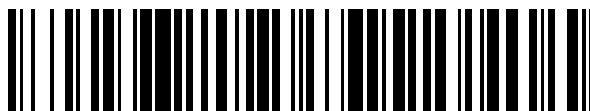


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 360**

51 Int. Cl.:

A61F 9/011 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2012 PCT/US2012/058455**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.04.2013 WO13052481**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2012 E 12838722 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 2763636**

54 Título: **Sistema para la ablación de un cristalino**

30 Prioridad:

03.10.2011 US 201161542702 P
26.10.2011 US 201161551826 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.03.2018

73 Titular/es:

BIOLASE, INC. (100.0%)
4 Cromwell
Irvine, CA 92618, US

72 Inventor/es:

VAN VALEN, MARCIA;
BROWN, JR. WILLIAM E. y
DURRIE, DANIEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 658 360 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

Sistema para la ablación de un cristalino

Campo

5 La tecnología descrita en este documento se refiere en general al tratamiento ocular y, más particularmente, a ablación de tejido ocular.

Antecedentes

10 Una catarata es un enturbiamiento que se desarrolla en la lente del cristalino del ojo o en su envoltura (cápsula del cristalino), que varía en grado de opacidad de leve a completa y que obstruye el paso de la luz. Las cataratas pueden ser parciales o completas, estacionarias o progresivas, o duras o blandas. Generalmente, a medida que progresan las cataratas, aumenta la dureza o la tenacidad de la catarata. Las cataratas a veces se tratan cortando el cristalino afectado con un bisturí y quitándola del ojo antes de reemplazar el cristalino. Tal tratamiento puede requerir grandes incisiones en el ojo y puede poner en riesgo tejido sensible, sin cristalino, especialmente a medida que la catarata se endurece y se hace más difícil de cortar.

15 La patente de Estados Unidos 6.623.477 B1 revela un sistema para extirpar un cristalino de un ojo que comprende medios para enfocar energía láser usando una herramienta láser insertada para extirpar una porción del cristalino, en la que dicha ablación rompe el cristalino, estando provisto el sistema de irrigación de fluido y medios de aspiración para facilitar la retirada del cristalino roto.

Sumario

La invención es como se define en las reivindicaciones adjuntas.

20 Se proporcionan ejemplos de sistemas y métodos para extirpar un cristalino de un ojo. Se realiza una incisión de acceso a través de tejido ocular externo para acceder al cristalino. Se inserta una herramienta láser a través de la incisión de acceso. La energía electromagnética se enfoca usando la herramienta láser insertada para extirpar una porción del cristalino, en donde dicha ablación rompe el cristalino en una pluralidad de piezas para su retirada del ojo.

25 En otro ejemplo, un sistema para extirpar un cristalino de un ojo incluye un proyector de patrón de luz visible configurado para proyectar un patrón de ablación sobre el cristalino del ojo. Una herramienta láser está configurada para insertarse a través de una incisión de acceso en el ojo. La herramienta láser incluye una lumbrera de irrigación configurada para introducir agua en el cristalino a través de un pulverizador, una punta flexible que está configurada para enfocar energía electromagnética según el patrón de luz visible, en donde la energía electromagnética reacciona con el agua para extirpar el cristalino como una pluralidad de piezas, y una lumbrera de aspiración configurada para retirar por succión la pluralidad de piezas del cristalino después de la ablación del cristalino.

30

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que representa la ablación de un cristalino de un ojo.

35 La figura 2 es una vista lateral de un ojo que representa el acceso a tejido interior del ojo a través de una incisión de acceso.

La figura 3 representa una vista superior de una incisión de acceso hecha desde delante o por encima del cristalino.

La figura 4 es un diagrama que representa el acceso al cristalino a través de una incisión a través de tejido ocular externo fuera del radio del cristalino.

40 La figura 5 representa un beneficio de una incisión desde el exterior del radio del cristalino que se puede lograr mediante la rotación de la conjuntiva.

La figura 6 es un diagrama que representa un proyector de patrón de luz visible que proyecta un patrón de ablación sobre el cristalino de un ojo.

La figura 7 es un diagrama que representa un ejemplo de ablación de porciones de un patrón proyectado utilizando una herramienta láser de punta láser flexible.

45 La figura 8 es un diagrama que representa un proyector de patrón de luz visible que proyecta un patrón de láminas finas sobre un cristalino ocular.

La figura 9 es un diagrama que representa un proyector de patrón de luz visible que proyecta un patrón de círculos concéntricos sobre un cristalino ocular.

La figura 10 es un diagrama que representa una herramienta láser de ejemplo.

La figura 11 es un diagrama que representa un beneficio potencial del agua de la lumbrera de irrigación.

La figura 12 es un diagrama que representa la retirada de ciertas piezas de un cristalino extirpado.

La figura 13 representa una herramienta láser de ejemplo que incluye una punta flexible.

5 La figura 14 es un diagrama que representa un ojo con un cristalino retirado que tiene presentes células de germinación.

La figura 15 es un diagrama que representa la inserción de un cristalino de reemplazo usando una técnica de cristalino plegado.

La figura 16 es un diagrama que representa un ojo que tiene un cristalino de reemplazo colocado después de la retirada de un cristalino anterior.

10 La figura 17 representa ejemplos de puntas láser.

Descripción detallada

15 La figura 1 es un diagrama que representa la ablación de un cristalino de un ojo. Se representa un ojo 102, donde el ojo 102 incluye un cristalino 104 colocado dentro del ojo 102. Al menos una porción del cristalino 104 es visible desde el exterior del ojo a través de una pupila 106. Una parte del cristalino 104 puede estar oculta a la vista por un iris 108. Durante una intervención ocular, la pupila puede dilatarse para proporcionar un mejor acceso a, y visión de, el cristalino 104.

20 En ciertas intervenciones, es deseable retirar, destruir o separar ciertos tejidos dentro del ojo 102. Por ejemplo, en una intervención de tratamiento de cataratas, puede ser deseable retirar un cristalino afectado por cataratas y reemplazar el cristalino retirada 104 por un cristalino de reemplazo (por ejemplo, un cristalino de reemplazo sintético). La retirada del cristalino 104 puede ser deseable para el tratamiento de otras afecciones, tales como presbicia, en las que el cristalino 104 es incapaz de cambiar su curvatura para la visión de cerca.

25 Las incisiones grandes en el ojo pueden afectar la visión además de ser dolorosas, de curación lenta y susceptibles a la infección. Por lo tanto, cuando se realiza un tratamiento ocular que requiere la extracción del cristalino 104, la realización de una incisión que abarca toda la anchura del cristalino 104 puede no ser óptima. La figura 1 representa un método de ablación de un cristalino de un ojo para su retirada que puede realizarse a través de una incisión de acceso más pequeña. Se realiza una incisión de acceso 110, identificada por una "x" en la figura 1, a través de tejido ocular externo para acceder al cristalino 104. Se inserta una herramienta láser 112, o una parte de la misma, a través de la incisión de acceso 110. La energía electromagnética se enfoca utilizando la herramienta láser insertada 112 para extirpar una porción del cristalino 104, en donde esa ablación rompe el cristalino en una pluralidad de piezas para su retirada del ojo 102. En el ejemplo de la figura 1, la energía electromagnética se enfoca a lo largo de las líneas de puntos para romper el cristalino en una pluralidad de piezas de forma de tarta 114. Estas piezas de forma de tarta 114 son más pequeñas que todo el cristalino 104 y pueden extraerse a través de la incisión de acceso 110. La pluralidad de piezas 114 se puede retirar de varias formas, tal como mediante pinzas o succión.

35 La figura 2 es una vista lateral de un ojo que representa el acceso a tejido interior del ojo a través de una incisión de acceso. Se hace una incisión de acceso 202 a través de ciertas capas de tejido ocular externo, tal como la conjuntiva 204 y la esclerótica 206. La incisión de acceso 202 también puede atravesar cierta estructura interna del ojo, tal como la malla trabecular 208, al buscar acceso a la estructura interna, tal como el cristalino 210. En una intervención de extracción de cristalino, se accede al cristalino 210, o al tejido que rodea al cristalino 210, a través de la incisión de acceso 202 para su extracción. Se enfoca energía electromagnética a través de la incisión de acceso 202 sobre el cristalino 210, o tejido que rodea al cristalino 210, para separar el cristalino 210 del ojo y romper el cristalino para su extracción a través de la incisión de acceso 202. En un ejemplo, se inserta una herramienta láser (por ejemplo, una punta láser flexible) a través de la incisión de acceso 202 y se maniobra para enfocar la energía electromagnética sobre el cristalino 210 con el fin de extirpar el cristalino 210 como una pluralidad de piezas para su extracción según un patrón predeterminado.

45 Aunque la figura 2 representa el acceso al cristalino a través de una incisión de acceso 202 hecha desde el exterior del radio del cristalino 210, se puede acceder al cristalino 210 y a otras estructuras internas a través de otros tipos de incisiones de acceso, tal como una incisión de acceso hecha desde delante o por encima del cristalino, como se indica en 212, así como otros tipos de incisiones. La figura 3 muestra una vista superior de una incisión de acceso de este tipo desde delante o por encima del cristalino. En la figura 3, un cristalino 302 está representado en el centro de un ojo 304, en donde el cristalino 302 es visible a través de una pupila 306 en el centro de un iris 308. Durante una intervención, la pupila 306 puede estar dilatada, y la incisión de acceso 310 puede hacerse por delante o por encima del cristalino 302 para acceder al cristalino 302 a través de la pupila 306.

55 La figura 4 es un diagrama que representa el acceso al cristalino mediante una incisión a través de tejido ocular externo fuera del radio del cristalino. En la figura 4, se representa un cristalino 402 en el centro de un ojo 404. El cristalino 402 es visible a través de la pupila del ojo 406 que está rodeado por el iris 408. El iris 408 está rodeado por

ciertas capas externas de tejido ocular, tales como la esclerótica y la conjuntiva, la porción blanca del ojo. En el ejemplo de la figura 4, se accede al cristalino a través de una incisión de acceso 412 (por ejemplo, una incisión de 3 mm) realizada a través del tejido ocular externo 410 cerca, pero fuera, del radio del cristalino 402 (por ejemplo, a través del borde corneoesclerótico). La incisión 412 puede realizarse usando una herramienta de corte, tal como un bisturí o un láser. La misma herramienta de corte 414 u otra herramienta de corte del mismo tipo o diferente se inserta a través de la incisión de acceso 412 para acceder al tejido ocular interno, tal como el cristalino 402. Por ejemplo, se puede usar una herramienta láser, tal como una punta flexible o inflexible, para hacer la incisión de acceso 412, en donde la herramienta láser se inserta a través de la incisión de acceso 412 para enfocar la energía electromagnética sobre el cristalino 402 con el fin de extirpar el cristalino como una pluralidad de piezas a fin de facilitar la extracción del cristalino del ojo 404. La herramienta láser (por ejemplo, un láser de infrarrojo medio con una longitud de onda entre 2.750 y 3.000 nm) puede operarse en diferentes configuraciones según el tipo de tejido que se esté cortando o extirpando (por ejemplo, niveles de energía de 0,05 a 3 vatios a 5-100 Hz). Por ejemplo, se puede utilizar una configuración de 1,25 vatios a 20 Hz y una duración corta de impulso para cortar a través de la conjuntiva, mientras que se puede usar una configuración de 0,25 vatios a 30 Hz para la ablación del cristalino, utilizándose para cataratas más duras ajustes más altos (por ejemplo 0,75 vatios).

Las ablaciones se pueden hacer usando varios mecanismos. Por ejemplo, las ablaciones se pueden hacer usando una herramienta láser manual maniobrada por un cirujano u otro técnico que realice un tratamiento de ablación. En otro ejemplo, las ablaciones se pueden hacer usando un escáner controlado por ordenador que está configurado para realizar ablaciones en uno o más puntos a la vez dentro del proceso de realización de un patrón de ablaciones según un patrón predefinido o preprogramado. Tales intervenciones de ablación pueden permitir la división del cristalino en una pluralidad de piezas para su extracción sin el uso de intervenciones ultrasónicas u otras intervenciones de sacudidas, que pueden dañar el tejido ocular.

La realización de la incisión de acceso fuera del radio puede tener varias ventajas. Por ejemplo, una incisión de acceso realizada fuera del radio del cristalino puede evitar daños involuntarios a ciertas estructuras oculares sensibles cuando se realizan tratamientos. Por ejemplo, cuando se accede a un cristalino desde delante o por encima del cristalino a través de la pupila, la integridad de la pupila se ve comprometida por el daño potencial al iris. Al acceder al cristalino desde un lado, pueden mitigarse tales riesgos.

La figura 5 representa otro beneficio potencial de una incisión desde el exterior del radio del cristalino que puede lograrse mediante la rotación de la conjuntiva. La conjuntiva y la esclerótica 502 son capas externas de tejido ocular que forman la parte blanca de un ojo, en donde la conjuntiva se asienta en la parte superior de la esclerótica y puede deslizarse o rotarse con respecto a la esclerótica. En el ejemplo de la figura 5, la capa de conjuntiva se hace girar desde una posición reposada 504 hasta una posición girada 506 con respecto a la esclerótica y a otro tejido ocular subyacente, tal como el cristalino 508. La conjuntiva puede mantenerse en la posición girada 506 usando un dedo o una pinza. La incisión de acceso en 506 se realiza cerca del exterior del cristalino en 506 con la conjuntiva en la posición girada 506. La incisión de acceso atraviesa la conjuntiva y la esclerótica para acceder al tejido ocular interno, tal como el cristalino 508. La conjuntiva se mantiene en la posición girada 506 y se aplican los tratamientos al tejido ocular interno a través de la incisión de acceso que rompe la conjuntiva en la posición girada indicada en 506 y otro tejido ocular por debajo de ese punto.

Cuando se completa el tratamiento y se retiran las herramientas de tratamiento de la incisión de acceso, se permite que la conjuntiva regrese a su posición reposada 504. A medida que la conjuntiva se relaja hacia su posición reposada 504, la parte de la incisión de acceso atraviesa la conjuntiva se mueve a la posición reposada 504, mientras que la parte de la incisión de acceso que atraviesa de las capas inferiores de tejido ocular, tal como la esclerótica, permanece cerca del cristalino 508. De esta manera, las porciones dañadas de la conjuntiva y la esclerótica, y otros tejidos oculares internos están escalonados. Este escalonamiento proporciona una porción no dañada de conjuntiva para cubrir la esclerótica dañada y el tejido de nivel inferior, lo que puede ayudar a impedir la infección. Además, el escalonamiento de capas dañadas de tejido ocular mejora el flujo sanguíneo hacia las capas dañadas individualmente, mejorando los tiempos de cicatrización.

En ciertas implementaciones, puede ser deseable extirpar el tejido ocular diana según un patrón predeterminado o predefinido. Por ejemplo, durante una intervención para extraer un cristalino de un ojo, el cristalino se puede extirpar como una pluralidad de piezas según un patrón para la retirada a través de una incisión que es más pequeña que el diámetro completo del cristalino. La figura 6 es un diagrama que representa un proyector de patrón de luz visible que proyecta un patrón de ablación sobre el cristalino de un ojo. Un proyector de patrón de luz visible 602 proyecta un patrón de luz visible sobre una porción de un ojo 604. En el ejemplo de la figura 6, el proyector de patrón de luz visible 602 transmite un patrón sobre el cristalino 606 del ojo 604, identificando un patrón a seguir para cortar el cristalino 606 usando un bisturí, láser u otra herramienta de corte para extraer el cristalino 606 del ojo 604. El patrón de la figura 6 es un patrón en forma de tarta que consiste en una primera porción 608 sustancialmente circular y una segunda parte 610 que consiste en una pluralidad de cortes transversales dentro de la primera porción 608 sustancialmente circular. El patrón de luz visible se puede proyectar usando una variedad de mecanismos, tales como un láser de baja potencia o de luz visible proyectada a través de una máscara. El patrón de luz visible se puede proyectar en una variedad de formas, incluso en tres dimensiones (3D). Por ejemplo, se puede utilizar un patrón 3D para ayudar a guiar la profundidad de ciertas ablaciones o cortes.

El acceso al cristalino 606 se logra a través de una incisión de acceso que puede realizarse desde delante o por encima del cristalino 606, como se indica en 612, o desde fuera del radio del cristalino 606, como se indica en 614. Después de acceder al cristalino 606, el cristalino 606 se divide en una pluralidad de piezas haciendo cortes o ablaciones a lo largo, o a través, de las líneas del patrón 608, 610 proyectadas sobre el cristalino 606 por el proyector de patrón de luz visible 602. Por ejemplo, puede enfocarse energía electromagnética a través de una punta láser flexible insertada en la incisión de acceso 614 para extirpar el cristalino 606 a lo largo de la primera parte sustancialmente circular 608 del patrón proyectado y luego a lo largo de los cortes transversales internos de la segunda parte 610 del patrón de luz visible 608, 610. En otro ejemplo, los cortes transversales internos de la segunda parte 610 pueden realizarse antes de practicar los cortes sustancialmente circulares de la primera parte 608 del patrón. Las piezas individuales del cristalino 606 que permanecen después de la ablación por láser se pueden retirar entonces del ojo 604 a través de la incisión de acceso 614, lo que permite la minimización del tamaño de la incisión de acceso 614 necesaria para la retirada del cristalino 606.

La figura 7 es un diagrama que representa una ablación de ejemplo de porciones de un patrón proyectado utilizando una herramienta láser de punta láser flexible. En la figura 7a, la punta flexible se inserta a través de una incisión de acceso cerca de la posición 9:00 del cristalino. En la figura 7b, se enfoca energía electromagnética a lo largo de la periferia del cristalino desde la posición 9:00 hacia la posición 6:00, extirpando el borde exterior del cristalino, tal como según una porción sustancialmente circular de un patrón de ablación proyectado sobre el cristalino. En algunas implementaciones, la energía electromagnética se puede enfocar sobre todo el camino hasta la posición 3:00 maniobrando la punta láser flexible. En la figura 7c, la punta flexible se retrae a la posición 9:00 y, en la figura 7d, se enfoca energía electromagnética en la otra dirección a lo largo del borde del cristalino a través de la posición 12:00 y continúa hasta la posición 3:00 para completar la ablación del borde exterior del cristalino. En la figura 7e, la punta láser flexible se retrae a la posición 9:00 y se retira a través de la incisión de acceso.

Los patrones proyectados por un proyector de patrón de luz visible pueden adoptar una variedad de formas. La figura 8 es un diagrama que representa un proyector de patrón de luz visible que proyecta un patrón de láminas finas sobre un cristalino ocular. El proyector de patrón de luz visible 802 proyecta un patrón de luz visible sobre un cristalino 804 de un ojo 806, tal como para guiar el corte o la ablación del tejido de cristalino ocular 804. El patrón proyectado en la figura 8 consiste en una primera parte 808 sustancialmente circular y una pluralidad de cortes transversales paralelos 810. En la práctica, se puede insertar una herramienta de corte a través de una incisión de acceso, tal como una de las incisiones representadas en 812, 814. La herramienta de corte puede usarse para cortar o extirpar el cristalino 804 a lo largo de la pluralidad de líneas de corte transversal paralelas 810 que se proyectan sobre el cristalino 804 mediante el proyector de patrón de luz visible 802. La herramienta de corte puede usarse luego para cortar o extirpar el cristalino 804 a lo largo de la parte sustancialmente circular 808 del patrón proyectado. Se observa que puede cambiarse el orden de los cortes a lo largo, o a través, del patrón proyectado. A continuación, se puede extraer la pluralidad de tiras resultantes del cristalino a través de la incisión de acceso utilizada 812, 814.

La figura 9 es un diagrama que representa un proyector de patrón de luz visible que proyecta un patrón de círculos concéntricos sobre un cristalino ocular. El proyector de patrón de luz visible 902 proyecta un patrón de luz visible sobre un cristalino 904 de un ojo 906, tal como para guiar el corte o ablación del tejido 904 de cristalino ocular. El patrón proyectado en la figura 9 consiste en una primera parte 908 sustancialmente circular y una pluralidad de cortes internos circulares concéntricos 910. En la práctica, se puede insertar una herramienta de corte a través de una incisión de acceso, tal como una de las incisiones representadas en 912, 914. La herramienta de corte puede usarse para cortar, extirpar o romper el cristalino 904 a lo largo de la pluralidad de líneas circulares concéntricas 910 que se proyectan sobre el cristalino 904 mediante el proyector de patrón de luz visible 902, o usando un escáner de ordenador con un sistema óptico tal como LensX. La herramienta de corte se puede usar entonces para cortar o extirpar el cristalino 904 a lo largo de la parte 908 sustancialmente circular del patrón proyectado. La pluralidad de tiras resultantes del cristalino se puede extraer luego a través de la incisión de acceso utilizada 912, 914 (por ejemplo, una incisión de excímero arcuado), tal como plegando las porciones circulares del cristalino antes de la extracción, en donde no es posible tal plegado de un cristalino sólido sin cortar.

La figura 10 es un diagrama que representa una herramienta láser de ejemplo. Se proporciona energía electromagnética, tal como energía láser, a la herramienta láser en un primer extremo 1002. La energía electromagnética se propaga a lo largo de la longitud de la herramienta láser, a través de una punta láser 1004, en donde la energía electromagnética se irradia desde al menos el extremo 1006 de la punta láser 1004. La herramienta láser representada en la figura 10 puede incluir además una lumbrera de irrigación 1008 que está configurada para introducir agua en un sitio de tratamiento, tal como un cristalino 1010 de un ojo, pulverizando agua desde la lumbrera de irrigación 1008 al sitio de tratamiento cerca del extremo 1006 de la punta del láser 1004. El agua proporcionada por la lumbrera de irrigación 1008 puede servir para una variedad de propósitos. Por ejemplo, la lumbrera de irrigación puede proporcionar agua a un sitio de tratamiento de cristalino 1010 para soltar fragmentos del cristalino 1010 con el fin de facilitar la extracción por succión de los fragmentos desde una lumbrera de aspiración 1012.

La figura 11 es un diagrama que representa un beneficio potencial adicional del agua procedente de la lumbrera de irrigación. En el ejemplo de la figura 11, la energía electromagnética es proporcionada por un láser Er:YSGG de 2,78 nm. La efectividad de tal láser 1102 en la realización de tratamientos de ablación y corte se ve aumentada cuando ese láser 1102 interactúa con agua 1104 presente en el sitio de tratamiento, tal como el sitio de tratamiento 1106de

5 cristalino. De hecho, tal láser 1102 no puede realizar ningún corte ni ablación cuando su energía electromagnética 1108 se enfoca fuera de la presencia de agua 1104. Sin embargo, cuando tal láser 1102 se enfoca en un sitio de tratamiento 1106 donde está presente el agua 1104, tal como agua 1104 pulverizada desde la lumbrera de irrigación 1110, se corta o se extirpa tejido en el sitio de tratamiento, tal como el cristalino 1106, (por ejemplo, mediante microexpansión y microablación del agua), como se indica en 1112. Un láser de este tipo se describe en la patente de Estados Unidos número 8.033.825. Después de la ablación usando agua procedente de la lumbrera de irrigación 1110, la pluralidad de piezas del cristalino 1106 puede extraerse a través de la lumbrera de aspiración 1114 con o sin agua adicional 1104 desde la lumbrera de irrigación 1110 como una ayuda.

10 Después de la ablación de porciones del cristalino para dividir el cristalino en una pluralidad de piezas, las piezas del cristalino se retiran del ojo, tal como a través de la lumbrera de aspiración representado en las figuras 10 y 11, usando pinzas quirúrgicas, o de otra manera. La figura 12 es un diagrama que representa la retirada de ciertas piezas de un cristalino extirpado. El ojo representado 1202 incluye un cristalino 1204, que ha sido extirpado según un patrón en forma de tarta 1206. Las líneas de puntos representan el tejido de cristalino que se ha extirpado y ya no está presente como parte de las piezas de cristalino. Después de la ablación, el cristalino 1204 se divide en seis 15 piezas en forma de tarta. Cada una de estas piezas es más pequeña que el cristalino 1204 en su conjunto y, por lo tanto, puede retirarse mediante una incisión más pequeña, tal como la incisión representada en 1208. Cada una de las piezas se retira por separado. En el ejemplo de la figura 12, se han retirado dos de las piezas 1210, mientras que cuatro de las piezas en forma de tarta 1212 aún no se han retirado a través de la incisión de acceso 1206.

20 Como se indicó anteriormente, la ablación del cristalino y de otro tejido ocular se puede realizar usando una variedad de diferentes puntas láser de diferentes tipos y tamaños. La figura 13 representa una herramienta láser de ejemplo que incluye una punta flexible. La herramienta láser puede utilizar un láser LensSx® de Alcon Laboratories, Inc., un láser excímero u otro tipo láser. Una punta flexible 1304 permite la ablación de porciones de un cristalino u otro tejido en un ojo. La punta flexible 1304 puede adoptar una variedad de formas, tales como una punta de disparo extremo, plana, afilada o curvada o una punta de disparo lateral o punta de disparo radial. La punta láser 1304 25 puede adoptar una variedad de formas. Por ejemplo, la punta láser 1304 puede ser una punta láser de disparo lateral, tal como la descrita en la patente de Estados Unidos número 8.221.117 o en la patente de Estados Unidos número 7.702.196. Ciertos ejemplos de puntas láser se representan en la figura 17. Ejemplos de puntas láser 1304 pueden incluir además la punta Perio 300 de BioLase, Inc., número de pieza 740020. Esta punta tiene la conveniencia Twist-on y elimina el consumo de tiempo de desprendimiento y escisión. Esta punta es flexible para acceder a todas las áreas del ojo y se puede utilizar como una punta de un solo uso. La punta Perio 300 tiene un diámetro de 1,1 mm y una longitud de fibra de 7 mm o 9 mm con una longitud tubular exterior de 15 mm.

30 Después de la extracción de la totalidad o de la mayor parte del cristalino de un ojo, pueden permanecer en el ojo ciertos remanentes indeseables del cristalino u otro tejido no deseado. Por ejemplo, durante una intervención de retirada de cataratas, pueden permanecer en el ojo células de germinación después de la ablación del cristalino. Con el tiempo, estas células de germinación pueden ser un punto de partida para la generación de una nueva catarata en un cristalino de reemplazo, lo que limita el beneficio de la intervención de cataratas. Por lo tanto, puede ser deseable localizar y extirpar cualquier célula de germinación después de la extracción del cristalino y antes del final de una intervención. Las células de germinación se pueden ver usando un microscopio o a simple vista después de quitar el cristalino. La figura 14 es un diagrama que representa un ojo con un cristalino retirado que tiene 35 presentes células de germinación. La figura 14 representa un ojo 1402 que tiene un cristalino 1404 que se ha retirado, tal como usando una de las intervenciones descritas anteriormente. Después de la retirada del cristalino 1404, las células de germinación 1406 residen en o cerca del sitio del cristalino retirado. Para prevenir el rebrote de cataratas, se localizan estas células de germinación 1406, y se enfoca energía electromagnética sobre las células de germinación 1406 para extirpar las células de germinación 1406.

40 Después de la extracción del cristalino de un ojo, se puede colocar un cristalino intraocular de reemplazo dentro de la bolsa capsular que ocupó previamente el cristalino natural. La figura 15 es un diagrama que representa la inserción de un cristalino de reemplazo usando una técnica de cristalino plegado. Se representa en 1502 un cristalino en una forma desplegada. Ese cristalino no plegado 1502 se puede plegar una o más veces como se indica, para reducir el ancho del cristalino plegado 1504 a un ancho que puede ajustarse a través de una incisión de acceso 1506. Durante una intervención, el cristalino plegado 1504 se inserta en la cavidad de membrana que previamente ocupaba el cristalino natural. Una vez dentro del ojo, el cristalino se despliega y se coloca correctamente. La figura 16 es un diagrama que representa un ojo que tiene un cristalino de reemplazo posicionado después de la extracción de un cristalino anterior. El ojo 1602 incluye un cristalino de reemplazo 1604, indicado por 45 la línea gruesa, que se ha colocado en el lugar de un cristalino natural o posicionado previamente. Después de la finalización de la intervención, si la conjuntiva se rotó antes de realizar la incisión de acceso, puede liberarse esa rotación, alejando la incisión de la conjuntiva del sitio de la intervención, como se indica en 1606, lo que proporciona una mejora potencial de la curación tanto de la conjuntiva como del sitio de intervención subyacente.

Esta solicitud usa ejemplos para ilustrar la invención. El alcance patentable de la invención puede incluir otros ejemplos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para extirpar un cristalino de un ojo, que comprende:
un proyector de patrón de luz visible (602; 802; 902) configurado para proyectar un patrón de ablación (608, 610; 808, 810; 909, 910) sobre el cristalino (606; 704; 804; 1010; 1106) del ojo;
- 5 una herramienta láser (414; 1102) configurada para insertarse a través de una incisión de acceso en el ojo, en el que la herramienta láser incluye:
una lumbrera de irrigación (1008; 1110) configurada para introducir agua (1104) en el cristalino (606; 704; 804; 1010; 1106) a través de un pulverizador;
- 10 una punta flexible (1004; 1304) configurada para enfocar energía electromagnética según el patrón de luz visible (608, 610; 808, 810; 909, 910) de tal manera que la energía electromagnética reaccione con el agua (1104) para extirpar el cristalino (606; 704; 804; 1010; 1106) como una pluralidad de piezas; y
una lumbrera de aspiración (1012; 1114) configurada para retirar por succión la pluralidad de piezas del cristalino después de la ablación del cristalino (606; 704; 804; 1010; 1106).
2. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además:
- 15 unos medios (414) para hacer que la incisión de acceso a través de tejido ocular externo acceda al cristalino (606; 704; 804; 1010; 1106).
3. El sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que una primera parte (608; 808; 908) del patrón de ablación tiene una forma sustancialmente circular, y en el que la primera parte se proyecta sobre o cerca de un borde exterior del cristalino (606; 704; 804; 1010; 1106).
- 20 4. El sistema según la reivindicación 3, en el que la energía electromagnética se enfoca a través de la primera parte (608; 808; 908) del patrón de ablación para separar el cristalino (606; 704; 804; 1010; 1106) del tejido ocular que rodea al cristalino, preferiblemente en el que una segunda parte (610; 810; 910) del patrón de ablación está dentro de la primera parte sustancialmente circular, y en el que la energía electromagnética se enfoca a través de la segunda parte del patrón de ablación para extirpar el cristalino como una pluralidad de piezas.
- 25 5. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la pluralidad de piezas es extraíble a través de la incisión de acceso.
6. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el cristalino es demasiado grande para retirarlo a través de la incisión de acceso antes de la ablación en forma de la pluralidad de piezas, o en el que la incisión de acceso es una incisión hecha a través de tejido ocular externo delante o por encima del cristalino, o en el que la incisión de acceso es una incisión hecha a través de una conjuntiva del ojo fuera de un radio del cristalino.
- 30 7. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la punta láser flexible (1004; 1304) es una punta láser de disparo lateral o una punta láser de disparo radial.
8. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la energía electromagnética se enfoca usando un escáner implementado por ordenador.
- 35 9. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la energía electromagnética enfocada reacciona con el agua para extirpar el cristalino (606; 704; 804; 1010; 1106), preferiblemente en el que la energía electromagnética enfocada no extirpa el cristalino antes de la introducción de agua en el cristalino.

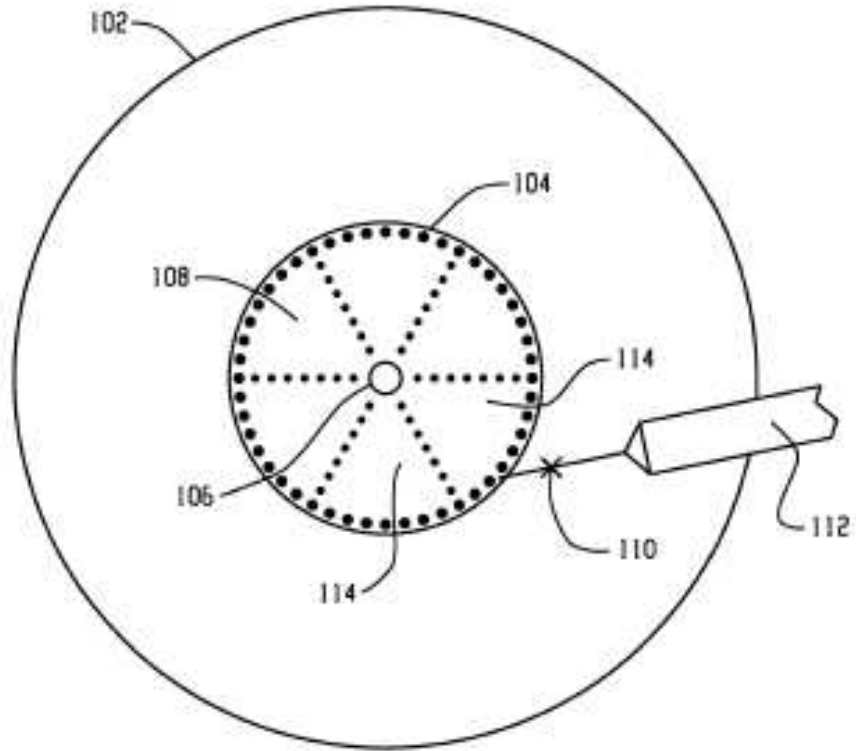


Fig. 1

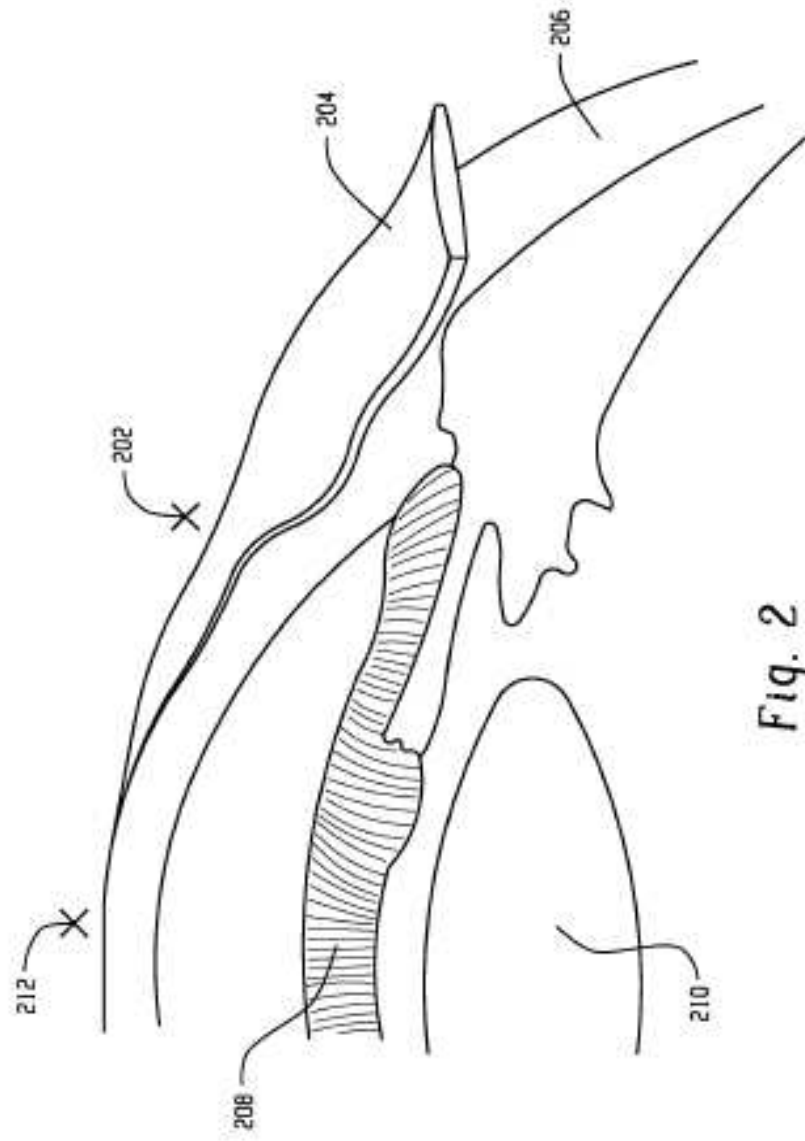


Fig. 2

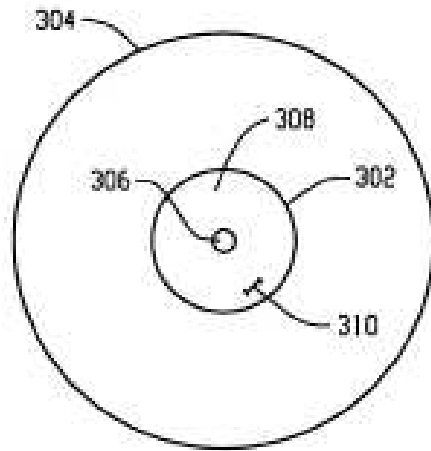


Fig. 3

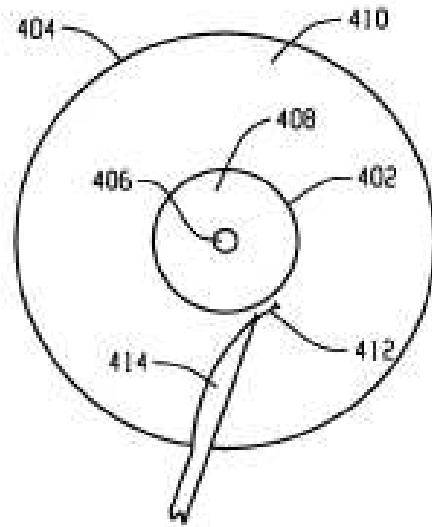


Fig. 4

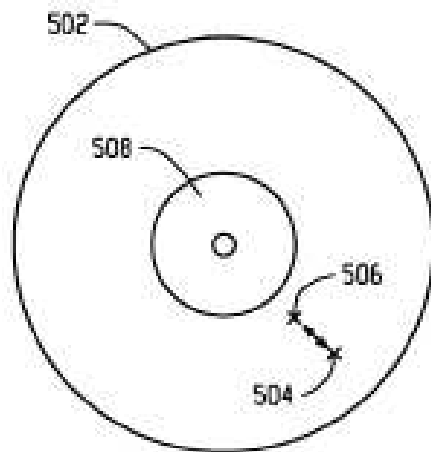


Fig. 5

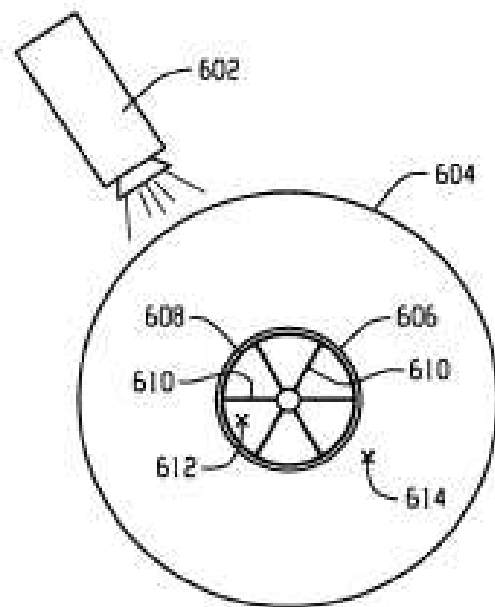
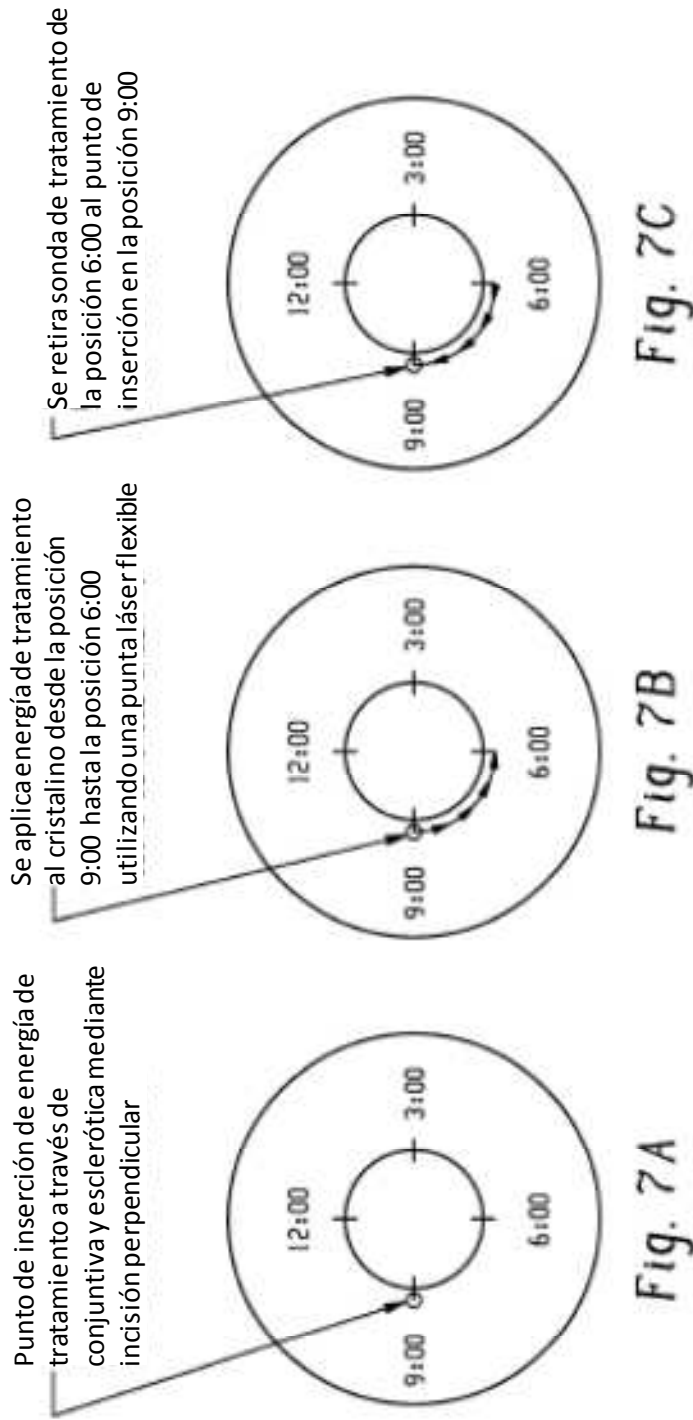
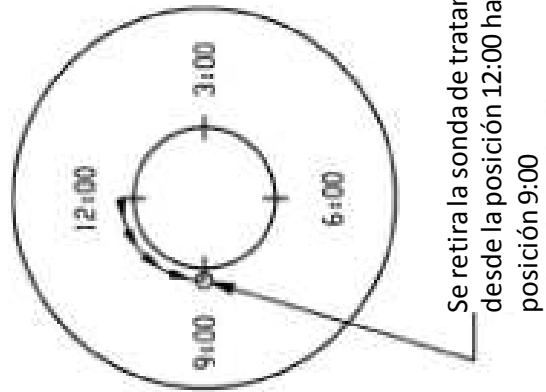


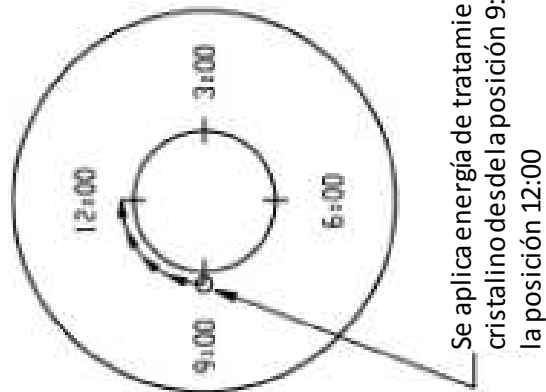
Fig. 6





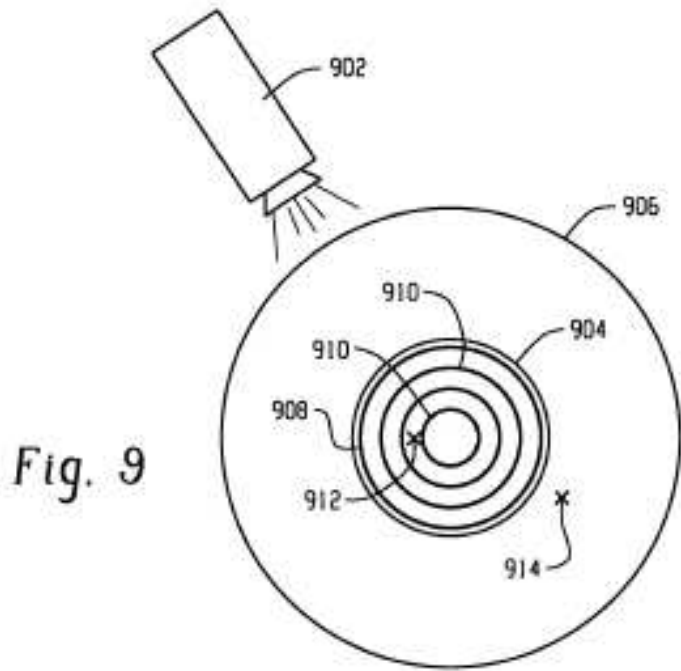
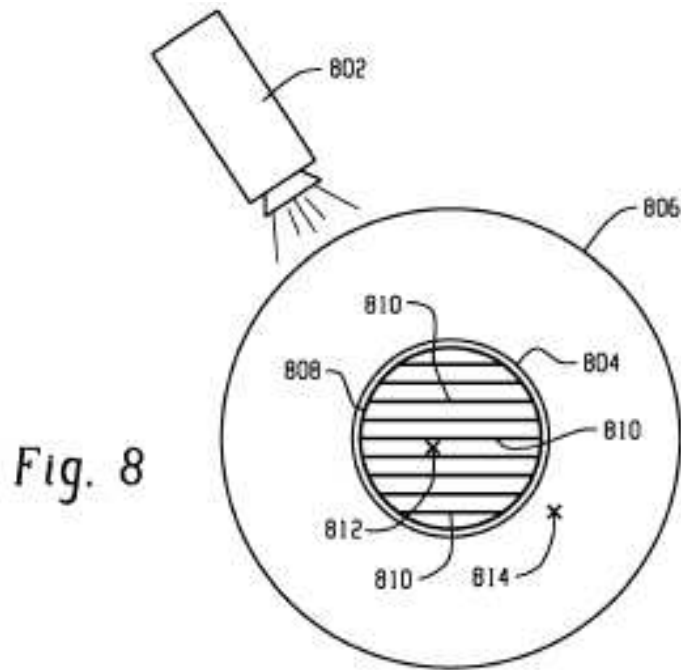
Se retira la sonda de tratamiento desde la posición 12:00 hasta la posición 9:00

Fig. 7E



Se aplica energía de tratamiento al cristalino desde la posición 9:00 hasta la posición 12:00

Fig. 7D



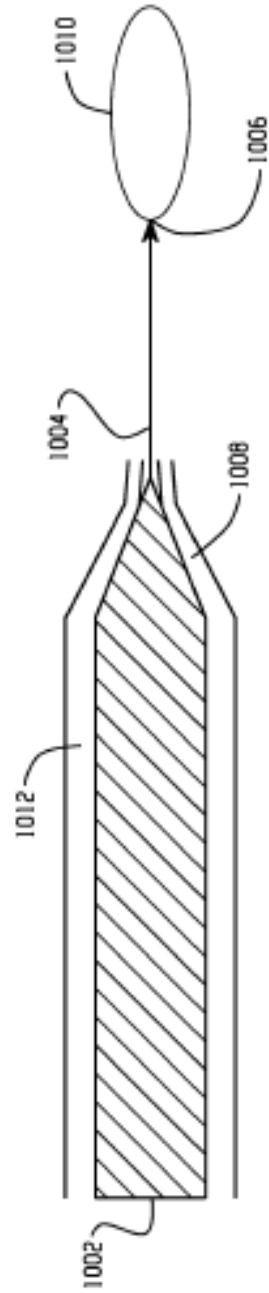


Fig. 10

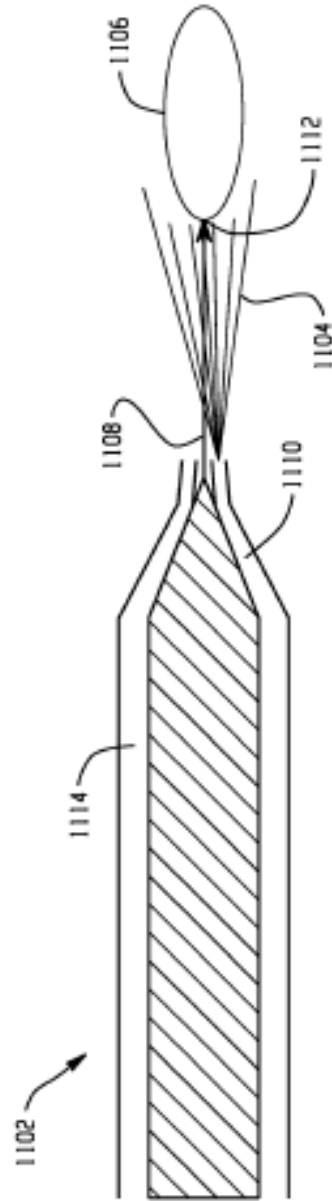


Fig. 11

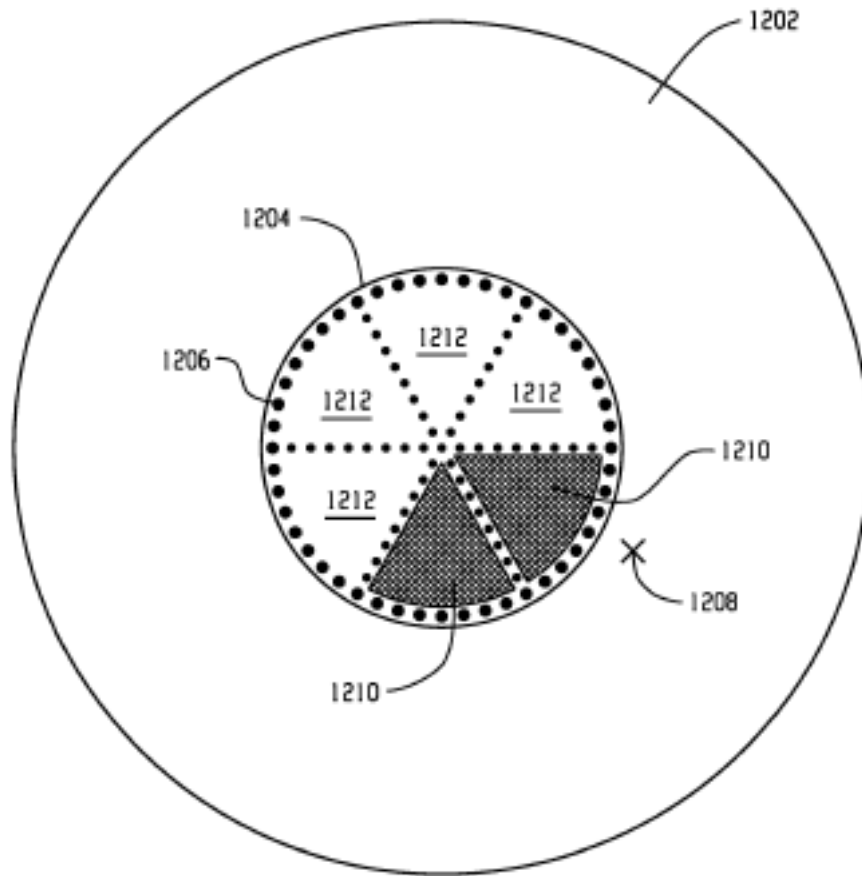


Fig. 12

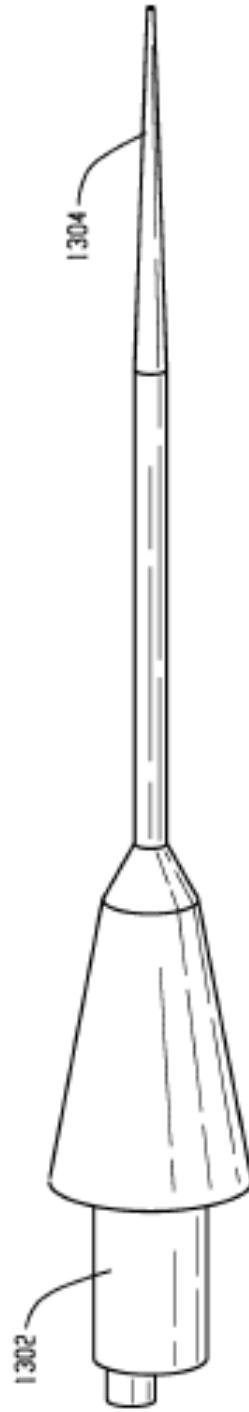


Fig. 13

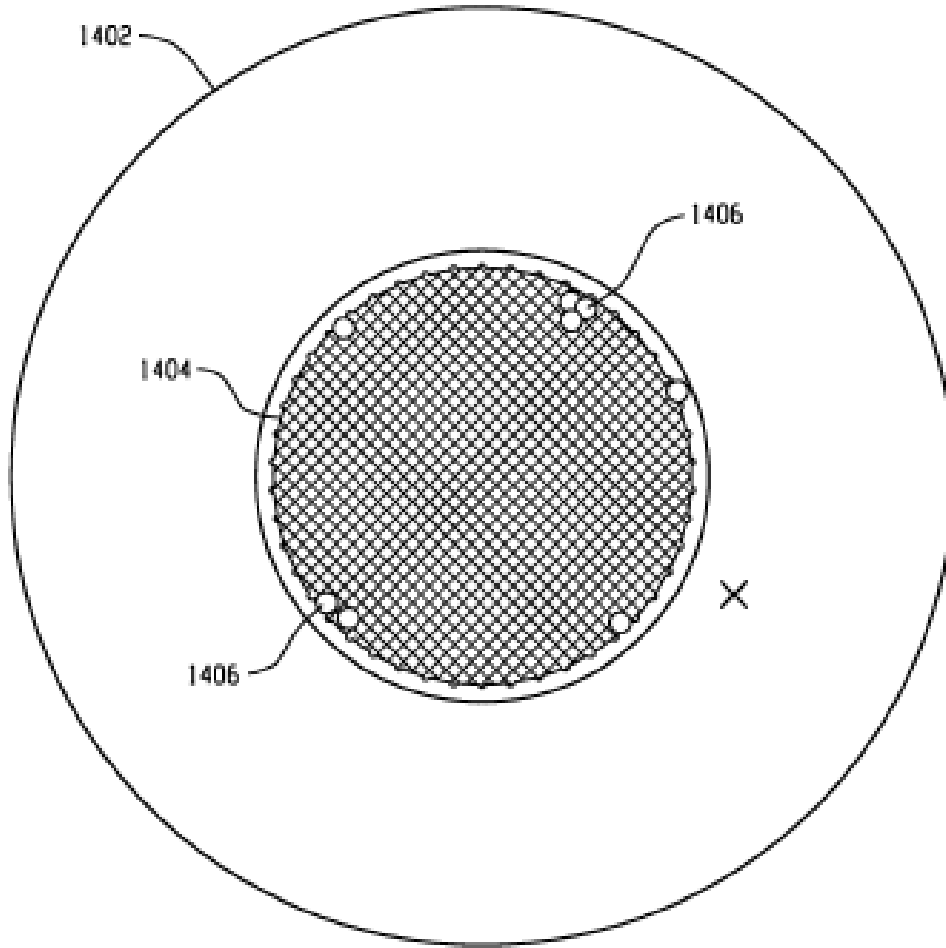
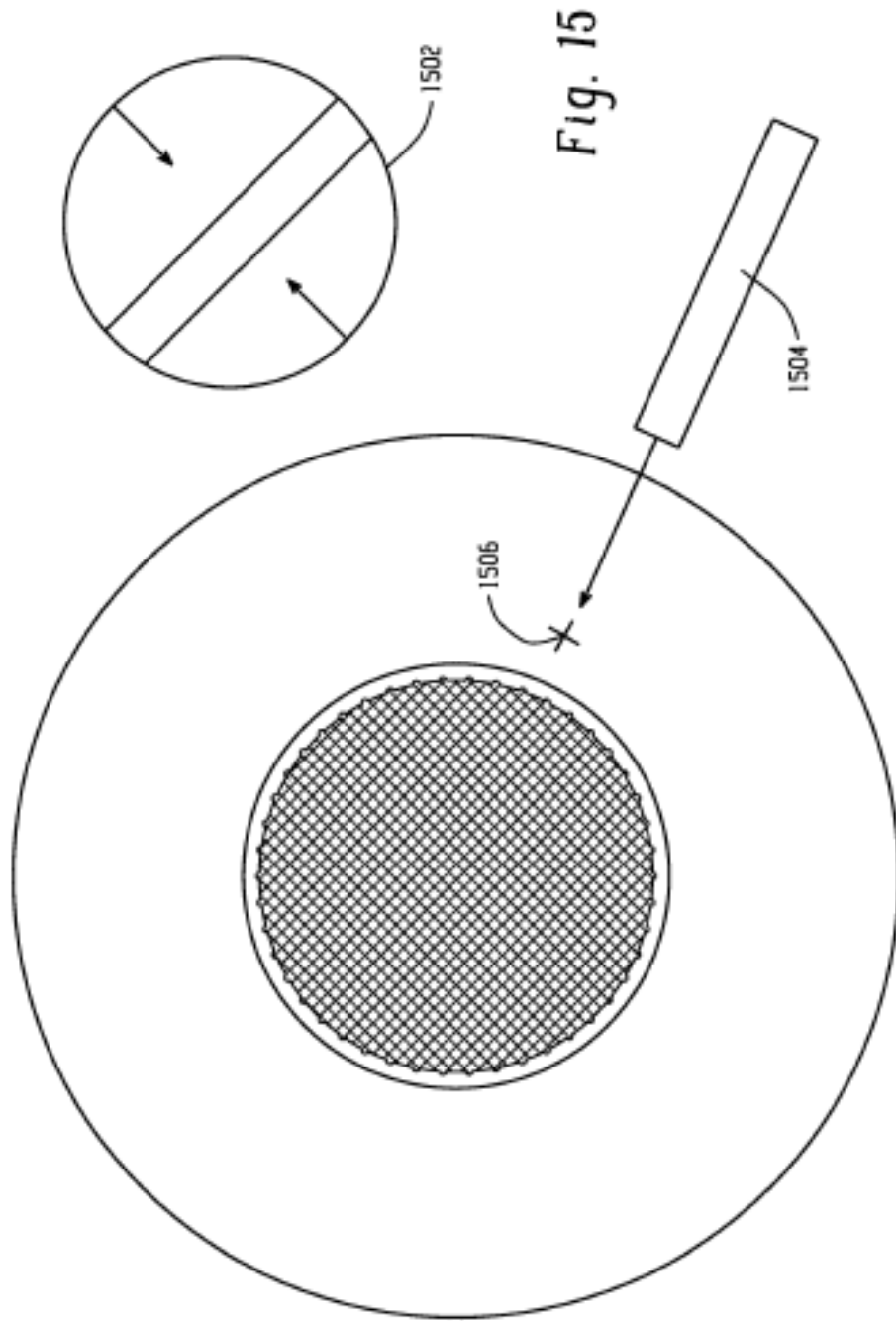


Fig. 14



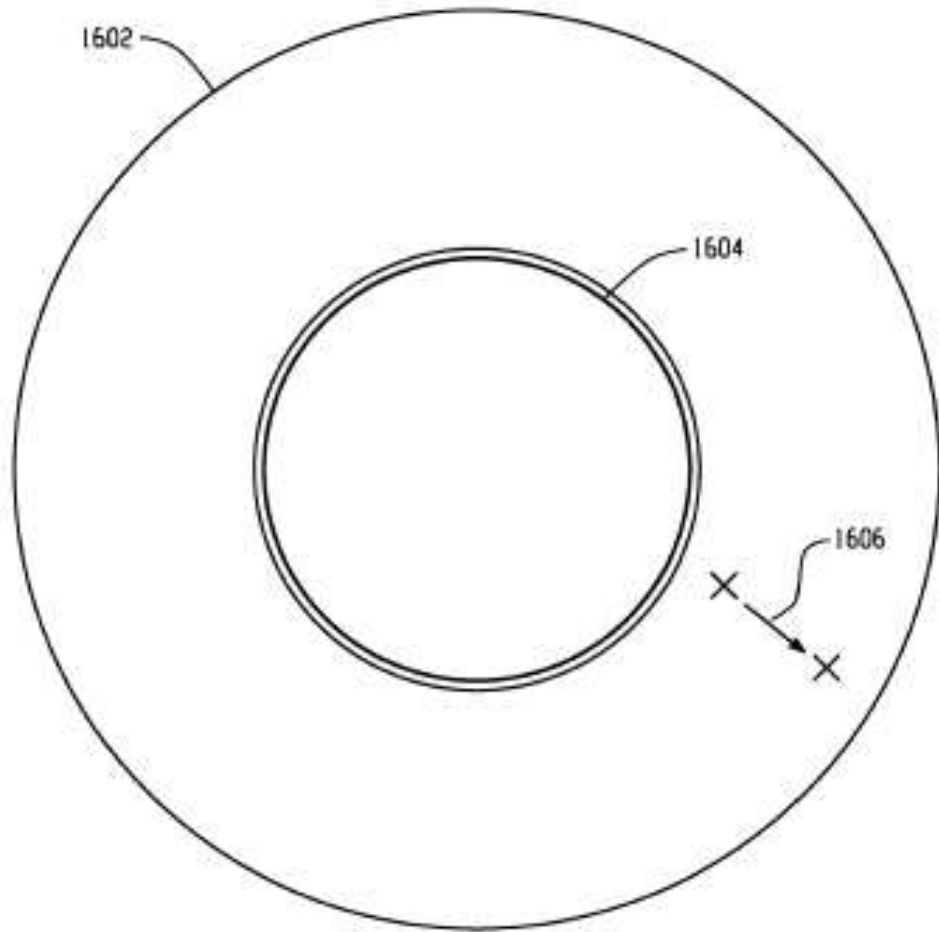


Fig. 16

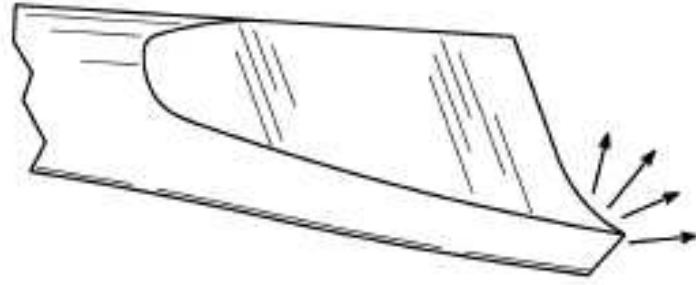


Fig. 17C

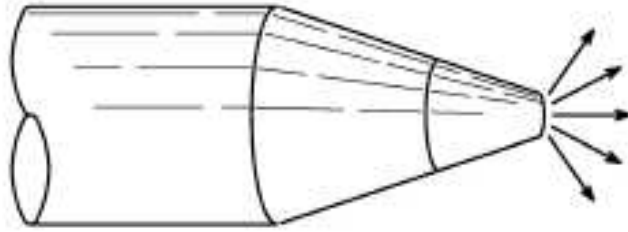


Fig. 17B

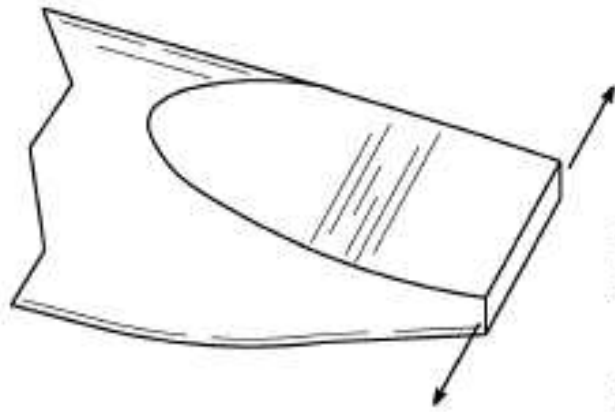


Fig. 17A