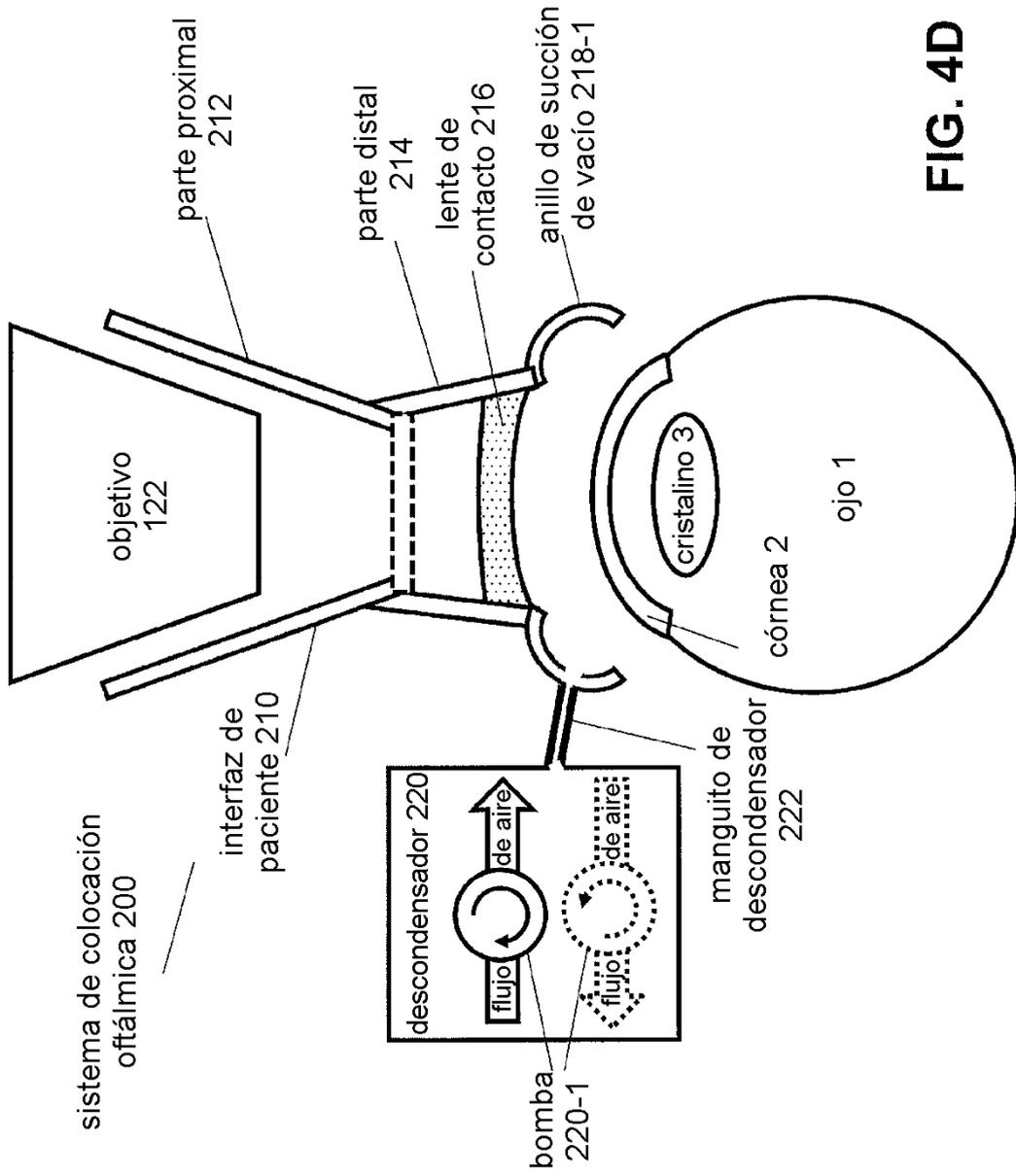


FIG. 4D

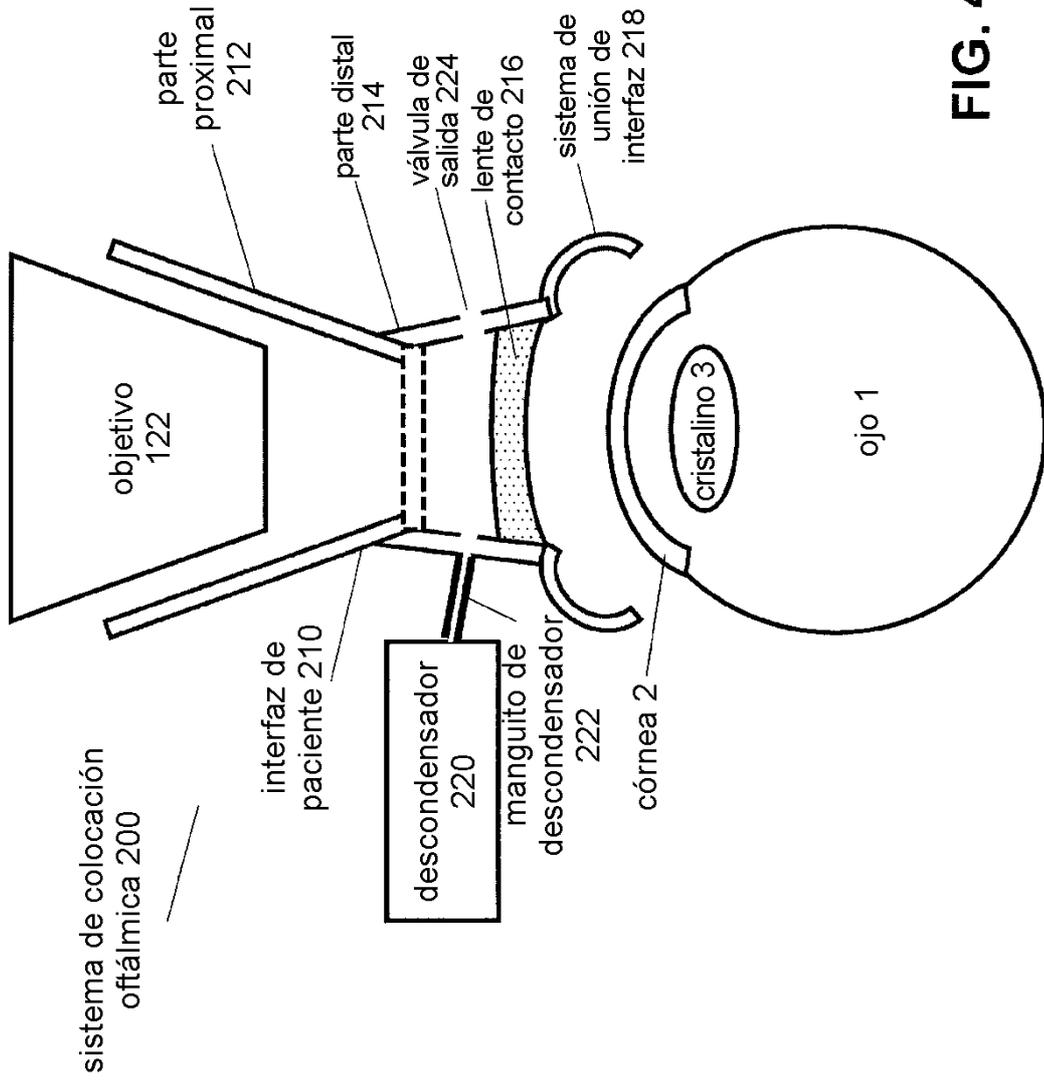


FIG. 4E

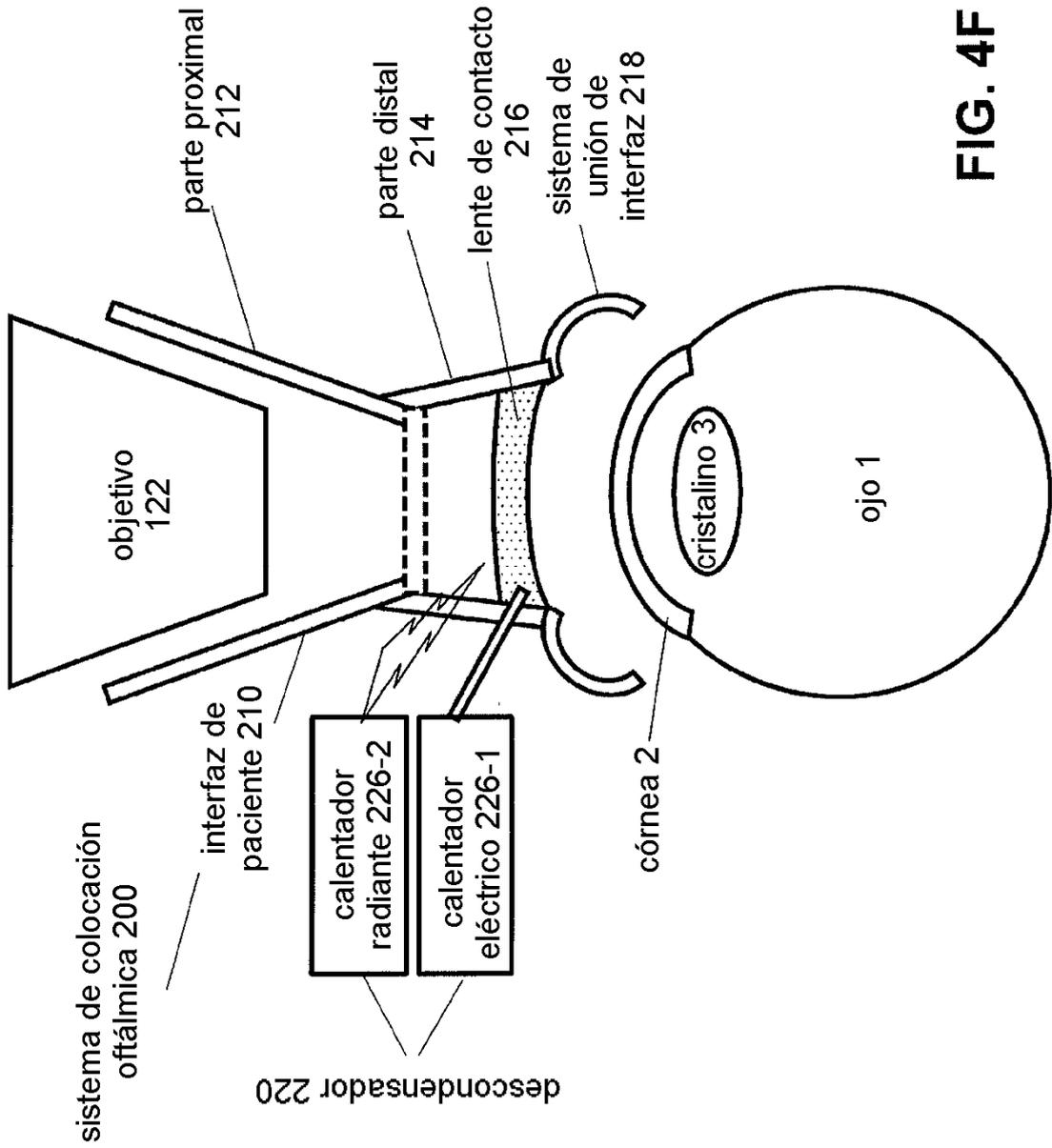


FIG. 4F

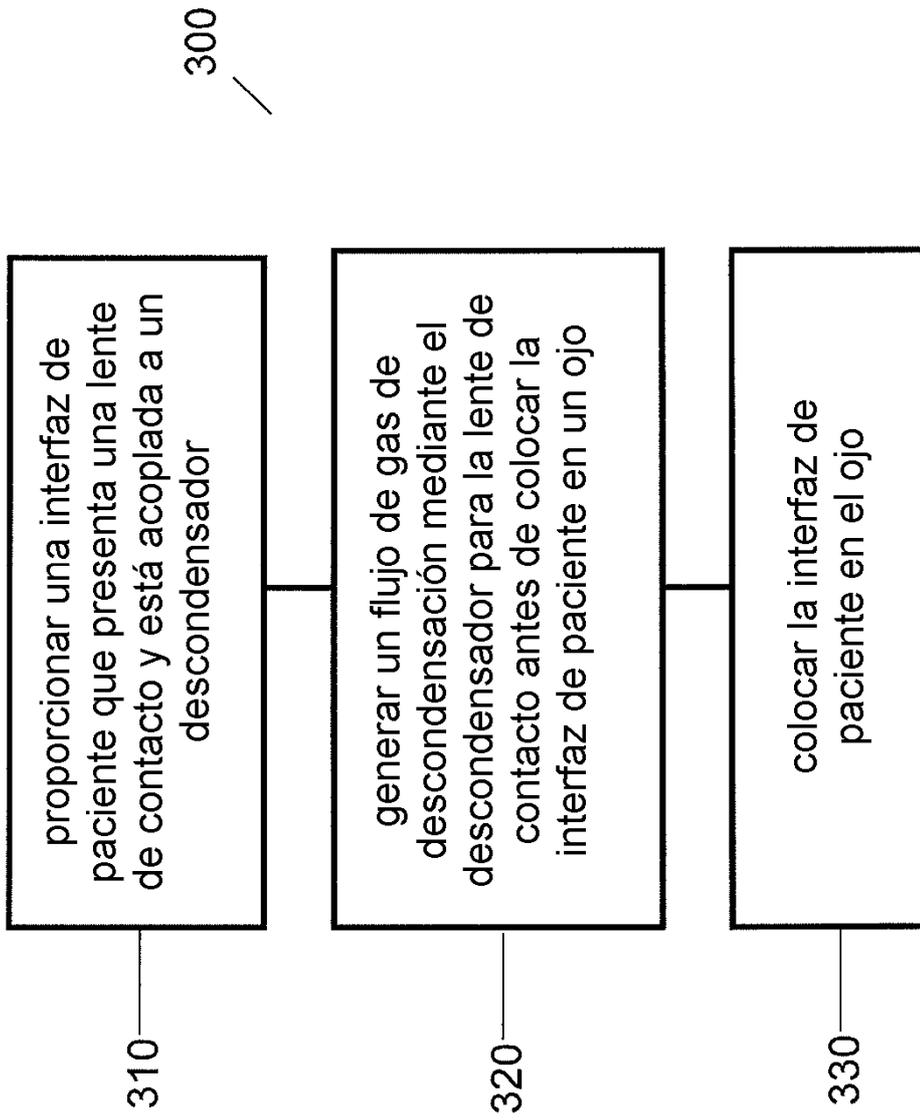


FIG. 5

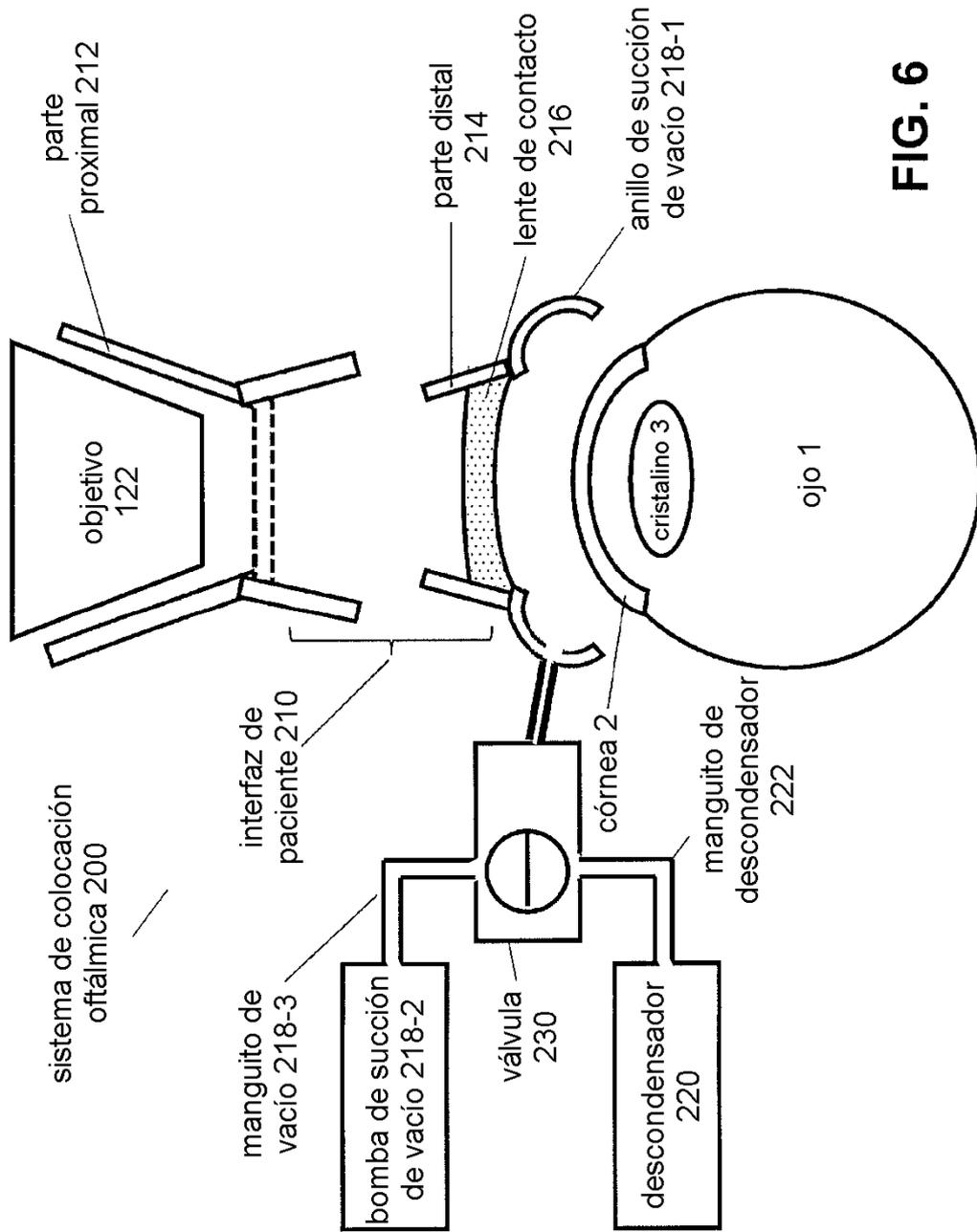


FIG. 6

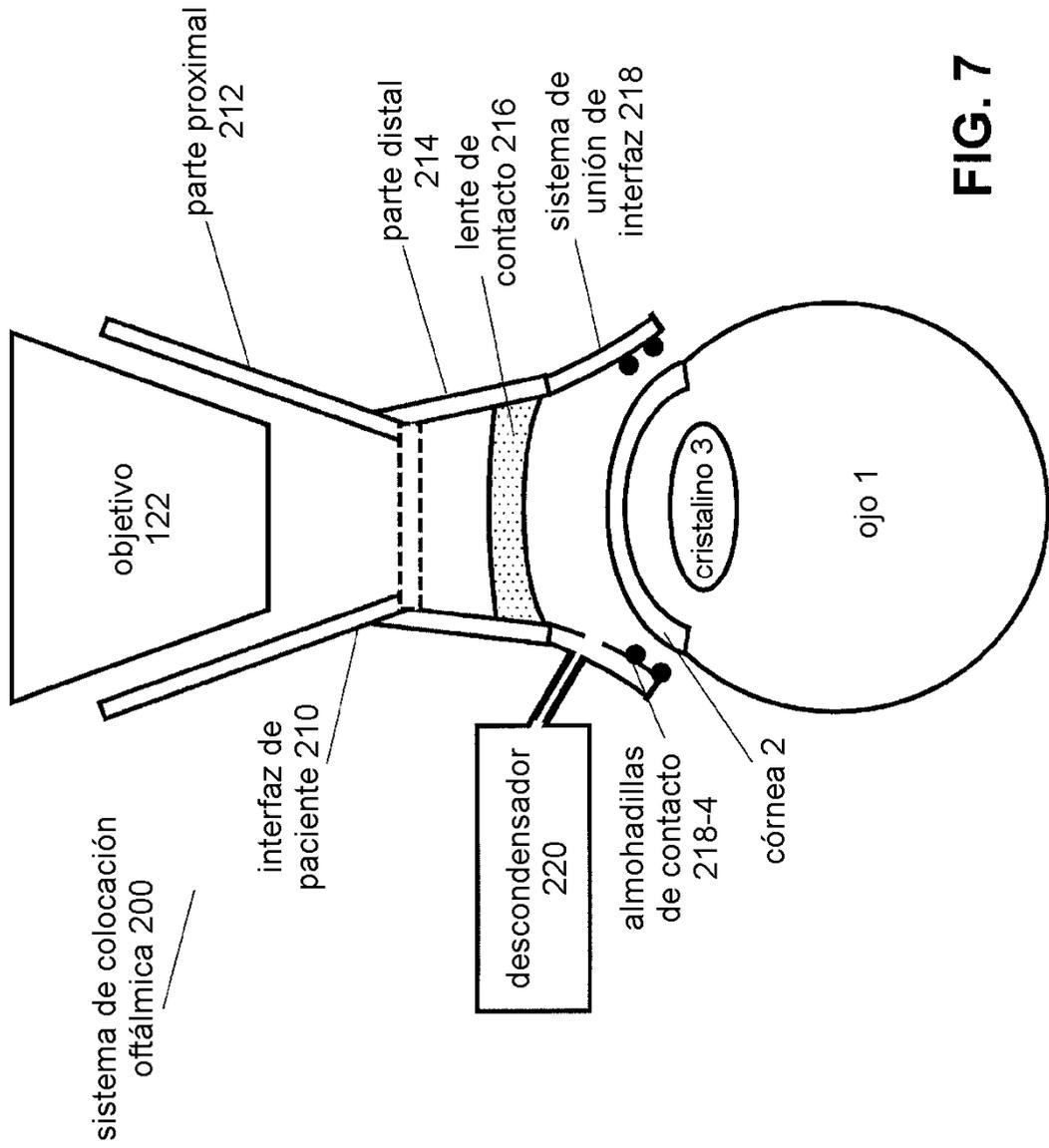


FIG. 7