

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 410**

51 Int. Cl.:
A61F 2/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07873843 .2**
96 Fecha de presentación: **23.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2083753**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.08.2009**

54 Título: **Sistema de suministro de lente intraocular con control de temperatura**

30 Prioridad:
23.10.2006 US 584996

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.04.2012

73 Titular/es:
**Novartis AG
Lichtstrasse 35
4056 Basel , CH**

72 Inventor/es:
**BOUKHNY, Mikhail;
CHON, James;
DOWNER, David y
VAN NOY, Stephen, J.**

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

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).

ES 2 378 410 T3

DESCRIPCIÓN

Sistema de suministro de lente intraocular con control de temperatura.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo para suministrar una lente intraocular a un ojo y, más particularmente, a un dispositivo de suministro de lente intraocular controlado en temperatura.

10 Antecedentes de la invención

El ojo humano funciona para proporcionar visión transmitiendo luz a través de una parte exterior transparente denominada córnea y enfocando la imagen por medio de una lente cristalina sobre la retina. La calidad de la imagen enfocada depende de muchos factores, incluyendo el tamaño y la forma del ojo y la transparencia de la córnea y el cristalino.

Cuando la edad o una enfermedad disminuyen la transparencia del cristalino, se deteriora la visión debido a la luz disminuida que puede transmitirse a la retina. Esta deficiencia en el cristalino del ojo se conoce médicamente como catarata. Un tratamiento aceptado para esta afección es la retirada quirúrgica del cristalino y la sustitución de la función del cristalino por una lente intraocular artificial (IOL).

En los Estados Unidos, la mayoría de los cristalinos cataratosos son retirados por una técnica quirúrgica denominada facoemulsificación. Durante esta intervención, se realiza una abertura en la cápsula anterior y se inserta una punta de corte delgada de facoemulsificación en el cristalino enfermo y se provoca su vibración ultrasónica. La punta de corte vibrante licúa o emulsifica el cristalino de modo que el cristalino pueda aspirarse fuera del ojo. El cristalino enfermo, una vez retirado, es sustituido por un cristalino artificial.

La IOL se inyecta en el ojo a través de la misma pequeña incisión utilizada para retirar el cristalino enfermo. La IOL se coloca en un inyector de IOL en un estado plegado. Se inserta la punta del inyector de IOL en la incisión y se suministra la lente al ojo.

Muchas IOL fabricadas actualmente se realizan a partir de un polímero con características específicas. Estas características permiten que la lente se pliegue y, cuando se la suministre al ojo, permiten que la lente se despliegue en la forma apropiada. Los polímeros utilizados para hacer estas lentes presentan unas características que dependen de la temperatura. El calentamiento del polímero permite que la IOL se comprima más fácilmente, permitiendo así que encaje a través de una incisión más pequeña. Es deseable una incisión más pequeña debido a que promueve una cicatrización más rápida y es menos traumática para el paciente.

Las características de temperatura de los polímeros utilizados para realizar las IOL pueden impactar significativamente en el proceso de implantación de la lente. Para algunos polímeros, tiene lugar un cambio en la dureza o en la viscosidad sobre un intervalo relativamente estrecho. Por ejemplo, a temperaturas más frías, el polímero puede volverse frágil y romperse si se le pliega. A temperaturas más altas, el polímero puede volverse pegajoso y perder su capacidad de retención de forma. Por tanto, es deseable mantener el polímero en un intervalo de temperatura específico de modo que la IOL pueda mantener su integridad.

En la práctica, algunos cirujanos calientan manualmente las IOL utilizando el exterior de las autoclaves o calentadores diseñados para calentar toallitas para bebés. Tal calentamiento es incontrolado. Como se observa, los polímeros utilizados para fabricar cristalinos artificiales son sensibles a la temperatura, y un control de temperatura más preciso puede conseguir resultados deseados.

Por tanto, existe una necesidad de un dispositivo de inyección de lente intraocular controlado en temperatura.

El estado de la técnica está representado por los documentos US-A-4.955.889 (Van Gent) y US-A-6.398.789 (Capetan).

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un sistema de suministro de lente intraocular de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. En una forma de realización de acuerdo con los principios de la presente invención, ésta consiste en un sistema de suministro de lente intraocular que presenta un cuerpo de inyector, un émbolo, una parte de boquilla y un calentador. El émbolo se puede mover deslizablemente dentro del cuerpo de inyector. La parte de boquilla está localizada en un extremo distal del cuerpo de inyector y tiene un interior hueco adaptado para recibir la lente intraocular. El calentador está integrado con el sistema de suministro de lente intraocular y adaptado para calentar la lente intraocular. En otra forma de realización de acuerdo con los principios de la presente invención, ésta consiste en un sistema de suministro de lente intraocular que incluye una pieza de mano, un cartucho y un calentador. La pieza de mano tiene un cuerpo y un émbolo adaptado para producir un movimiento en vaivén dentro del cuerpo. El

cartucho tiene una cámara en el cartucho y una boquilla en un extremo distal del cartucho. La cámara está adaptada para contener una lente intraocular. La boquilla presenta un interior hueco conectado a la cámara. El cartucho está adaptado para encajar en la pieza de mano. El calentador calienta la lente intraocular.

5 En otra forma de realización de acuerdo con los principios de la presente invención, ésta consiste en un dispositivo para suministrar una lente intraocular a un ojo. El dispositivo presenta un cuerpo de inyector, un émbolo, una parte de boquilla, un calentador, una fuente de potencia, un controlador y una interfaz entre el calentador y el controlador. El émbolo es móvil deslizablemente dentro del cuerpo de inyector. La parte de boquilla está localizada próxima a un extremo distal del cuerpo de inyector. La parte de boquilla presenta un interior hueco que puede contener una lente intraocular. El calentador está localizado cerca de la lente intraocular y adaptado para calentar la lente intraocular. La fuente de potencia proporciona potencia al calentador. El controlador controla el funcionamiento del calentador. El controlador está adaptado para regular la temperatura de la lente intraocular.

10 Debe apreciarse que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada siguiente son proporcionadas a título de ejemplo y únicamente explicativas y están destinadas a proporcionar una explicación adicional de la invención según se reivindica. La siguiente descripción, así como la práctica de la invención, exponen y sugieren las ventajas y los objetivos adicionales de la invención.

20 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en la presente memoria y forman parte de ella, ilustran varias formas de realización de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

25 La figura 1 es una vista en sección transversal superior de un cartucho y una pieza de mano que funcionan colectivamente como un inyector de lente intraocular.

La figura 2 es una vista en sección transversal superior de un cartucho y una pieza de mano que funcionan colectivamente como un inyector de lente intraocular.

30 La figura 3 es una vista en sección transversal lateral de un cartucho y una pieza de mano que funcionan colectivamente como un inyector de lente intraocular.

La figura 4 es una vista en sección transversal lateral de un cartucho y una pieza de mano que funcionan colectivamente como un inyector de lente intraocular.

35 La figura 5 es una vista en sección transversal superior, en despiece ordenado, de un cartucho con un calentador según una realización de la presente invención.

40 La figura 6 es una vista en sección transversal lateral, en despiece ordenado, de un cartucho con un calentador según una realización de la presente invención.

La figura 7 es una vista en sección transversal lateral, en despiece ordenado, de una pieza de mano con un calentador localizado en el cuerpo de la pieza de mano según una realización de la presente invención.

45 La figura 8 es una vista en sección transversal superior, en despiece ordenado, con un calentador localizado en el cuerpo de la pieza de mano según una realización de la presente invención.

La figura 9 es una vista en sección transversal lateral, en despiece ordenado, de una pieza de mano con un calentador localizado en el émbolo según una realización de la presente invención.

50 La figura 10 es una vista en sección transversal superior, en despiece ordenado, de una pieza de mano con un calentador localizado en el émbolo según una realización de la presente invención.

55 La figura 11 es una vista en sección transversal superior de un inyector de lente intraocular según una realización de la presente invención.

La figura 12 es una vista en sección transversal lateral de un inyector de lente intraocular según una realización de la presente invención.

60 La figura 13 es una vista en sección transversal superior de un inyector de lente intraocular, que representa dos diferentes localizaciones de calentador según una realización de la presente invención.

La figura 14 es una vista en sección transversal lateral de un inyector de lente intraocular, que representa dos diferentes localizaciones de calentador según una realización de la presente invención.

65 La figura 15 es un diagrama de bloques de una parte de un sistema inyector de lente intraocular según una

realización de la presente invención.

La figura 16 es una vista en sección transversal superior de un sistema de suministro de lente intraocular accionado por batería, que representa dos diferentes localizaciones de calentador según una realización de la presente invención.

La figura 17 es una vista en sección transversal superior de un sistema de suministro de lente intraocular con un calentador localizado en el émbolo según una realización de la presente invención.

La figura 18 es una vista en sección transversal superior de un sistema de suministro de lente intraocular con un calentador localizado en la boquilla según una realización de la presente invención.

La figura 19 es una vista en sección transversal superior de un sistema de suministro de lente intraocular accionado por resorte, que representa dos diferentes localizaciones de calentador según una realización de la presente invención.

La figura 20 es un diagrama de flujo de un método de funcionamiento de un sistema inyector de lente intraocular según una realización de la presente invención.

La figura 21 es un diagrama de flujo de un método de funcionamiento de un sistema inyector de lente intraocular según una realización de la presente invención.

La figura 22 es un diagrama de flujo de un método de funcionamiento de un sistema inyector de lente intraocular según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

Se hace referencia a continuación con detalle a las formas de realización ejemplificativas de la invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizan los mismos números de referencia en todos los dibujos para referirse a las partes iguales o similares.

La figura 1 es una vista en sección transversal superior de un cartucho y una pieza de mano que funcionan colectivamente como un inyector de lente intraocular. En la forma de realización representada en la figura 1, un sistema inyector de IOL de dos piezas incluye unan pieza de mano 100 y un cartucho 150. En la pieza de mano 100, el cuerpo de inyector 125 aloja un vástago 105 conectado a un émbolo 110. El vástago 105 es típicamente rígido y está conectado al émbolo 110 de tal manera que el movimiento del vástago 105 se traduzca en movimiento del émbolo 110. De esta manera, el émbolo 110 está diseñado para producir movimiento en vaivén dentro del cuerpo de inyector 125. Dos lengüetas, tal como la lengüeta 115, están localizadas en un extremo de la pieza de mano 100. Una zona 120 está adaptada para recibir el cartucho 150.

El cartucho 150 incluye dos lengüetas, tal como la lengüeta 165, una boquilla 160 y una cámara 155. La cámara 155 contiene una IOL. La boquilla 160 es hueca y está diseñada para permitir que una IOL pase a través de ella y entre en un ojo. El interior del cartucho 150 contiene un paso continuo que incluye la cámara 155 y la boquilla 160. Una IOL localizado en la cámara 155 puede transferirse fuera del cartucho a través de la boquilla 160.

La figura 2 representa la manera en que el cartucho 150 y la pieza de mano 100 encajan conjuntamente. Como se representa en la realización representada en la figura 2, el cartucho 150 está localizado en la zona 120. El émbolo 110 está diseñado para producir un movimiento en vaivén dentro del cuerpo de inyector 125 y la cámara 155. El vástago 105 y el émbolo 110 están constreñidos generalmente a moverse en vaivén en una dirección que es paralela al cuerpo 125. Las lengüetas del cartucho 150, tales como la lengüeta 165, están diseñadas para encajar debajo de las lengüetas de la pieza de mano 100, tal como la lengüeta 115. En esta posición, el cartucho 150 está asegurado a la pieza de mano 100.

En funcionamiento, se mueve el vástago 105 haciendo así que se mueva el émbolo 110. Para insertar el cartucho 150, el vástago 105 y el émbolo 110 son arrastrados hacia atrás de modo que el émbolo 110 esté dispuesto fuera de la zona 120. La zona 120 recibe el cartucho 150 y el émbolo 110 se hace avanzar hacia dentro del cartucho 150. En particular, el émbolo 110 está diseñado para entrar en la cámara 155 y hacer contacto con la IOL contenida en la cámara 155. Cuando el émbolo 110 se hace avanzar adicionalmente, empuja la IOL fuera de la cámara 155 a través de la boquilla 160. La boquilla 160 se inserta en una incisión hecha en la córnea, permitiendo así que la IOL se suministre al ojo.

Las figuras 3 y 4 representan una vista en sección transversal lateral del cartucho 150 y la pieza de mano 100 representados en las figuras 1 y 2. En esta forma de realización, el cartucho 150 encaja en la pieza de mano 100 como se muestra. En la figura 4, el émbolo 110 se encuentra en la cámara 155 del cartucho 150.

Las figuras 5 y 6 representan unas vistas en sección transversal y en despiece ordenado (tomadas tanto desde

arriba como lateralmente) de un cartucho con un calentador según una realización de la presente invención. La localización del calentador 505 se muestra por las líneas de trazos. En la realización de las figuras 5 y 6, el calentador 505 se localiza encima y debajo de la cámara 155. Esto permite que el calentador 505 caliente la IOL contenida en la cámara 155. Además, el calentador 505 se extiende hasta la boquilla 160, permitiendo que el calor se transfiera a la IOL mientras la IOL está en la boquilla 160. El calentador 505 puede localizarse también de tal manera que rodee la cámara 155 o de manera que se encuentra sólo en un lado de la cámara 155.

El calentador 505 es típicamente un calentador de tipo resistivo. En una forma de realización, el calentador 505 es un alambre continuo con una resistencia, a través del cual se hace pasar una corriente. En otras formas de realización, el calentador 505 contiene elementos resistivos conectados en serie, a través de los cuales se hace pasar una corriente. La cantidad de corriente pasada a través del calentador 505 y las características resistivas del calentador 505 se seleccionan de modo que se proporcione la cantidad apropiada de calor para calentar una IOL contenida en la cámara 155.

Unas conexiones eléctricas (no representadas) proporcionan una corriente al calentador 505. Estas conexiones proporcionan típicamente corriente al calentador 505 a partir de una fuente de potencia, tal como una batería. Además, una línea de control (no representada) proporciona señales que controlan el funcionamiento del calentador 505. En esta realización, un controlador (no representado) recibe información de temperatura del calentador 505 y proporciona unas señales que controlan el funcionamiento del calentador 505.

El calentador 505 puede localizarse en la superficie exterior del cartucho 150 o en la superficie interior del cartucho 150, o bien puede incrustarse en el cartucho 150. Típicamente, el cartucho 150 está realizado en un material polimérico. El calentador 505 puede incrustarse en el material polimérico.

Las figuras 7 y 8 representan unas vistas en sección transversal y en despiece ordenado (tomadas tanto desde arriba como lateralmente) de una pieza de mano con un calentador según una realización de la presente invención. La localización del calentador 705 se muestra por las líneas de trazos. En esta realización, el calentador 705 está localizado debajo del émbolo 110. De esta manera, el cartucho 150 encaja en la pieza de mano 100 encima del calentador 705. El calentador 705 calienta el cartucho 150 y la IOL que éste contiene. Al igual que el calentador 505, el calentador 705 es un calentador de tipo resistivo.

El calentador 705 puede localizarse en la superficie exterior de la pieza de mano 100 o en la superficie interior de la pieza de mano 100, o bien puede incrustarse en la pieza de mano 100. Cuando la pieza de mano 100 está realizada en un material polimérico, el calentador 705 puede incrustarse en el material polimérico. Cuando la pieza de mano 100 está realizada en un material metálico, el calentador 705 puede localizarse en una de sus superficies.

Unas conexiones eléctricas (no representadas) proporcionan corriente al calentador 705. Estas conexiones proporcionan típicamente una corriente al calentador 705 desde una fuente de potencia, tal como una batería. Además, una línea de control (no representada) proporciona unas señales que controlan el funcionamiento del calentador 705. En esta realización, un controlador (no representado) recibe información de temperatura procedente del calentador 705 y proporciona señales que controlan el funcionamiento del calentador 705.

Las figuras 9 y 10 representan unas vistas en sección transversal y en despiece ordenado (tomadas tanto desde arriba como lateralmente) de una pieza de mano con un calentador según una realización de la presente invención. La localización del calentador 905 se muestra por las líneas de trazos. En esta realización, el calentador está localizado en el émbolo 110. El calor procedente del calentador 905 se transfiere a la IOL directamente cuando el émbolo 110 se inserta en la cámara 155 del cartucho 150. Al igual que los calentadores 505 y 705, el calentador 905 es un calentador de tipo resistivo.

El calentador 905 puede localizarse en la superficie exterior del émbolo 110 o en la superficie interior del émbolo 110, o bien puede incrustarse en el émbolo 110. Cuando el émbolo 110 está realizado en un material polimérico, el calentador 705 puede incrustarse en el material polimérico.

Unas conexiones eléctricas (no representadas) proporcionan corriente al calentador 905. Estas conexiones proporcionan típicamente una corriente al calentador 905 a partir de una fuente de potencia, tal como una batería. Además, una línea de control (no representada) proporciona señales que controlan el funcionamiento del calentador 905. En esta realización, un controlador (no representado) recibe información de temperatura procedente del calentador 905 y proporciona unas señales que controlan el funcionamiento del calentador 905.

En una forma de realización, se selecciona sólo una de las configuraciones de calentador anteriores. En otras palabras, si un calentador está localizado en el cartucho, entonces no está presente en la pieza de mano. Asimismo, si un calentador está presente en la pieza de mano, no está presente en el cartucho.

En otra realización, pueden utilizarse dos calentadores. Por ejemplo, un calentador puede estar presente en el émbolo 110, así como en el cuerpo de inyector 125. Esto permite que se transfiera calor a la IOL indirectamente a través del cartucho (en el caso del calentador localizado en el cuerpo de inyector 125), así como directamente (en el

caso del calentador localizado en el émbolo 110). Otras numerosas configuraciones similares están comprendidas en el alcance de la presente invención.

El funcionamiento de los calentadores 505, 705 y 905 es similar. Cada uno de estos calentadores produce calor cuando se hace pasar corriente a través de ellos. Típicamente, un controlador controla la cantidad de corriente y la temporización de la corriente aplicada a los calentadores. Cuando se accionan, los calentadores están diseñados para mantener la IOL dentro de un intervalo de temperatura deseado.

Las figuras 11 y 12 representan vistas en sección transversal desde arriba y lateral de un inyector de IOL en el que puede incorporarse un calentador. En la forma de realización de la figura 11, un sistema de suministro de IOL 1100 incluye un émbolo 1105 localizado en un extremo de un vástago 1110. El vástago 1110 es típicamente rígido y está conectado al émbolo 1105 de tal manera que el movimiento del vástago 1110 se traduzca en movimiento del émbolo 1105. De esta manera, el émbolo 1105 está diseñado para moverse en vaivén dentro del cuerpo de inyector 125. Unas guías 1120, 1122 aseguran que el émbolo 1105 produzca un movimiento en vaivén en una dirección paralela al alojamiento 1115. El alojamiento 1115 contiene el émbolo 1105 y el vástago 1110.

Una parte de boquilla 1130 está localizada en un extremo del sistema de suministro de IOL 1100. Un interior hueco 1125 está localizado en una parte de boquilla 1130 y está diseñado para contener una IOL. Un paso continuo se extiende desde las guías 1120, 1122 a través del interior hueco 1125 y fuera de la parte de boquilla 1130 en su extremo distal. Una IOL contenida en el interior hueco 1125 junto a las guías 1120, 1122 puede pasar fuera del extremo distal o de punta de la parte de boquilla 1130 y entrar en un ojo.

En funcionamiento, el vástago 1110 se mueve haciendo así que el émbolo 1105 se mueva. El vástago 1110 y el émbolo 1105 están constreñidos generalmente a moverse en vaivén en una dirección que es paralela al alojamiento 1115 y se extiende dentro de éste. Una IOL está localizada en el interior hueco 1125 junto a las guías 1120, 1122. El émbolo 1105 está diseñado para coger la IOL y empujarla a través del interior hueco 1125 fuera del extremo distal o de punta de la parte de boquilla 1130 y hacia dentro de un ojo. El extremo distal o de punta de la parte de boquilla 1130 se inserta en una incisión practicada en la córnea. La IOL es suministrada al ojo a través de esta incisión.

Las figuras 13 y 14 representan unas vistas en sección transversal superior y lateral de un inyector de lente intraocular con dos localizaciones de calentador diferentes según una realización de la presente invención. En las figuras 13 y 14, un calentador 1305 está localizado en el émbolo y un calentador 1310 está localizado en la parte de boquilla. La localización de los calentadores 1305, 1310 se muestra por líneas continuas. En la realización de las figuras 13 y 14, el calentador 1305 está localizado en el émbolo y el calentador 1310 está localizado encima y debajo del interior hueco 1125 de la parte de boquilla 1130. En otras formas de realización, el calentador 1310 rodea el interior hueco 1125 o está localizado en un lado de éste.

Cuando el calentador 1305 está localizado en el émbolo 1105, se transfiere calor a la IOL cuando el émbolo 1105 hace contacto con la IOL. Cuando el calentador 1310 está localizado en la parte de boquilla 1130 y rodea el interior hueco 1125, se transfiere calor a la IOL cuando ésta reside en el interior hueco 1125.

Los calentadores 1305, 1310 son calentadores de tipo típicamente resistivo. En una forma de realización, los calentadores 1305, 1310 comprenden cada uno de ellos un alambre continuo con una resistencia, a través del cual se hace pasar una corriente. En otras formas de realización, los calentadores 1305, 1310 contienen cada uno de ellos elementos resistivos conectados en serie, a través de los cuales se hace pasar una corriente. La cantidad de corriente que ha pasado a través de los calentadores 1305, 1310 y las características resistivas de los calentadores 1305, 1310 se seleccionan de modo que se proporcione la cantidad apropiada de calor para calentar una IOL.

Unas conexiones eléctricas (no representadas) proporcionan corriente a los calentadores 1305, 1310. Estas conexiones proporcionan típicamente una corriente a los calentadores 1305, 1310 a partir de una fuente de potencia, tal como una batería. Además, una línea de control (no representada) proporciona unas señales que controlan el funcionamiento de los calentadores 1305, 1310. En esta realización, un controlador (no representado) recibe información de temperatura de los calentadores 1305, 1310 y proporciona señales que controlan el funcionamiento de los calentadores 1305, 1310.

El calentador 1305 puede localizarse en la superficie exterior del émbolo 1105 o en la superficie interior del émbolo 1105, o bien puede incrustarse en el émbolo 1105. Típicamente, el émbolo 1105 está realizado en un material polimérico. En tal caso, el calentador 1305 puede incrustarse en el material polimérico. Asimismo, el calentador 1310 puede localizarse en la superficie exterior de la parte de boquilla 1130 o en la superficie interior de la parte de boquilla 1130, o bien puede incrustarse en la parte de boquilla 1130. Típicamente, la parte de boquilla 1130 está realizada en un material polimérico. En tal caso, el calentador 1310 puede incrustarse en el material polimérico.

En una forma de realización, se selecciona sólo una de las configuraciones de calentador anteriores. En otras palabras, si un calentador está localizado en el émbolo 1105, entonces no está presente en la parte de boquilla 1130. Asimismo, si un calentador está presente en la parte de boquilla 1130, no está presente en el émbolo 1105.

En otra realización pueden utilizarse dos calentadores. Por ejemplo, puede estar presente un calentador en el émbolo 1105, así como en la parte de boquilla 1130. Esto permite que se transfiera calor a la IOL indirectamente a través de la parte de boquilla 1130 (en el caso del calentador localizado en la parte de boquilla 1130), así como directamente (en el caso del calentador localizado en el émbolo 1105). Estas numerosas configuraciones adicionales están comprendidas en el alcance de la presente invención.

El funcionamiento de los calentadores 1305 y 1310 es similar. Cada uno de estos calentadores produce calor cuando se hace pasar corriente a través de ellos. Típicamente, un controlador controla la cantidad de corriente y la temporización de la corriente aplicada a los calentadores. Cuando se accionan, los calentadores están diseñados para mantener la IOL dentro de un intervalo de temperatura deseado.

Como se muestra en las formas de realización anteriores, un calentador puede localizarse en estrecha proximidad a una IOL para calentar la IOL de modo que pueda ser más fácilmente suministrada al ojo. Puesto que las IOL están generalmente realizadas en un material polimérico que es sensible a la temperatura, proporcionar calor a través de un calentador integral ayuda a mantener la IOL a una temperatura a la que pueda comprimirse más fácilmente mientras mantiene todavía sus características de forma. Así, puede utilizarse un calentador para mantener la IOL dentro de un intervalo de temperatura deseado de modo que la IOL pueda suministrarse más fácilmente al ojo.

Aunque las formas de realización anteriores detallan la localización y la composición del calentador, las formas de realización siguientes describen el sistema de suministro de IOL con mayor detalle. La figura 15 es un diagrama de bloques de una parte de un sistema inyector de lente intraocular según una realización de la presente invención. En la realización de la figura 15, una parte del sistema de suministro de IOL incluye un controlador 1505, un motor 1510, un dispositivo de entrada 1515 y una fuente de potencia 1520. El controlador 1505 está conectado al motor 1510 a través de una interfaz 1530, al dispositivo de entrada 1515 a través de una interfaz 1535 y a la fuente de potencia 1520 a través de una interfaz 1525. Una interfaz 1540 conecta el controlador 1505 a un calentador (no representado).

El controlador 1505 es típicamente un circuito integrado que puede realizar funciones lógicas. En diversas formas de realización, el controlador 1505 es un controlador de motor o un controlador de calentador. En otras formas de realización, el controlador 1505 es un simple microprocesador. El controlador 1505 presenta típicamente la forma de un paquete IC estándar con espigas de potencia, entrada y salida.

En la realización de la figura 15, el controlador 1505 es un circuito integrado capaz de recibir una entrada del dispositivo de entrada 1515 a través de la interfaz 1535. El controlador recibe su potencia de la fuente de potencia 1520 a través de la interfaz 1525. El controlador 1505 puede recibir también información de un calentador (no representado) a través de la interfaz 1540. En esta forma de realización, el controlador 1505 tiene dos salidas de control. El controlador 1505 envía salidas de control al motor 1510 a través de la interfaz 1530. El controlador envía también salidas de control a un calentador (no representado) a través de la interfaz 1540.

El dispositivo de entrada 1515 es típicamente un interruptor o un botón que activa alguna parte del sistema de suministro de IOL. En una forma de realización, el dispositivo de entrada 1515 es un interruptor que es activado para accionar el calentador.

La fuente de potencia 1520 proporciona potencia al controlador 1505, al motor 1510 y al calentador (no representado). En una forma de realización, la fuente de potencia 1520 es una batería. En otra realización, la fuente de potencia 1520 es un cable que dirige potencia desde una consola quirúrgica.

El motor 1510 está diseñado para accionar un émbolo con el fin de inyectar la IOL en un ojo. En una forma de realización, el motor 1510 es un motor de pasos. Las interfaces 1525, 1530, 1535 y 1540 pueden ser cualquier tipo de interfaz adecuada. En una forma de realización, estas interfaces son alambres. En otras formas de realización, estas interfaces pueden enviar y recibir potencia y/o datos.

La figura 16 es una vista en sección transversal superior de un sistema de suministro de lente intraocular accionado por batería, que representa dos diferentes localizaciones de calentador según una realización de la presente invención. El sistema de suministro de IOL 1600 de la figura 16 une los elementos de las figuras 13 y 14 con los elementos de la figura 15. En la figura 16, el sistema de suministro de IOL 1600 incluye una batería 1605, el controlador 1505, el dispositivo de entrada 1515, el motor 1510, el vástago 1110, el alojamiento 1115, las guías 1120, 1122, el interior hueco 1125, las interfaces 1525, 1530, 1535, 1540 y los calentadores 1305, 1310. Un indicador, tal como un LED (no representado), puede estar presente también en el alojamiento 1115.

La batería 1605 está localizada dentro del alojamiento 1115 en un extremo del sistema de suministro de IOL 1600. La batería 1605 proporciona potencia al controlador a través de la interfaz 1525. La batería 1605 proporciona también potencia al motor 1510 y a uno o ambos calentadores 1305, 1310. El dispositivo de entrada 1515, cuando se activa, proporciona una señal al controlador 1505 a través de la interfaz 1535. El controlador 1505 controla el calentador 1305, 1310 a través de las señales enviadas por la interfaz 1540. Aunque la interfaz 1540 se muestra conectando el calentador 1305 al controlador 1505, puede conectar el calentador 1310 al controlador 1505. El

controlador 1505 controla el funcionamiento del motor 1510 a través de las señales enviadas por la interfaz 1530. El motor 1510 está conectado al vástago 1110 y lo mueve cuando se activa. El vástago 1110 está conectado a un émbolo (no representado). Las guías 1120, 1122 localizadas en el alojamiento 1115 constriñen el vástago 1110 y el émbolo (no representado) a producir un movimiento en vaivén en una dirección que es generalmente paralela al alojamiento 1115. El interior hueco 1125 está localizado en la región de la boquilla del sistema de suministro de IOL 1600. Se representan también dos localizaciones de calentador 1305, 1310.

Aunque se muestran dos localizaciones de calentador, uno o ambos de los calentadores 1305, 1310 pueden estar presentes. En una forma de realización, el calentador 1305 está presente y el calentador 1310 no. En tal caso, el calentador 1305, localizado en el émbolo, calienta una IOL directamente cuando contacta y/o se encuentra próximo a la IOL. En otra realización, el calentador 1310 está presente y el calentador 1305 no. En tal caso, el calentador 1310 calienta la IOL. Todavía en otra realización, están presentes ambos calentadores 1305 y 1310. En este caso, ambos calentadores calientan la IOL.

En funcionamiento, el controlador 1505 recibe una entrada del dispositivo de entrada 1515. Como se ha señalado, el dispositivo de entrada 1515 es típicamente un interruptor o botón. En este ejemplo, la entrada recibida dirige el controlador 1505 para conectar el calentador, tal como el calentador 1305 o el calentador 1310 o ambos. A través de la interfaz 1540, el controlador 1505 enciende el calentador de modo que pueda calentar la IOL. El controlador 1505 recibe también información de temperatura del calentador 1305 y/o del calentador 1310 a través de la interfaz 1540. El controlador 1505 controla el calentador 1305 y/o el calentador 1310 para mantener la IOL dentro de un intervalo de temperatura deseado. Un indicador, tal como un diodo de emisión de luz (no representado), se ilumina para proporcionar una indicación de que la IOL está en el intervalo de temperatura deseado. Mientras la IOL está en el intervalo de temperatura deseado, el controlador activa el motor 1510 para accionar el vástago 1110 y un émbolo (colocalizado con el calentador 1305) para suministrar una IOL fuera del interior hueco 1125 y hacia dentro del ojo.

El controlador 1505 puede utilizar cualquier número de algoritmos diferentes para controlar el calentador 1305 y/o el calentador 1310. En una forma de realización según los principios de la presente invención, el controlador 1505 utiliza un algoritmo de control de conexión/desconexión para encender y apagar el calentador con el fin de mantener la IOL dentro de un intervalo de temperatura deseado. En otra realización, el controlador 1505 controla la cantidad de corriente aplicada al calentador 1305 y/o al calentador 1310 para regular su temperatura. En este método, el calentador se mantiene en un intervalo de temperatura para asegurar que la IOL se mantenga en un intervalo de temperatura deseado.

En otra realización, el controlador 1505 implementa un controlador proporcional-integral-derivado ("controlador PID"). Un controlador PID acepta una señal de realimentación procedente del calentador y controla el calentador utilizando la señal de realimentación. Un controlador PID puede mantener efectivamente el calentador en un punto de ajuste deseado. Por ejemplo, si el punto de ajuste es 35 o 40 grados Celsius, entonces el controlador PID mantiene el calentador a 35 o 40 grados Celsius. El calentador puede mantenerse en cualquier punto de ajuste utilizando un controlador PID.

El intervalo de temperatura deseado puede preajustarse en fábrica. Puesto que el sistema de suministro de IOL se utiliza para suministrar IOL realizadas en el mismo material polimérico, un intervalo de temperatura preajustado de unos pocos grados Celsius o menos es apropiado para el intervalo de temperatura deseado. Típicamente, el material polimérico utilizado para realizar las IOL presenta unas características dependientes de la temperatura que pueden observarse sobre los intervalos de temperatura relativamente pequeños de unos pocos grados Celsius. En tal caso, un intervalo de temperatura deseado deberá estar en el intervalo de unos pocos grados Celsius o menos.

El controlador 1505 puede utilizar cualquier número de algoritmos diferentes para controlar el motor 1510. En el caso de que el motor 1510 sea un motor de pasos, el controlador 1505 hace avanzar incrementalmente el vástago del motor, haciendo avanzar así incrementalmente al vástago 1110 y al émbolo. En una forma de realización, el vástago 1110 es el árbol presente en un motor de pasos. En otra realización, el árbol de un motor de pasos se acopla al vástago 1110.

La forma de realización de la figura 17 es la misma que la de la figura 16, excepto en que se proporciona potencia al sistema de suministro de IOL 1700 a través de un cable 1705. El cable 1705 se extiende desde el sistema de suministro de IOL 1700 hasta una consola quirúrgica (no representada). La consola quirúrgica contiene típicamente una pluralidad de puertos, tal como puertos que proporcionan potencia eléctrica o neumática. La consola contiene también una pantalla que muestra información sobre el funcionamiento del sistema. En la forma de realización representada en la figura 17, el controlador 1505 interactúa con el cable 1705. El controlador 1505 puede enviar información a la consola y recibirla desde la misma a través del cable 1705. En una forma de realización, la consola realiza la mayoría, sino todas, de las funciones de control. En tal caso, el controlador 1505 puede no estar presente. En lugar de ello, el cable 1705 transporta las interfaces 1530, 1535 y 1540, recibe señales de entrada procedentes del dispositivo de entrada 1515 y proporciona unas señales de control al motor 1510 y al calentador 1305.

En la figura 17 sólo se muestra un calentador, el calentador 1305. El calentador 1305 está localizado en el émbolo y está diseñado para calentar directamente la IOL. La parte de boquilla 1130 resulta asimismo visible.

La forma de realización de la figura 18 es la misma que la de la figura 17, excepto en que el calentador 1310 está localizado en la parte de boquilla 1130 y no en el émbolo 1105.

5 En funcionamiento, el sistema de suministro de IOL 1700 y el sistema de suministro de IOL 1800 reciben cada uno su potencia a través del cable 1705. Ambos funcionan de una manera similar. En una forma de realización, el controlador 1505 del sistema de suministro de IOL 1700 recibe una señal de entrada del dispositivo de entrada 1515. Esta señal de entrada comunica al controlador que active el calentador 1305. Alternativamente, cuando el controlador 1505 no está presente y las funciones de control son manipuladas por la consola quirúrgica, la señal de
10 entrada del dispositivo de entrada 1515 es recibida por la consola a través del cable 1705. El controlador 1505, si está presente, o la consola, si el controlador 1505 no está presente, controla el funcionamiento del calentador 1305 para mantener la IOL dentro de un intervalo de temperatura deseado. Mientras la IOL se encuentra en el intervalo de temperatura deseado, el cirujano inserta el extremo de punta de la parte de boquilla 1130 en una pequeña incisión de la córnea del ojo y activa el émbolo para inyectar la IOL dentro del ojo. Típicamente, el cirujano presiona un
15 interruptor de pedal para accionar el motor 1510. El motor 1510 acciona el vástago 1110 y el émbolo 1105 desplazando la IOL fuera del interior hueco 1125, a través del extremo de punta de la parte de boquilla 1130 y hacia dentro del ojo.

El interruptor de pedal está conectado a la consola quirúrgica principal. De esta manera, la señal procedente del interruptor de pedal dice a la consola que el cirujano desea inyectar la IOL en el ojo. La consola controla esta operación directamente activando el motor 1510 o envía una señal al controlador 1505, si está presente, y el controlador 1505 controla el funcionamiento del motor. De esta manera, si el controlador 1505 no está presente, entonces la consola quirúrgica principal controla el funcionamiento del dispositivo de suministro 1700 de IOL.

25 La forma de realización de la figura 19 es la misma que la de la figura 16 excepto en que un resorte 1905 y un mecanismo de bloqueo 1910 de resorte sustituyen al motor 1510. En esta forma de realización, el resorte 1905 proporciona la fuerza para accionar el vástago 1110 y el émbolo 1105 para suministrar la IOL dentro del ojo. Un extremo del resorte 1905 está conectado al alojamiento 1115 o a alguna estructura (no representada) en el interior del alojamiento 1115. El mecanismo de bloqueo 1910 de vástago actúa para sujetar el vástago 1110 en su sitio. En
30 esta posición, el resorte 1905 está bajo tensión. Cuando se libera el mecanismo de bloqueo 1910 de vástago, el resorte 1905 empuja el vástago 1110 en una dirección hacia el extremo de la parte de boquilla 1130. Ésta a su vez empuja el émbolo 1105 e impulsa la IOL fuera de la parte de boquilla 1130 y hacia dentro del ojo.

En una forma de realización, el bloqueo 1910 del vástago es controlado por el controlador 1505. En otra forma de realización, el bloqueo 1910 del vástago se sujeta en su sitio por un acoplamiento mecánico (no representado) que es liberado por un botón o interruptor (no representado). En tal caso, el controlador 1505 puede ser un simple controlador diseñado para hacer funcionar el calentador 1305 y/o el calentador 1310. En este caso, el dispositivo de suministro de IOL 1900 puede ser desechable.

40 En funcionamiento, se activa el dispositivo de suministro de IOL desechable 1900 activando el dispositivo de entrada 1515. El dispositivo de entrada 1515 es típicamente un interruptor o un botón que conecta el calentador 1305, el calentador 1310 o ambos calentadores 1305 y 1310. El calentador o los calentadores obtienen su potencia de la batería 1605. La batería 1605 suministra corriente al calentador o los calentadores. Después de que el calentador o los calentadores calienten la IOL de modo que la IOL esté comprendida en un intervalo de temperatura deseado, se
45 ilumina un indicador (no representado) tal como un LED. Esto permite que el cirujano sepa que la IOL está preparada para inyectarse. El cirujano inserta entonces el extremo de punta de la parte de boquilla 1130 (que está localizado en el calentador 1310) dentro de una incisión de la córnea y libera el bloqueo 1910 del vástago. El bloqueo del vástago puede inhabilitarse o liberarse activando un órgano mecánico de liberación del bloqueo del vástago (no representado). Tal órgano de liberación del bloqueo del vástago puede presentar la forma de un
50 interruptor o botón. Una vez que se libera el bloqueo del vástago, el resorte empuja el vástago 1110 y el émbolo 1105 (que está localizado en el calentador 1305) hacia el extremo de punta de la parte de boquilla 1130. El émbolo 1105 empuja la IOL fuera de la cavidad interior 1125, a través del extremo de punta de la parte de boquilla 1130 y hacia dentro del ojo.

55 Independientemente de qué forma de realización se ponga en práctica, puede añadirse una característica de seguridad al sistema de suministro de la IOL. Esta característica de seguridad permite que la IOL se inserte en el ojo sólo cuando la IOL está comprendida en el intervalo de temperatura deseado. En tal caso, el suministro de la IOL al ojo es impedido por un bloqueo mecánico o por el controlador (dependiendo de la implementación) hasta que la IOL alcanza el intervalo de temperatura deseado. Tal esquema de seguridad se implementa fácilmente en el controlador 1505 o en la consola quirúrgica principal.
60

La figura 20 es un diagrama de flujo de un método de funcionamiento de un sistema inyector de lente intraocular según una realización de la presente invención. En 2010 se calienta la IOL. En 2020 se mantiene la IOL dentro de un intervalo de temperatura deseado. En 2030 se suministra la IOL al ojo mientras se encuentra en el intervalo de
65 temperatura deseado.

La figura 21 es un diagrama de flujo de otro método de funcionamiento de un sistema inyector de lente intraocular según una realización de la presente invención. En 2110 se activa el calentador. En 2120 se calienta la IOL. Si la IOL no ha alcanzado el intervalo de temperatura deseado en 2130, entonces se impide el suministro de la IOL en 2170 y la IOL continúa calentándose en 2120. Si la IOL ha alcanzado el intervalo de temperatura deseado en 2130, entonces se proporciona en 2140 una indicación de que la IOL está en el intervalo de temperatura deseado. Esta indicación puede ser visual tal como iluminando un LED. En 2150 se mantiene la temperatura de la IOL en el intervalo de temperatura deseado. En 2160 se suministra la IOL al ojo mientras se encuentra en el intervalo de temperatura deseado.

La figura 22 es un diagrama de flujo de otro método de funcionamiento de un sistema inyector de lente intraocular según una realización de la presente invención. En 2210 se recibe una señal de entrada indicando que el calentador deberá activarse. En 2220 se activa el calentador. En 2230 se calienta la IOL. Si la IOL no ha alcanzado el intervalo de temperatura deseado en 2240, en 2250 se proporciona entonces una realimentación al controlador y en 2230 la IOL continúa calentándose. Si la IOL ha alcanzado el intervalo de temperatura deseado en 2240, entonces en 2260 se proporciona una indicación de que la IOL se encuentra en el intervalo de temperatura deseado. En 2270 se mantiene la temperatura de la IOL en el intervalo de temperatura deseado. En 2280 se envía una señal para activar el émbolo. En 2290 se suministra la IOL al ojo mientras se encuentra en el intervalo de temperatura deseado.

A partir de lo expuesto anteriormente puede apreciarse que la presente invención proporciona un sistema mejorado para suministrar una lente intraocular a un ojo. La presente invención proporciona un dispositivo de inyección de lente intraocular controlado en temperatura que permite que la lente se caliente a un intervalo de temperatura deseado, mejorando así su compresibilidad. Esto permite que la lente se suministre a través de una incisión más pequeña. La presente invención se ilustra a título de ejemplo y pueden introducirse diversas modificaciones por un experto ordinario en la materia.

Otras formas de realización de la invención resultarán evidentes para los expertos en la materia a partir de la consideración de la memoria y la práctica de la invención descrita. Se pretende que la memoria y los ejemplos sean considerados únicamente ejemplificativos, indicándose un determinado alcance de la invención por las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de suministro de lente intraocular (1100, 1600, 1700, 1800, 1900) que comprende:
- 5 una pieza de mano (100) que comprende un cuerpo (125) y un émbolo (110, 1105) adaptado para producir un movimiento en vaivén en el cuerpo;
- un cartucho (150) que comprende una cámara (155) en el cartucho y una boquilla (160, 1130) sobre un extremo distal del cartucho, estando adaptada la cámara para contener una lente intraocular, presentando la boquilla un interior hueco (1125) conectado a la cámara, estando adaptado el cartucho para encajar en la pieza de mano;
- 10 un calentador (505, 705, 905, 1305, 1310) para calentar la lente intraocular;
- caracterizado porque presenta
- 15 un indicador adaptado para proporcionar una indicación visual (2140, 2260) de que la lente intraocular se ha calentado a un intervalo de temperatura deseado para su inyección.
2. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, en el que el calentador (505) está localizado en el cartucho (150).
- 20 3. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, en el que el cartucho (150) está realizado a partir de un polímero y el calentador está moldeado en el interior del polímero.
- 25 4. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, en el que el calentador (705, 1310) está localizado sobre el cuerpo (125).
5. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, en el que el cuerpo está realizado a partir de un polímero y el calentador está moldeado en el interior del polímero.
- 30 6. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, en el que el calentador (905, 1305) está localizado en el émbolo (1105).
7. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, en el que el émbolo (110, 1105) está realizado a partir de un polímero y el calentador está moldeado en el interior del polímero.
- 35 8. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, que comprende además una fuente de potencia (1520) para proporcionar potencia al calentador.
9. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 8, en el que la fuente de potencia (1520) es una batería (1605).
- 40 10. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, que comprende además un controlador (1505) para regular la temperatura de la lente intraocular.
- 45 11. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 10, que comprende además una interfaz (1540) entre el calentador y el controlador (1505).
12. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 11, en el que la interfaz (1540) proporciona realimentación al controlador (1505) de modo que el controlador pueda hacer funcionar el calentador para mantener la lente intraocular dentro de un intervalo de temperatura deseado.
- 50 13. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, que comprende además un motor (1510) para mover el émbolo (1105).
- 55 14. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, que comprende además un resorte (1905) para mover el émbolo (1105).
15. Sistema de suministro de lente intraocular según la reivindicación 1, que comprende además un interruptor (1515) para activar el calentador (1310).
- 60

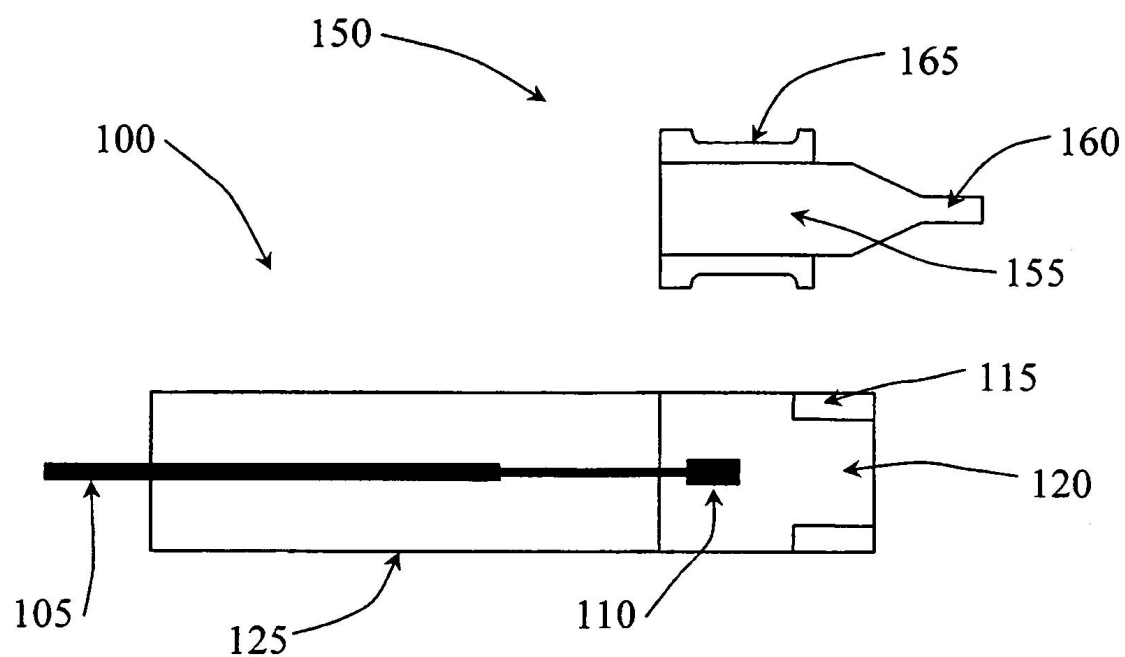


Fig. 1

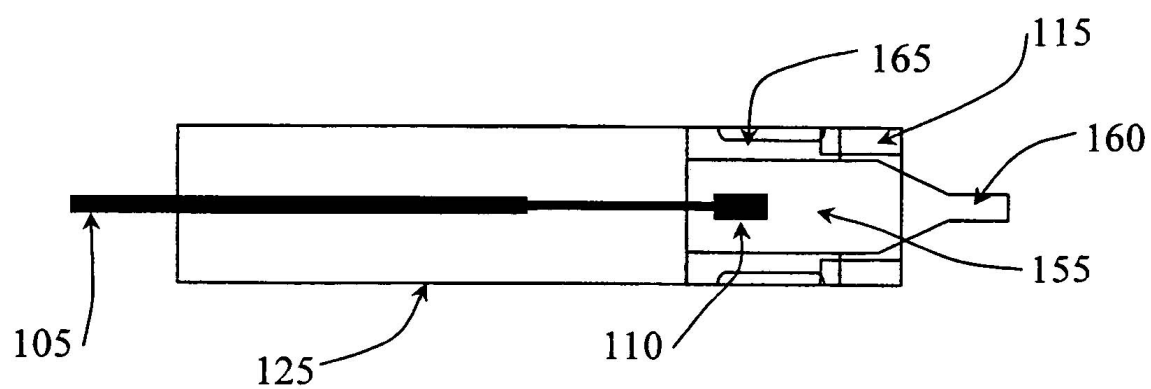


Fig. 2

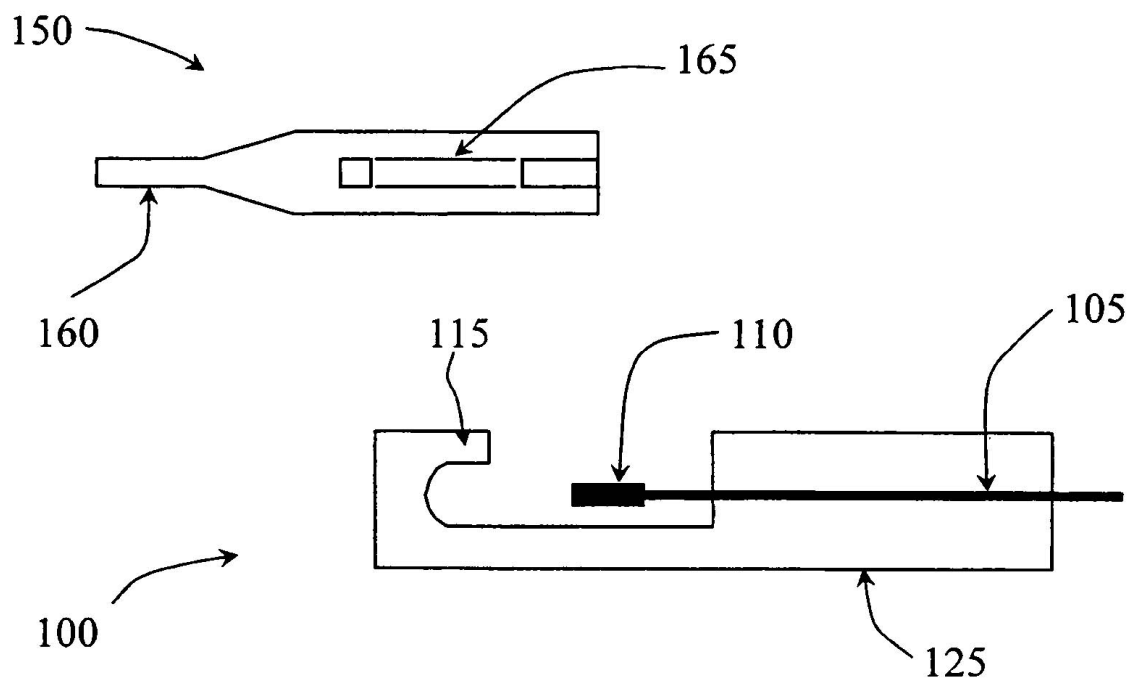


Fig. 3

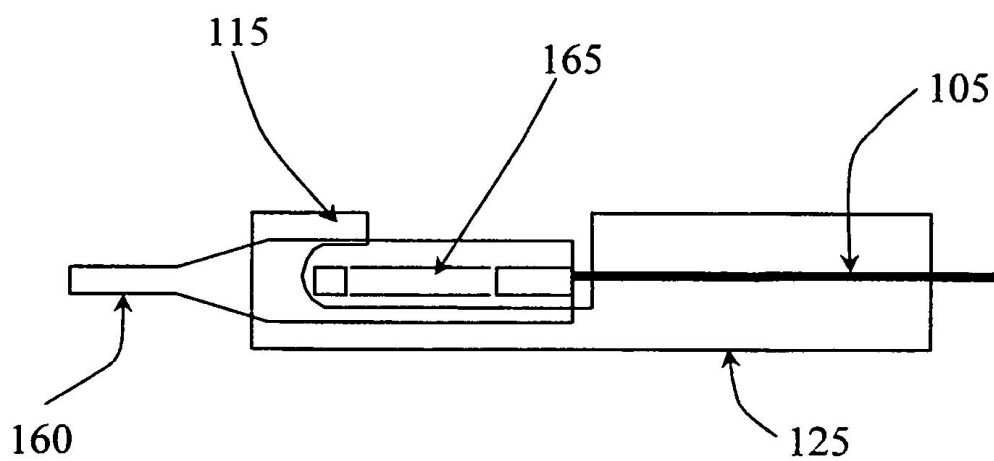


Fig. 4

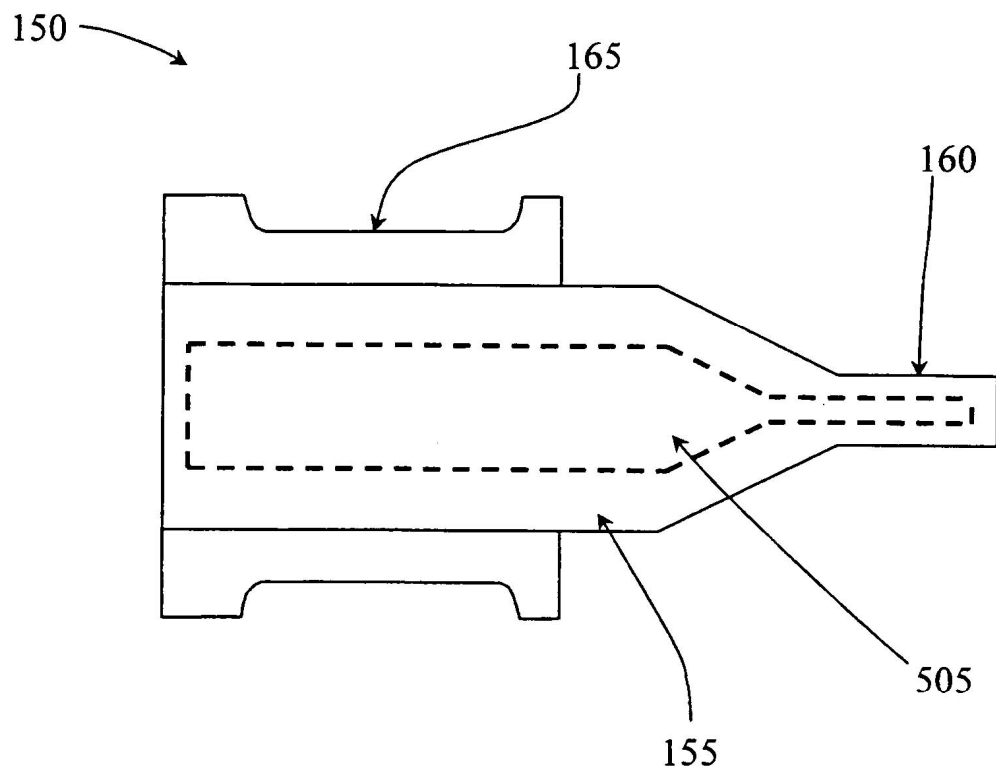


Fig. 5

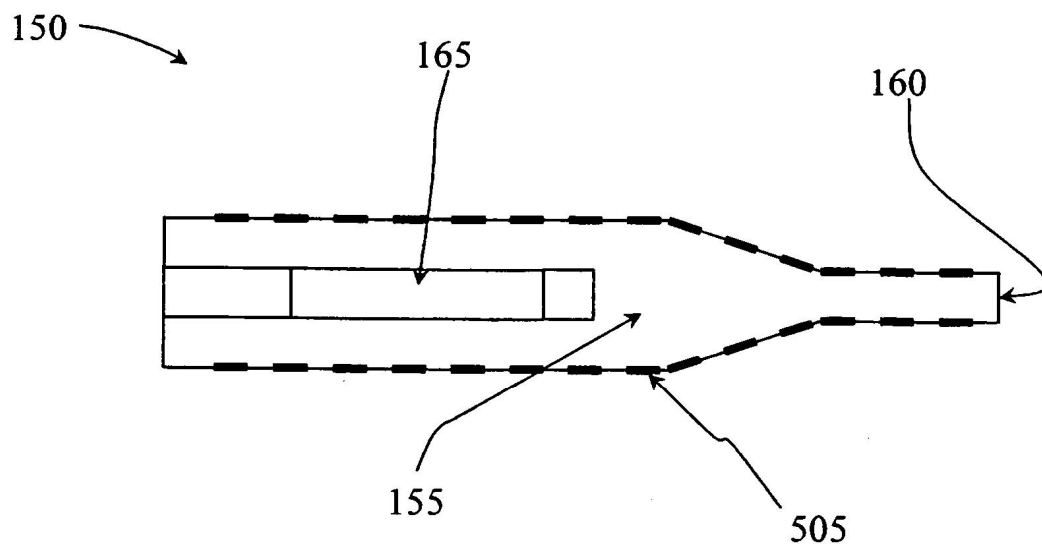


Fig. 6

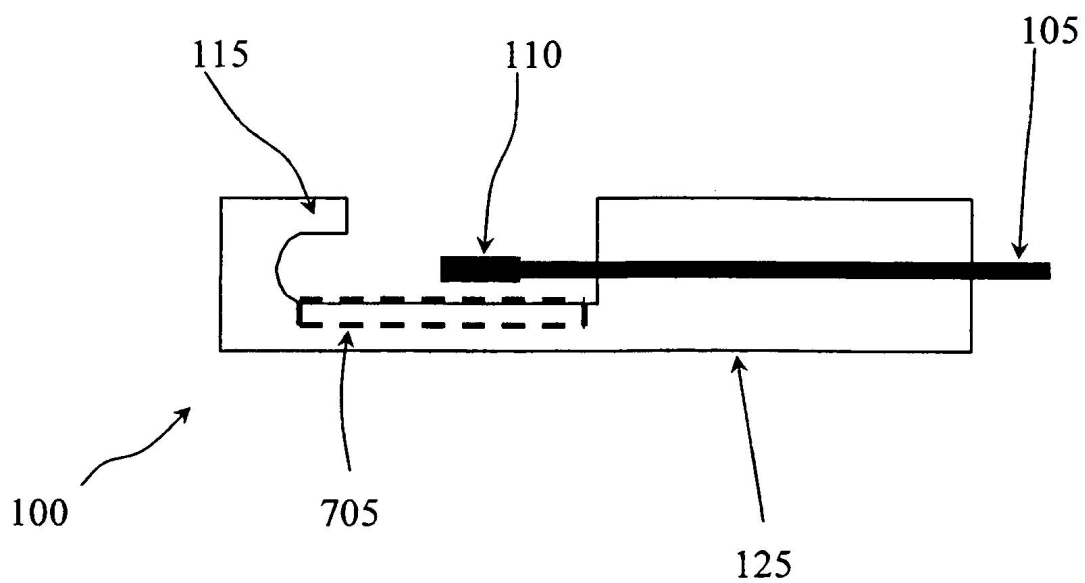


Fig. 7

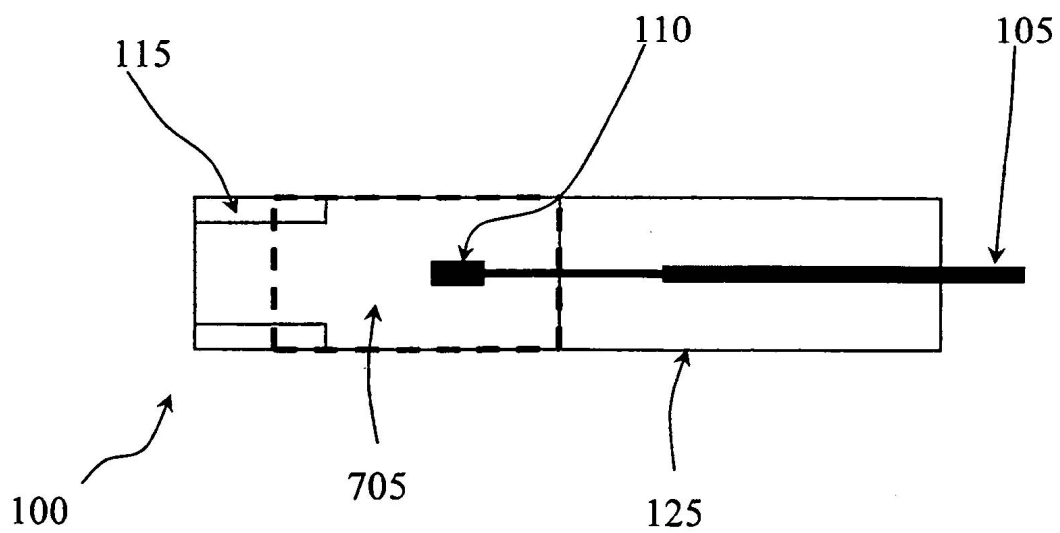


Fig. 8

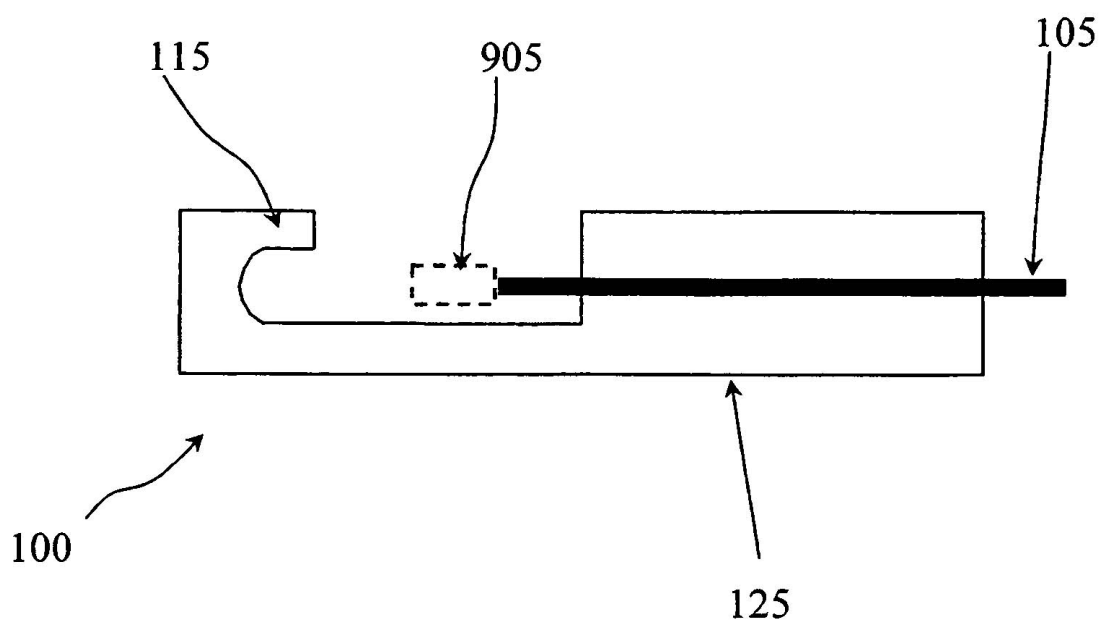


Fig. 9

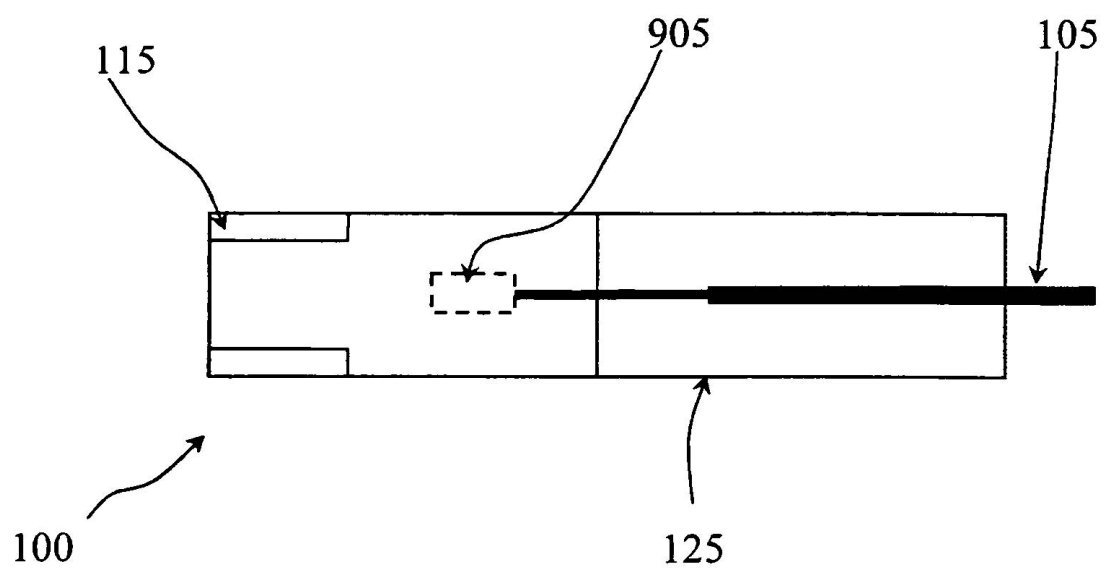


Fig. 10

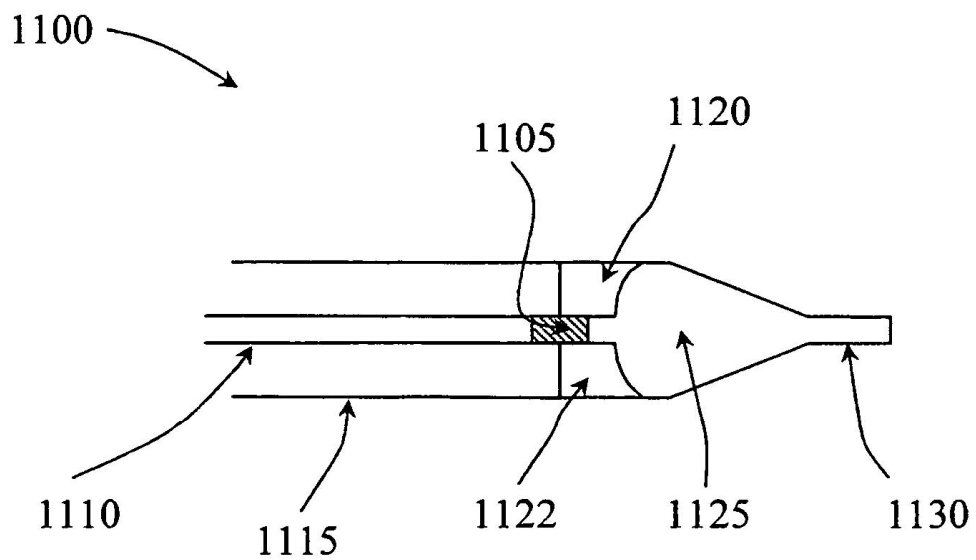


Fig. 11

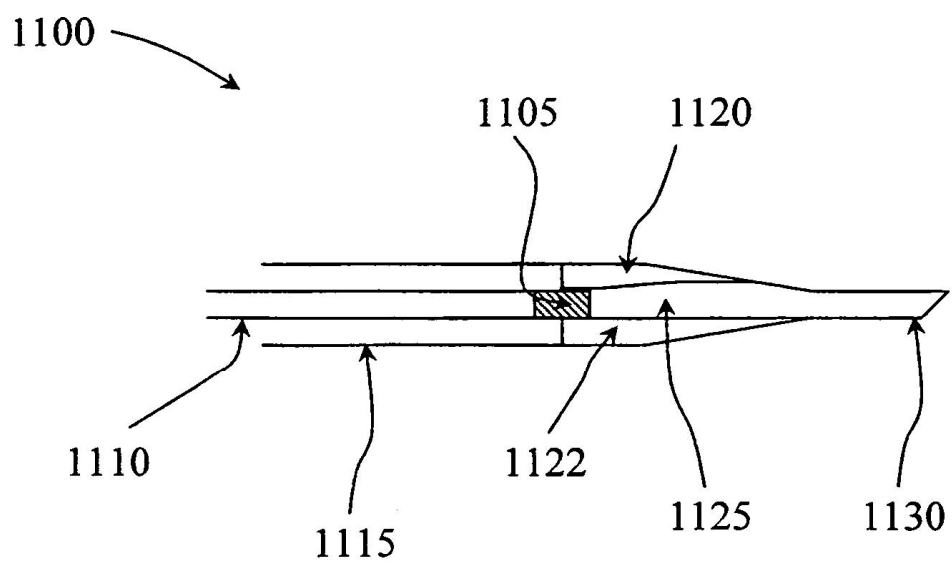


Fig. 12

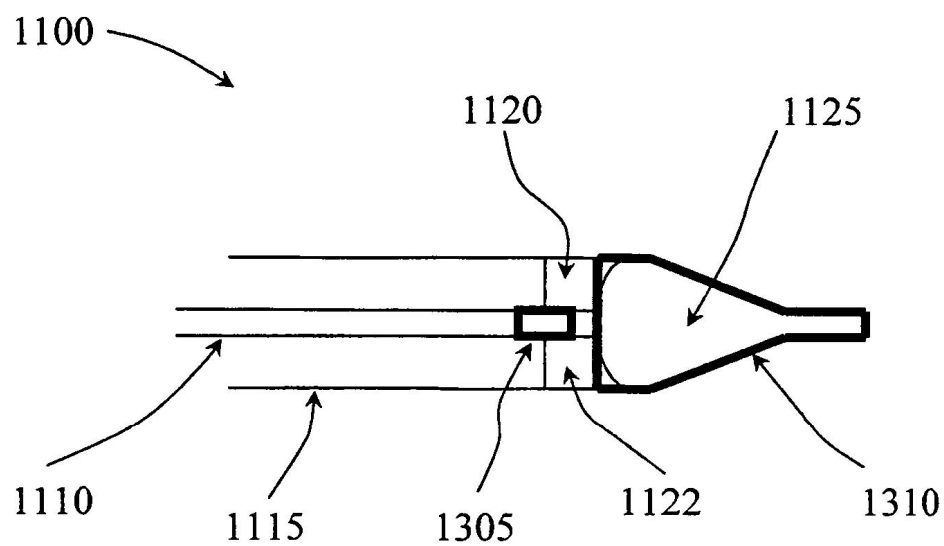


Fig. 13

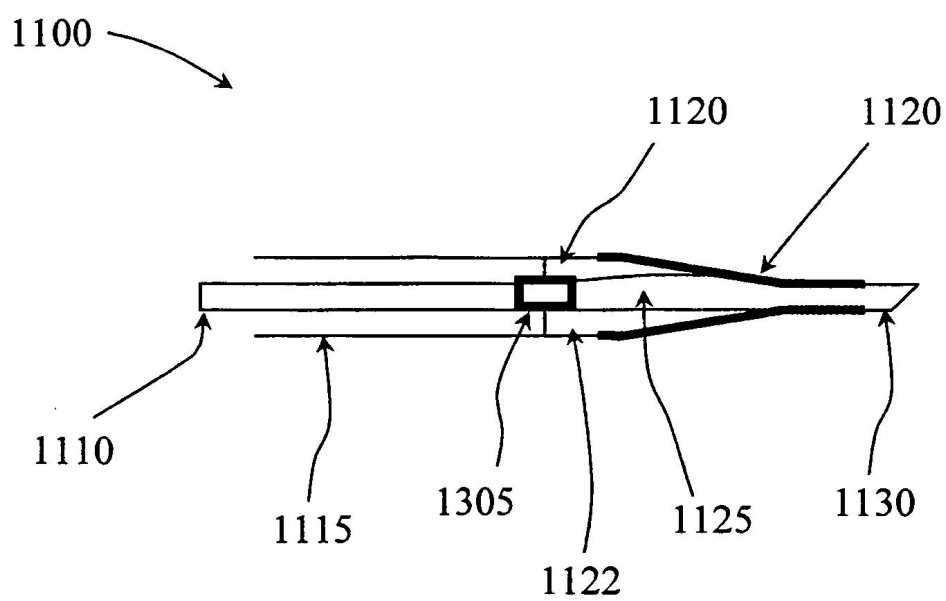


Fig. 14

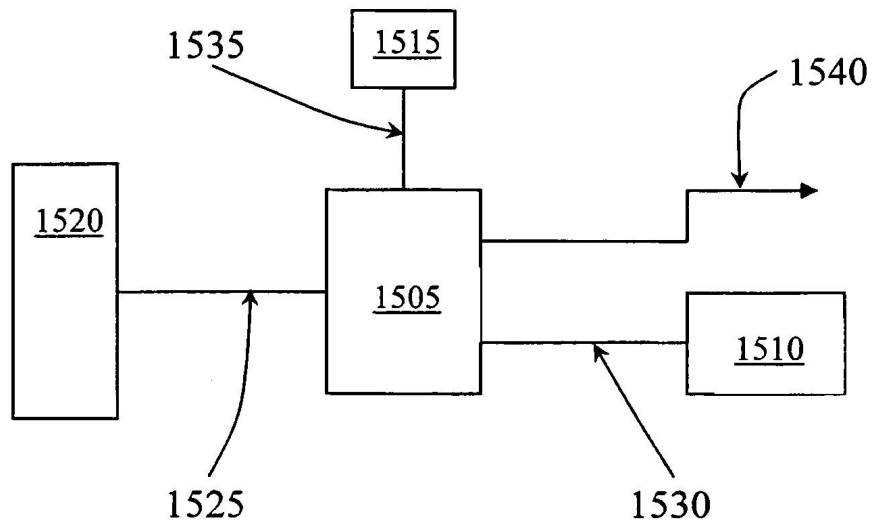


Fig. 15

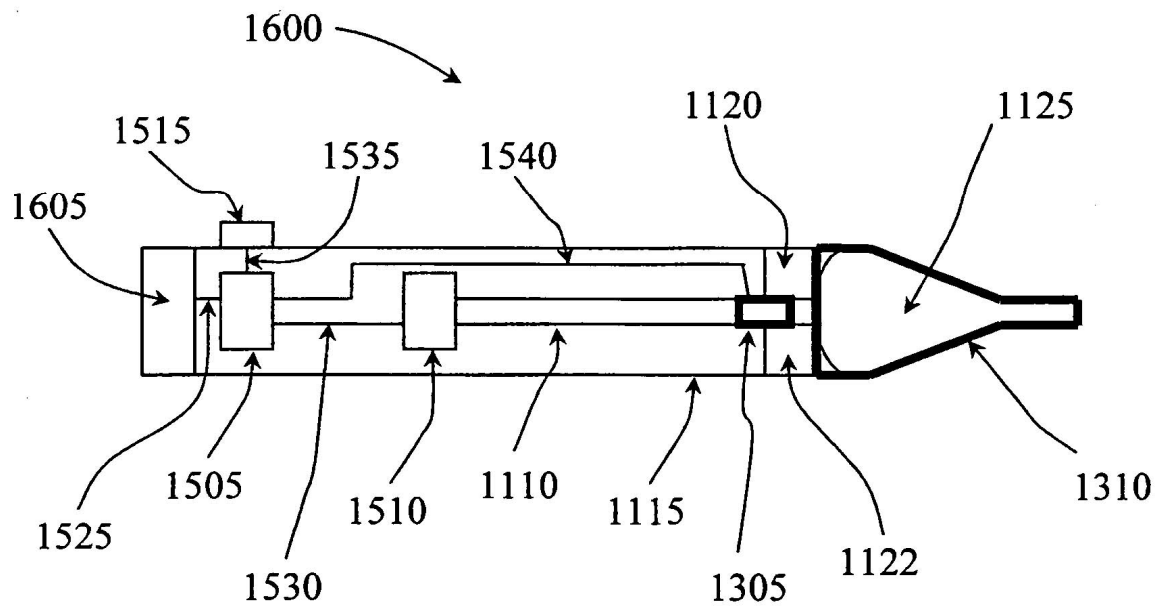


Fig. 16

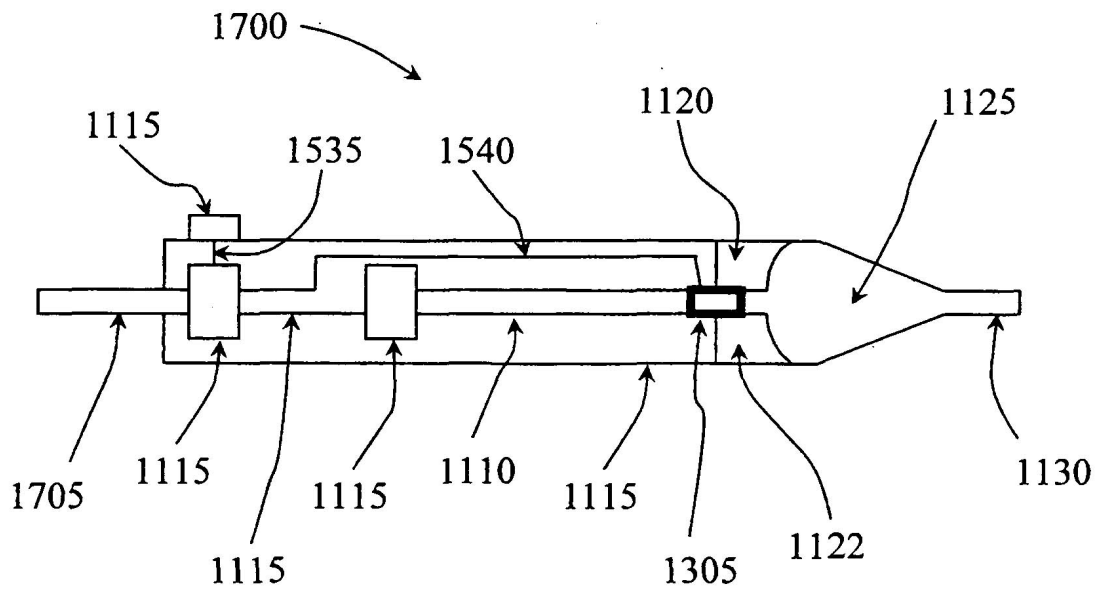


Fig. 17

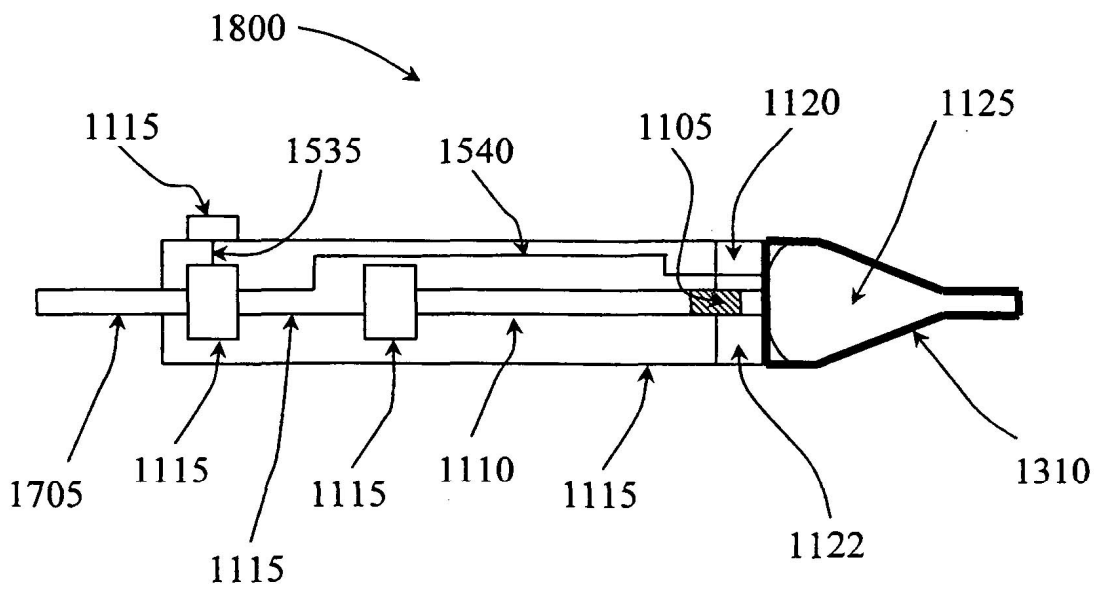


Fig. 18

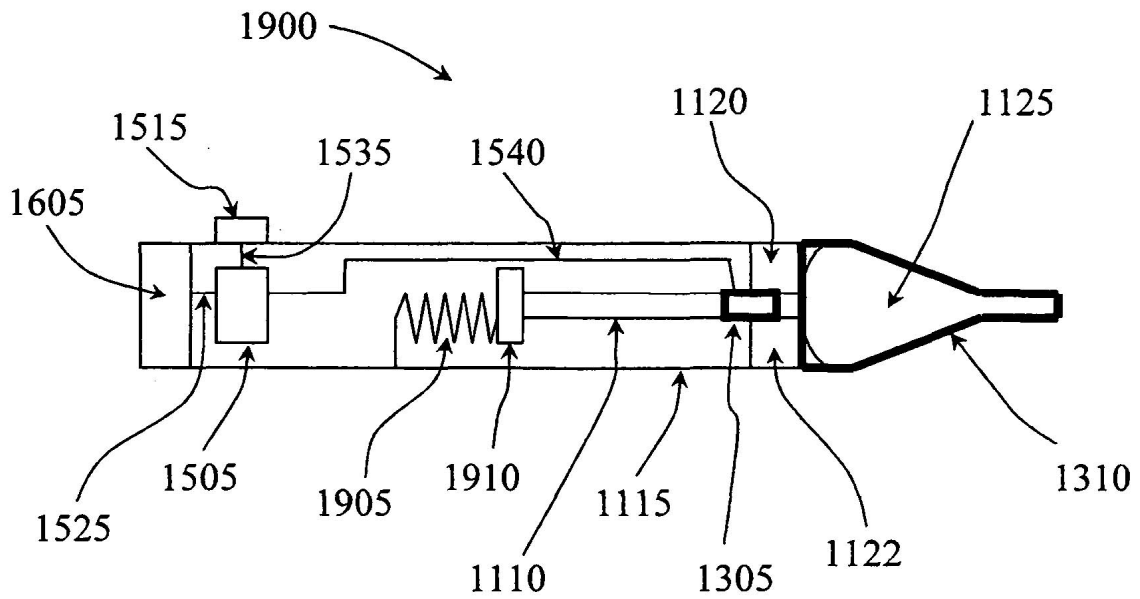


Fig. 19

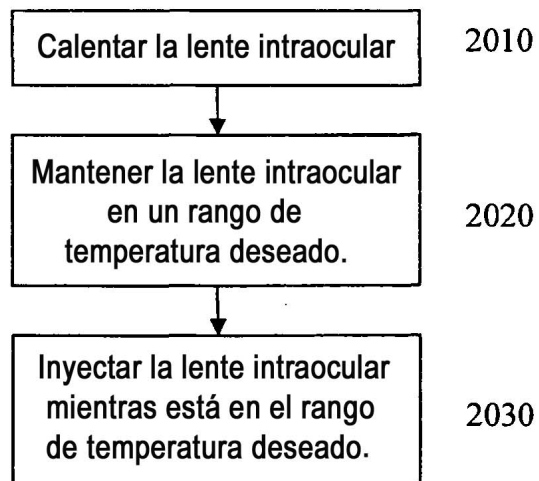


Fig. 20

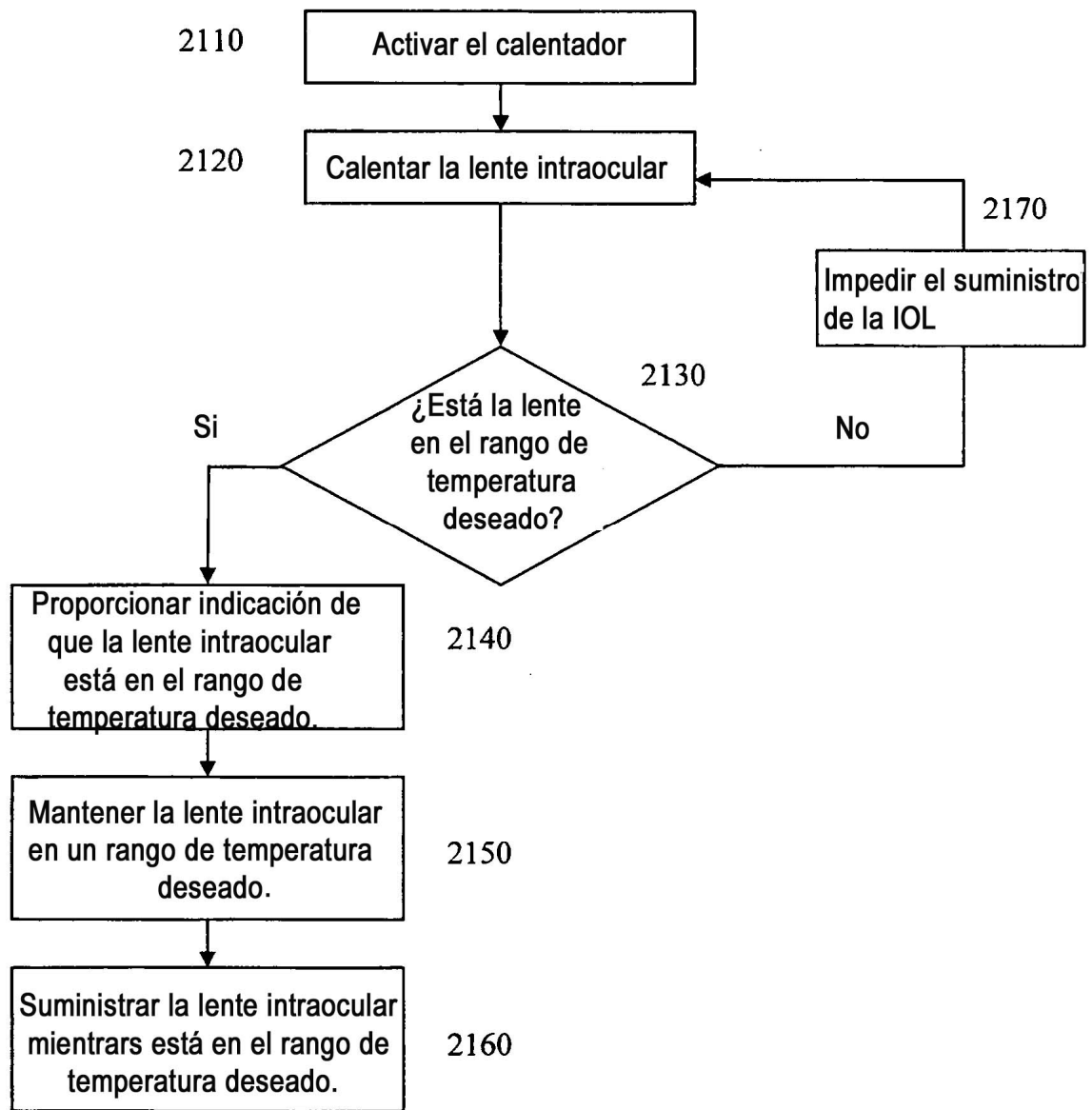


Fig. 21

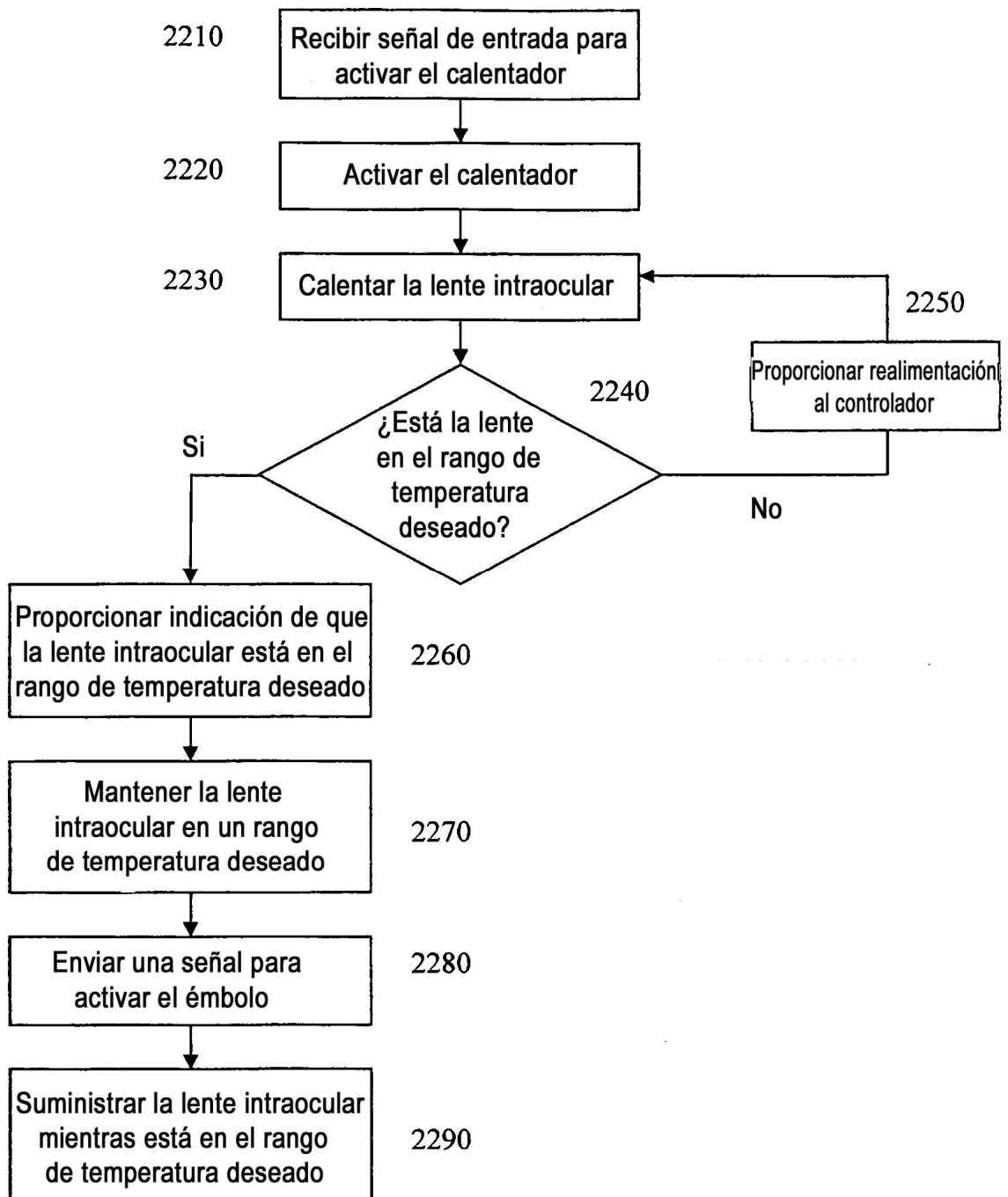


Fig. 22