

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 792**

51 Int. Cl.:

**B29D 11/00** (2006.01)

**B29C 35/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2008 PCT/US2008/009976**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.02.2009 WO09025848**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2008 E 08795510 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2178695**

54 Título: **Aparato para la formación de una lente precursor oftálmico**

30 Prioridad:

**21.08.2007 US 957069 P**  
**20.08.2008 US 194981**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.12.2016**

73 Titular/es:

**JOHNSON & JOHNSON VISION CARE INC.**  
**(100.0%)**  
**7500 CENTURION PARKWAY, SUITE 100**  
**JACKSONVILLE, FL 32256, US**

72 Inventor/es:

**WIDMAN, MICHAEL F.;**  
**ENNS, JOHN B.;**  
**POWELL, P. MARK y**  
**SITES, PETER W.**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

**ES 2 593 792 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

### Aparato para la formación de una lente precursor oftálmico

#### Uso de campo

5 Esta invención describe un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 para la fabricación de precursores de lentes oftálmicos. La fabricación de un precursor de lentes útil para la formación de lentes de contacto personalizado también se describe.

#### Antecedentes de la invención

10 Los lentes oftálmicos a menudo se hacen por moldeado, en el que se deposita un material de monómero, en una cavidad definida entre superficies ópticas de partes de molde opuestas. Moldes multipartes utilizados para fabricar los hidrogeles en un artículo útil, tal como un lente oftálmico, pueden incluir, por ejemplo, una primera parte de moldeado con una parte convexa que se corresponde con una curva posterior de un lente oftálmico y una segunda  
15 parte de molde con, una parte cóncava que se corresponde, con una curva frontal del lente oftálmico. Para preparar un lente, utilizando tales piezas de molde, una formulación de lentes de hidrogel sin curar, se coloca entre una parte frontal de pieza de curva de molde plástico desechable y una pieza de curva de molde trasera plástica desechable. La pieza curva frontal del molde y la pieza de molde de curva trasera, se forman típicamente a través de técnicas de moldeo de inyección en las que plástico fundido se ve aplicado a herramientas de acero altamente mecanizadas con  
20 al menos, una superficie de calidad óptica.

Las piezas del molde de curva frontal y de curva trasera se unen para dar forma al lente de acuerdo con parámetros de lente deseados. La formulación del lente se curó posteriormente, por ejemplo, por exposición al calor y la luz, formando de este modo un lente. Después de la curación, las piezas de molde se separan y el lente se retira de las  
25 piezas del molde.

El moldeado de lentes oftálmicos ha sido particularmente exitoso para aplicaciones de alto volumen de un número limitado de tamaños de lentes y potencias. Sin embargo, la naturaleza de los procesos de moldeo por inyección y equipos hacen que sea difícil formar lentes personalizados específicos para el ojo de un paciente en particular o una  
30 aplicación particular. En consecuencia, otras técnicas han sido exploradas, tales como: torneado un botón de lente y técnicas de litografía de estereó. Sin embargo, el torneado requiere un material para lentes de alto módulo, requiere mucho tiempo y está limitado al ámbito de aplicación de la superficie disponible y la litografía de estereó no ha producido aún un lente adecuado para uso humano.

35 Es deseable por lo tanto disponer de métodos y aparatos adicionales que conduzcan a la formación de un lente oftálmico de un tamaño y forma predeterminados tales que puede ser personalizados para uno o ambos de un paciente o propósito específico.

#### Sumario de la invención

40 La presente invención está dirigida a un aparato para formar un precursor de lente oftálmico, en el que, en algunas realizaciones, el precursor de lente puede posteriormente ser utilizado para formar un lente oftálmico. En general, una mezcla reactiva se expone a la fuente de radiación actínica a través de un sustrato con una superficie arqueada. Al menos una porción de la superficie arqueada puede incluir una superficie de calidad óptica. La radiación actínica es controlable para curar una parte de la mezcla reactiva en un patrón predefinido. El patrón predefinido puede  
45 incluir una superficie formada a lo largo de la superficie de sustrato de calidad óptica y una segunda superficie libre formada dentro del volumen de mezcla reactiva.

Varias realizaciones pueden incluir un aparato para controlar la radiación actínica, tal como un homogeneizador y un colimador. La fuente de radiación actínica puede incluir un modulador espacial de luz, tal como, por ejemplo, un  
50 dispositivo digital. En algunas formas de realización, el sustrato puede incluir una parte de molde de lente oftálmico.

Las realizaciones adicionales incluyen un sustrato que apoya un precursor de lente y un dispositivo de eliminación de fluido próximo al precursor de lente, en el que el dispositivo de eliminación de fluido está posicionado para eliminar uno o más de: mezcla reactiva parcialmente reaccionada, reaccionada y no reaccionada y material  
55 gelificado. Otros aspectos pueden incluir controles ambientales tales como mecanismos para ajustar uno o más de: temperatura, humedad, particulado, ambiente de luz y gases, durante la formación del Precursor de Lentes o un lente.

Algunas realizaciones también pueden incluir una fuente de fijación de radiación actínica adecuada para formar un  
60 lente oftálmico a partir de un precursor de lente. Otros aspectos pueden incluir procesadores y dispositivos de almacenamiento de software capaces de controlar el aparato automatizado discutido en el presente documento.

Una primera sección del aparato proporciona el constructo para la toma de los parámetros ópticos necesarios y convertirlos en un producto material que en la producción posterior alcanzará los parámetros deseados de lentes oftálmicos. Esta primera sección, incluye el aparato óptico litográfico basado en Voxel. Por exposición de intensidad  
65 de programación de una manera digital, y entregando la exposición a localizaciones discretas a través de las superficies curvas de un componente óptico, el aparato. causa una reacción actínica, que se produzca de una

manera controlable y programable.

5 Uno de los productos que pueden resultar por procesos utilizando la sección óptica litográfica de Voxel de este aparato que se llama un precursor de lente. Este precursor de lente tiene tanto regiones fluidas y estructurales. En una realización preferida, las regiones estructurales son en gran parte, determinadas por la operación de la sección litográfica de Voxel; sin embargo, la región de fluido se puede determinar de maneras numerosas mientras que también se influyen por la sección litográfica de Voxel. Las realizaciones alternativas, pueden formar un lente del efecto de la sección litográfica de Voxel sin pasar por el producto intermedio del Lente Precursor.

10 El Precursor de Lente puede procesarse adicionalmente en una segunda subsección del nuevo aparato útil para procesar el componente de fluidez. Esta sección de mecha incluye un aparato útil para ajustar y controlar la cantidad y otras características del componente fluido en la entidad del Lente Precursor.

15 Una subsección adicional del aparato incluye componentes que permiten la transformación controlada de este material fluido restante bajo fuerzas que afectan a su aspecto fluidez. Mediante el control del flujo, superficies únicas de alta calidad pueden resultar después del material fluido se fija en un segundo proceso de irradiación actínica.

20 Rendimientos de lente de estas diversas subsecciones se procesan adicionalmente en secciones útiles para la medición del lente, tanto en una forma hinchada y no hinchada. Además, el aparato para la hidratación e inflamación de lentes incluyen todavía otras subsecciones del aparato. El resultado son lentes oftálmicos que consiguen requisitos ópticos y funcionales.

25 Algunas realizaciones son el resultado de un aparato formado de este modo en sus secciones y conjunto, que forma lentes oftálmicos personalizables de una manera a forma libre.

Otras formas de realización se derivan de la capacidad de un aparato para formar un Lente Precursor de una manera flexible y programable a través de procesamiento litográfico basado en Voxel.

30 La capacidad de procesar lentes precursores en diversas formas en lentes oftálmicos de alta calidad; incluir otras formas de realización de dicho aparato novedoso.

Aún otras realizaciones utilizan la capacidad del aparato litográfico de Voxel para formar Precursores de Lentes oftálmicos y lentes que tienen características además de las características ópticas de partes de los mismos.

35 Los métodos de utilizar el aparato se describen adicionalmente en la solicitud en tramitación titulada "Métodos para la formación de un Precursor de Lentes oftálmicos y Lentes" presentada simultáneamente con la presente.

40 En consecuencia, la presente invención incluye un aparato para formar un lente de contacto personalizado, con un rendimiento óptico variado y con características variadas no ópticas de una manera flexible y programable. Se produce un lente oftálmico que comprende un material de naturaleza variada; incluyendo un lente de hidrogel, y, en algunas formas de realización, un lente de hidrogel de silicona.

**Breve descripción de los dibujos**

45 Fig. 1 ilustra etapas de método, las cuales no forman parte de la presente invención.

Fig. 2 ilustra, además, etapas de método, las cuales no forman parte de la presente invención.

50 Fig. 3 ilustra un ejemplo de la relación entre la absorbancia y la transmitancia con radiación en formación y fija.

Fig. 4 ilustra un ejemplo de lente producido con la invención aquí descrita.

55 Fig. 5 ilustra componentes del aparato que pueden ser útiles en la aplicación de algunas realizaciones de la presente invención que comprende la litografía basada en Voxel.

Fig. 6 ilustra componentes del aparato de fuente de luz a modo de ejemplo que pueden ser útiles en la aplicación de algunas realizaciones de la presente invención.

60 Fig. 7 ilustra componentes del aparato ópticos ejemplares que pueden ser útiles en la aplicación de algunas realizaciones de la presente invención.

Fig. 8 ilustra componentes del aparato de espejo digital ejemplar que pueden ser útiles en la aplicación de algunas realizaciones de la presente, invención.

65 Fig. 9 ilustra componentes del aparato adicionales que pueden ser útiles en la aplicación de algunas realizaciones de la presente invención.

Fig. 10 ilustra una óptica de formación ejemplar que puede ser útil en la aplicación de algunas formas de realización de la presente invención.

5 Fig. 11 ilustra una reserva de monómero a modo de ejemplo que puede ser útil en la implementación de algunas formas de realización de la presente invención.

Fig. 12 ilustra un aparato de eliminación de material a modo de ejemplo que puede ser útil en la aplicación de algunas realizaciones de la presente invención.

10 Fig. 13 ilustra los sistemas de movimiento brutos de un aparato de eliminación de material a modo de ejemplo que puede ser útil en la implementación de algunas realizaciones de la presente invención.

15 Fig. 14 ilustra una estabilización ejemplar y aparato de fijación que puede ser útil en la aplicación de algunas realizaciones de la presente invención.

Fig 15 ilustra un sistema de metrología ejemplar que puede ser útil en la aplicación de algunas formas de realización de la presente invención.

20 Fig 16 ilustra un sistema de hidratación y extracción a modo de ejemplo que puede ser útil en la aplicación de algunas realizaciones de la presente invención.

Fig. 17 ilustra una representación en sección transversal de ejemplo de un Precursor de Lente.

25 Fig. 18 ilustra una representación en sección transversal a modo de ejemplo de una óptica de formación de lente combinado y reserva de mezcla de monómeros reactivos.

Fig. 19 ilustra una producción de modelo ejemplar para espesor formado en contra del tiempo de exposición a diferentes intensidades de exposición.

30

### Descripción detallada de la invención

35 La presente invención proporciona un aparato para formar un Precursor de Lente oftálmico. En las secciones siguientes descripciones de realizaciones de la invención que se detallan. La descripción de ambas formas de realización preferidas y alternativas, aunque minuciosas son realizaciones únicamente ejemplares, y se entiende que para los expertos en la técnica que variaciones, modificaciones y alteraciones pueden ser evidentes. Se ha de entender, por lo tanto, que dichos ejemplos de realización no limitan la amplitud de los aspectos de la invención subyacente.

40

#### Glosario

En esta descripción y en las reivindicaciones dirigidas a la invención presentada, varios términos pueden utilizarse para los que se aplicarán las siguientes definiciones:

45

"Radiación actínica" tal como se utiliza aquí, se refiere a la radiación que es capaz de iniciar una reacción química.

"Arcuato" como se utiliza aquí, se refiere a una curva como la de un arco.

50 La "Ley de Beer" a la que se hace referencia en la presente memoria y a la que a veces se denomina "Ley de Beers-Lambert" es:  $I(x)/I_0 = \exp(-\alpha cx)$ , donde  $I(x)$  es la intensidad como una función de la distancia  $x$  de la superficie irradiada,  $I_0$  es la intensidad de incidente en la superficie,  $\alpha$  es el coeficiente de absorción del componente absorbente, y  $c$  es la concentración del componente absorbente.

55 "Colimar" como se usa en este documento significa la limitación del ángulo de cono de radiación, como la luz que procede como salida de un aparato de recepción de la radiación como una entrada; en algunas realizaciones el ángulo del cono puede ser limitado de tal manera que los rayos de luz procedentes son paralelos. Por consiguiente, un "colimador" incluye un aparato que realiza esta función y "colimado" describe el efecto de la radiación.

60 "DMD", como se usa en este documento, un dispositivo de microespejo digital es un modulador espacial de luz biestable que consta de una matriz de microespejos móviles montada funcionalmente sobre un CMOS SRAM. Cada espejo es controlado de forma independiente por la carga de datos en la celda de memoria debajo del espejo para dirigir la luz reflejada, disponiendo espacialmente un pixel de datos de vídeo a un píxel en la pantalla. Los datos controlan electrostáticamente el ángulo de inclinación del espejo de forma binaria, donde los estados de espejo o bien son +X grados (encendido) o -X grados (apagado). para dispositivos de corriente, X puede ser o bien 10 grados o 12 grados (nominales). La luz reflejada por los espejos encendidos se pasa a través de un lente de proyección y

65

en una pantalla. La luz se refleja fuera para crear un campo oscuro, y define el nivel del suelo negro de la imagen. Las imágenes son creadas por la modulación de escala de grises entre encendido y apagado en una tasa lo suficientemente rápida para ser integrada por el observador. La DMD (dispositivo de microespejo digital) es a veces sistemas de proyección DLP.

5 "Secuencia DMD" como se usa en el presente documento se refiere a un protocolo de control para un modulador espacial de luz y también para las señales de control de cualquier componente del sistema, tales como, por ejemplo, una luz fuente o rueda de filtros cualquiera de las cuales puede incluir una serie de secuencias de comandos en el tiempo. El uso del acrónimo DMD no está destinado a limitar el uso de este término a ningún tipo o tamaño de  
10 modulador espacial de luz en particular

"La radiación de fijación" como se utiliza aquí, se refiere a radiación actínica suficiente para una o más de: polimerización y reticulación de esencialmente toda la mezcla reactiva que comprende un Precursor de Lente o lente.

15 "Medios Reactivos de Lente Fluido", como se usa en este documento significa una mezcla reactiva que es capaz de fluir ya sea en su forma nativa, su forma reaccionada, o forma parcialmente reaccionada y está formada tras su posterior procesamiento en una parte de un lente oftálmico.

20 "Forma libre", como se usa en el presente documento, "formado libremente" o "forma libre" se refiere a una superficie que se forma por reticulación de una mezcla reactiva y no se forma de acuerdo con un molde de yeso.

"Punto de Gel", como se usa en el presente documento se referirá al punto en el que se observaron por primera vez un gel o una fracción insoluble. Punto de gel es el grado de conversión en el que la mezcla de líquido de polimerización se convierte en sólido. El punto de gel se puede determinar usando un experimento soxhlet: Reacción del polímero se detuvo en diferentes puntos de tiempo y se analiza el polímero resultante para determinar la fracción de peso de polímero insoluble residual. Los datos pueden ser extrapolados hasta el punto de que el gel no está presente. Este punto en el que el gel no está presente es el punto de gel. El punto de gel también se puede determinar mediante el análisis de la viscosidad de la mezcla de reacción durante la reacción. La viscosidad se puede medir utilizando un reómetro de placa paralela, con la mezcla de reacción entre las placas; Al menos una placa debe ser transparente a la radiación en la longitud de onda utilizada para la polimerización. El punto en el que la viscosidad tiende a infinito es el punto de gel. El punto de gel ocurre en el mismo grado de conversión para un sistema de polímero dado y condiciones de reacción especificadas.

35 "Lente" como se utiliza aquí "lente" se refiere a cualquier dispositivo oftálmico que reside en o sobre el ojo. Estos dispositivos pueden proporcionar corrección óptica o pueden ser cosméticos. Por ejemplo, el término lente puede referirse a un lente de contacto, lente intraocular, lente de superposición, inserto ocular, inserto óptico u otro dispositivo similar a través del cual se corrige o se modifica la visión, o a través del cual la fisiología del ojo es mejorada cosméticamente (por ejemplo, el color del iris) sin obstaculizar la visión. En algunas realizaciones, los lentes preferidos son lentes de contacto blandos hechos de elastómeros de silicona o hidrogeles, que incluyen pero no están limitados a hidrogeles de silicona y fluorohidrogeles.

45 "Precursor de Lente" como se usa aquí, significa un objeto compuesto que consiste en una Forma de Precursor de Lente y una Mezcla Reactiva de Lente Fluido en contacto con la Forma de Precursor de Lente. Por ejemplo, en algunas formas de realización de Medios Reactivos de Lente Fluido se forma en el curso de la producción de una forma de Precursor de Lente dentro de un volumen de mezcla reactiva. La separación de la Forma de Precursor de Lente y Medios Reactivos de Lente Fluido adheridos del volumen de Mezcla Reactiva usada para producir la forma precursora de lente puede generar un Precursor de Lente. Además, un Precursor de Lente se puede convertir en una entidad diferente, ya sea por la eliminación de cantidades significativas de Mezcla Reactiva de Lente Fluido o la conversión de una cantidad significativa de Medios Reactivos de Lente Fluido en material incorporado no fluido.

"Forma de Precursor de Lente" como se usa aquí, significa un objeto no fluido con al menos una superficie de calidad óptica, que es consistente con su incorporación a su posterior transformación en un lente oftálmico.

55 "Mezcla de Formación de Lente" tal como se utiliza aquí, el término o "Mezcla Reactiva" o "RMM" (mezcla reactiva de monómero) se refiere a un material de monómero o prepolímero que se puede curar y reticular o reticular para formar un lente oftálmico. Varias formas de realización pueden incluir mezclas de formación de lente con uno o más aditivos tales como: bloqueantes UV, tintes, fotoiniciadores o catalizadores y otros aditivos que uno podría desear en lentes oftálmicos tales como lentes de contacto o intraoculares.

60 "Molde", como se usa en el presente documento, se refiere a un objeto rígido o semi rígido que puede ser utilizado para formar lentes de formulaciones sin curar. Algunos moldes preferidos incluyen dos partes de molde que forman una parte de molde de curva frontal y una parte de molde de curva posterior.

65 "Componentes de Absorción de Radiación" tal como se utiliza aquí, el término "se refiere al componente de absorción de radiación que se puede combinar en una formulación de mezcla reactiva de monómero y que puede

absorber la radiación en un intervalo de longitud de onda específica.

La Mezcla Reactiva (a veces también denominada en este documento como: Mezcla de Formación de Lente o Mezcla Reactiva de Monómeros y con el mismo significado que "Mezcla de Formación de Lente")

"Liberación de un molde" como se usa en el presente documento, "liberación de un molde," significa que un lente o bien se separa completamente del molde, o bien está unido solamente de modo suelto de modo que pueda ser eliminado con agitación suave o empujados fuera con un hisopo.

"Precursor de Lente Estereolitográfico" como se usa en este documento, significa un Precursor de Lente, donde la Forma Precursora de Lente se ha formado mediante el uso de una técnica de estereolitografía.

"Sustrato" Una entidad física sobre la que se colocan o se forman otras entidades.

"Medios Reactivos Transitorios de Lente", como se usa en este documento significa una mezcla reactiva que puede mantenerse en una forma fluida o no fluida en una Forma Precursora de Lente. Sin embargo, Medios Reactivos Transitorios de Lente se eliminan de manera significativa por uno o más de: limpieza, solubilidad y medidas de hidratación antes de que sean incorporados en un lente oftálmico. Por lo tanto, para claridad, la combinación de una Forma de Precursor de Lente y la Mezcla Reactiva de lente transitorio no constituye un Precursor de Lente.

"Voxel" como se usa en el presente documento "Voxel" o "Voxel de radiación actínica" es un elemento de volumen, representa un valor en una rejilla regular en el espacio tridimensional. Un voxel se puede ver como un píxel tridimensional, sin embargo, en el que un píxel representa datos de imagen 2D un Voxel incluye tercera dimensión. Además, donde vóxeles se utilizan con frecuencia en la visualización y el análisis de los datos médicos y científicos, en la presente divulgación, un Voxel se utiliza para definir los límites de una cantidad de radiación actínica, llegando a un volumen particular de mezcla reactiva, controlando de este modo la velocidad de reticulación o polimerización de que el volumen específico de la mezcla reactiva. A modo de ejemplo, vóxeles se consideran en la presente divulgación como existente en una sola capa conformal a una superficie de molde 2D en la que la radiación actínica se puede dirigir normal a la superficie 2D y en una dimensión axial común de cada Voxel. A modo de ejemplo, el volumen específico de Mezcla Reactiva puede ser reticulado o polimerizado de acuerdo con Vóxeles 768 x768.

"Precursor de Lente a base de Voxel", como se usa aquí "Precursor de Lente a base de Voxel" es un Precursor Lente en el que la forma precursora de lente se ha formado mediante el uso de una técnica litográfica a base de Voxel.

"Xgel" como se usa en este documento, Xgel es la extensión de la conversión química de una Mezcla Reactiva reticulable en la que la fracción de gel se vuelve mayor que cero.

#### Aparato

El aparato descrito en esta invención generalmente se presenta en este documento en cinco apartados principales, y la primera discusión de realizaciones del aparato se organizará en discusiones lógicas a nivel de la subsección. Estas subsecciones son el aparato de óptica litográfica a base de Voxel, el aparato de mecha, la estabilización y el aparato de fijación, el aparato de la metrología y el aparato de hidratación. Sin embargo, las subsecciones también funcionan como un aparato de conjunto y esto debe ser considerado a la luz de las realizaciones de subsección.

#### Aparato óptico litográfico a base de Voxel

El aparato óptico litográfico a base de Voxel es el componente que usa radiación actínica para crear formas de lente y Precursores de Lente. En la presente invención, un aparato de toma de radiación de intensidad muy uniforme y controles de la irradiación sobre la superficie de una óptica de formación en numerosos puntos discretos sobre la superficie óptica de formación, esencialmente sobre una base Voxel por Voxel. Este control permite que este componente controle el grado de reacción que se produce en la mezcla reactiva a lo largo de la trayectoria de luz de un lugar particular de Voxel; determinado en última instancia el volumen de material reaccionado allí y, por tanto, la forma de Precursor de Lente Formado en el mismo.

Los principales componentes del aparato óptico litográfico a base de Voxel se representan en una realización ejemplar en la Fig. 5. Cada componente indicado se discute en detalle en una sección posterior. En este punto, una visión general de ejemplo se da para las funciones de subsección.

Con referencia ahora a la Fig. 5, el aparato de formación 500, en esta operación ejemplar puede funcionalmente comenzar en la fuente de luz 520. En tales realizaciones, la luz generada en esta fuente 520 emerge como luz en una banda de longitudes de onda definida, pero con alguna variación espacial en la intensidad y dirección. El elemento 530, un controlador de intensidad espacial o colimador, se condensa, se difunde y, en algunas realizaciones, colima la luz para crear un haz de luz 540, que es muy uniforme en intensidad. Además, en algunas formas de realización, el haz 540 incide sobre un dispositivo de espejo digital de DMD 510 que divide el haz

en elementos de píxeles de intensidad, cada uno de los cuales se pueden asignar un valor digital de encendido o apagado. En realidad, el espejo en cada píxel simplemente refleja la luz en uno de dos caminos. La ruta "ENCENDIDO", artículo 550, es el camino que conduce a los fotones procedentes de medios hacia un químico reactivo. Por el contrario, en algunas realizaciones, un estado "APAGADO" incluye una luz que se refleja a lo largo de un camino diferente que estará entre los caminos representados como elementos 516 y 517. Esta ruta "APAGADO" dirige fotones a incidir en un vertedero de haz 515 que ha sido cuidadosamente diseñado para absorber y atrapar los fotones dirigidos hacia ella. Con referencia de nuevo a la ruta de "encendido" 550, luz que se muestra en esta ruta incluye realmente los muchos posibles diferentes valores de los píxeles que se han configurado en el valor "encendido" y están dirigidos espacialmente a lo largo del camino individual apropiado correspondiente a su posición de píxel. Un tiempo promedio de intensidad de cada uno de los elementos de píxel a lo largo de sus respectivas trayectorias 550, se puede representar como un perfil de intensidad espacial 560, a través de la red espacial definida por el DMD 510. Alternativamente, con una intensidad constante que incide en cada espejo, artículo 560 puede representar un perfil de exposición de tiempo espacial.

Continuando, cada elemento de píxel en el estado encendido, verá como fotones se dirigen a lo largo de su camino 550. En algunas realizaciones, el haz puede ser enfocado por un elemento de enfoque. A modo de ejemplo, Fig. 5 500 representa una realización en la que las trayectorias de luz 550, se proyectan de modo que afectan de una manera esencialmente vertical sobre la superficie óptica de una óptica de formación 580. La luz de captación de imagen procede ahora a través de la óptica de formación 580, y en un volumen de espacio que contiene mezcla reactiva de lente en un depósito 590. Es la interacción de esta luz para una ubicación de píxel dada, que define un elemento Voxel en estado de encendido en el volumen en el depósito 590, y alrededor de la óptica formadora 580. Estos fotones en este volumen pueden ser absorbidos y precipitan una reacción actínica en la molécula que la absorbe, lo que lleva a un cambio de estado de la polimerización del monómero en esta vecindad general.

Es de esta manera general para una forma de realización particular que la óptica litográfica a base de Voxel puede ser entendida para funcionar. Cada uno de estos elementos en su propio derecho tiene características y formas de realización que describen los modos funcionales de este aparato. Una mayor comprensión de la invención subyacente puede profitar de un ahondamiento en las complejidades individuales.

Siguiendo ahora la comprensión básica de la función de aparato presentada anterior, el sistema total se discutirá como un todo. En algunas formas de realización, sistemas litográficos a base de Voxel en su conjunto se utilizan para generar los lentes oftálmicos. (Una representación gráfica de la superficie de frente de onda de tal lente formado se ilustra en la Fig. 4).

En algunas realizaciones, un entorno ambiental, incluyendo la temperatura y la humedad, que comprende un aparato 500 puede controlarse. Otras realizaciones pueden incluir entornos compatibles con un entorno de laboratorio y por lo tanto puede variar.

La naturaleza del medio gaseoso ambiental se puede controlar, por ejemplo, mediante el uso de purga de gas nitrógeno. La purga se puede realizar para aumentar o reducir presión parcial de oxígeno a niveles predeterminados. La humedad también puede mantenerse a niveles relativamente predeterminados, tales como a niveles relativamente más bajos que un ambiente de oficina.

El nivel de energía de vibración que se permite interactuar con componentes de aparato individuales es otro parámetro ambiental que puede ser controlado de algunas formas de realización. En algunas realizaciones, las grandes estructuras de soporte masivas definen un ambiente vibracional bajo relativo. Otras realizaciones pueden incluir alguno o todo del sistema litográfico a base de Voxel 500 que se apoya sobre soportes vibratorios activos. Sin limitar la generalidad de posible solución, es bien sabido en la técnica que los pistones de apoyo de vejiga de aire pueden reducir significativamente la transferencia de vibración en un sistema aislado. Otros medios estándar de aislamiento de vibración pueden así ser consistentes con el alcance de la invención.

Las partículas en el entorno del aparato pueden introducir modos de defecto indeseables de diversos tipos, incluyendo la incorporación en Precursores de Lente de producto y lentes. Por ejemplo, en la trayectoria óptica, las partículas pueden modular la intensidad real de uno o más elementos de Voxel y/o afectar la función de un elemento de espejo particular. Por estas razones, como mínimo, es totalmente dentro del alcance de la invención proporcionar un medio de control de la materia particulada en el medio ambiente. Un ejemplo de una realización para lograr esto sería la incorporación de filtros de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA) en el cuerpo del ambiente de aparato y un medio para forzar el aire a través de los filtros suficientes para establecer un régimen de flujo laminar en porciones expuestas del aparato. Sin embargo, cualquier realización para limitar significativamente los niveles de partículas en y alrededor del aparato está dentro del alcance pretendido de la invención.

Otro aspecto del apoyo ambiental detallado para el aparato óptico de acuerdo con la presente invención, incluye la luz ambiente y modos para controlarla. En algunas realizaciones, la iluminación ambiental proporciona radiación actínica y por lo tanto es prudente limitar las fuentes parásitas de energía fotónica.

Por consiguiente, en algunas formas de realización, el aparato 500 se puede encerrar en materiales opacos en

consonancia con las necesidades ambientales previamente discutidas. Una realización preferida puede emplear el uso de fuentes de luz filtradas en el entorno del aparato, que pueden ser suficientes para evitar la exposición de partes activas del aparato para contaminar la iluminación ambiental.

5 Con referencia ahora a la Fig. 6, tenga en cuenta la fuente de luz como se representa en una forma resaltada 600. Aspectos específicos de la energía de la luz se pueden considerar un aspecto fundamental de cualquier sistema litográfico y en formas de realización de esta invención que utiliza el aparato óptico litográfico a base de Voxel, la naturaleza de la fuente de luz para el sistema puede ser importante.

10 En algunas realizaciones es deseable que una fuente de luz 620 proporcione la luz en una banda espectral estrecha. Los componentes de un sistema de iluminación ejemplar 600, proporcionan los medios para lograr dicho carácter espectral estrecho. En una realización preferida, una fuente de luz incluye un diodo emisor de luz 620, que existe en un soporte ambiental y carcasa 610. A título de ejemplo, en algunas realizaciones, una fuente de diodo emisor de luz 620 puede incluir la fuente de luz de modelo AccuCure ULM-2-365 con el regulador de la luz de Digital Light Lab Inc.  
15 (Knoxville, TN EE.UU.) Este modelo emite una banda estrecha de luz en torno a 365 nm y que tiene además las características de una anchura total a anchura máxima media de aproximadamente 9 nm. Por lo tanto, esta fuente de luz comercialmente disponible ya emite luz en una banda estrecha deseable sin más aparatos. Puede ser claro que cualquier LED u otro producto emisor de luz con características similares pueden también ser utilizados.

20 Alternativamente, fuentes de luz de espectro más amplio, tales como, por ejemplo, lámparas de arco de carbono o lámparas de xenón 620 también puede utilizarse. En esta alternativa, una fuente de banda ancha puede utilizarse 620. La luz se emite fuera del recipiente ambiental 610 y procede a través de un filtro de rueda 630 desplegado en la fuente de luz 620. La rueda de filtros 630, puede contener varios filtros, filtros distintos 631 en diferentes lugares operacionales y estos filtros 631, puede, por ejemplo, incluir un filtro de paso de banda que va a transmitir la luz  
25 centrada a 365 nm con una anchura total a media respiración máxima de un rendimiento similar de 10 nm. En esta realización, la rueda de filtros puede ser accionada por un accionador motorizado 610, el cual puede indexar la rueda de filtro para diferentes filtros; y por lo tanto permitir que la forma de realización de sistema litográfico de Voxel ejemplar 500 para operar a longitudes de onda múltiples seleccionables.

30 Puede ser claro que numerosas formas de realización alternativas pueden derivar fácilmente, incluyendo en una perspectiva no limitativa, el hecho de que el filtro 631 puede estar montado de una manera fija en la proximidad de la fuente de luz de banda ancha 620 y proporcionar una adecuada encarnación. En otro aspecto, una capacidad de longitud de onda múltiple de tal derivado de una realización alternativa en la que hay múltiples fuentes de luz LED 620, en el entorno 610 que se activan individualmente para una longitud de onda diferente.

35 Más generalmente, debe ser evidente que algunas formas de realización pueden incluir diversas fuentes de luz, incluyendo, por ejemplo, productos incandescentes, de láser, de emisión de luz y otros productos análogos con o sin filtros de diversa índole. Además, en algunas realizaciones, las fuentes de luz pueden ser capaces de emitir luz en una banda espectral controlada puede utilizarse y están dentro del alcance de esta invención.

40 La fuente de luz 600, además, puede tener la característica de ser estable, uniforme y relativamente intensa. En algunas realizaciones preferidas, una fuente de luz AccuCure LED 620, emite una luz intensa e incluye un circuito de retroalimentación de control interno para mantener una intensidad estable durante períodos de tiempo.

45 Una fuente de luz 620, puede incluir medios para modular la intensidad de una forma controlada; incluyendo la modulación de la fuente de encendido y apagado con un ciclo de trabajo definido. Así, durante un período de tiempo integrado, este modo de control de la intensidad dará como resultado niveles de intensidad de tiempo promedio seleccionables. Alternativamente, en una realización operativa adicional, la fuente de LED puede modular la intensidad a través de un modo de funcionamiento controlado por tensión, donde el cambio en la intensidad se produce para el nivel independiente de tiempo de la intensidad emitida.  
50

Para la estabilidad de la salida de cualesquiera funciones adicionales de componente de fuente de luz 620 en el ambiente de la fuente de luz puede incluir definiciones de realización adicionales. Ejemplos de este aspecto pueden incluir medios de control de temperatura a través de los sistemas de refrigeración. Otros controles ambientales  
55 pueden incluir diferentes definiciones de realización coherentes con la intención de esta invención.

En un aspecto diferente, el aparato de fuente de luz 600, ofrece una realización alternativa para modulación de la intensidad. La fuente de luz individual 620 puede ser operada para emitir una intensidad dada y la rueda de filtros 630 puede ser accionada por un elemento motorizado 610, para interceptar la luz emitida con un filtro de densidad neutro 631. Por lo tanto, la intensidad de la luz proporcionada al resto del sistema litográfico de Voxel 500 se modulará a una intensidad menor. Desde una perspectiva de generalidad, se puede observar que el diseño de filtros de luz individuales 631 pueden implicar numerosos grados de libertad e incluyen diferentes aspectos de realización. A modo de un ejemplo no limitativo, un filtro puede ser diseñado para modular la intensidad de un modo espacialmente definido de tal manera que se define una mayor intensidad a lo largo de un camino a través de su cuerpo que en otra trayectoria. En un segundo ejemplo no limitativo, una rueda de filtros puede ser diseñada para modular la intensidad de tal manera que está sincronizada con el funcionamiento de la DMD, lo que permite la  
60  
65



coordinación de píxeles e intensidades definidas por los valores de la densidad de cada segmento de la rueda de filtros. Combinaciones de estos modos de funcionamiento proporcionan realizaciones alternativas y debe también estar claro que cualesquiera medios para controlar la intensidad de luz de las características así descritas pueden emplearse.

5 Independientemente de la forma de realización del componente de fuente de luz 620, y de su entorno, una realización que incluye una rueda de filtros 630, puede permitir una forma de realización de un modo operativo para el obturador en un elemento de filtro 631 que actúa para bloquear completamente la irradiación del resto del sistema óptico 500. Existen numerosas ventajas para que incorpora una función tal como la estabilidad y la longevidad de componentes ópticos aguas abajo. Además, en algunas realizaciones, la estabilidad de un componente de fuente de luz 620 se puede mejorar si se le permite operar de forma continua. Un filtro de bloqueo 631, puede permitir que los medios de realizar los pasos en el resto del sistema operativo que requieren la ausencia de la luz de la fuente de luz 600. Puede ser evidente para un experto en la técnica que mientras que un lugar en particular de la rueda de filtros 630 se ha descrito, puede haber diferentes lugares apropiados a lo largo de la trayectoria óptica que incluya formas de realización aceptables dentro del alcance de la invención.

Un componente adicional de un aparato óptico de litografía a base de Voxel incluye una óptica de homogeneización y colimación. Este aparato está diseñado para tomar la salida de luz de la fuente de luz 520 y produce radiación de salida 540 que es de una intensidad más uniforme y se centra en la DMD 510. Desde una perspectiva de generalización, puede ser posible lograr el propósito de la invención en la ausencia de estos mecanismos, especialmente si la fuente de luz tiene componentes de intención similar.

La realización preferida se representa en la Fig. 7 700. Como se ha mencionado con el propósito de esta sección del aparato es tanto colimar la luz procedente de la fuente de luz y también homogeneizar la luz en relación con intensidad. Resulta que en la realización preferida, la fuente de luz AccuCure 365nm LED 620, ha concedido componentes ópticos para realizar la colimación de su salida de luz. En una realización más generalizada, tal aparato de colimación incluiría el primer componente de este componente de colimación y homogeneización. En la realización preferida, sin embargo, la luz se colima suficientemente por la fuente de luz 620 procede en 700 e incide en un conjunto de aproximadamente óptica de enfoque de 1 pulgada 710. Estas ópticas están incluidas en componentes de lente comercialmente disponibles, por ejemplo, de CVI Laser, Inc. (Albuquerque, NM EE.UU.)

Estos dos lentes 710, enfocan la luz de fuente en el tubo de luz 720. Este componente 720, tiene el papel central de homogeneizar la luz de entrada, suavizando las faltas de uniformidad en la intensidad espacial. El tubo de luz 720 incluye un tubo óptico con forma hexagonal hecha de material acrílico de grado UV. Aunque se han descrito detalles específicos de la forma de realización, debe ser evidente que cualquier forma de realización alternativa que proporciona un aparato óptico para homogeneizar la uniformidad espacial de luz de fuente incluye soluciones previstas en el alcance de la invención.

La salida de luz homogeneizada del tubo de luz 720, es enfocada por un elemento óptico de grado comercialmente disponible 730 de nuevo del tipo disponible de CVI Laser Inc. (Albuquerque, NM EE.UU.) por ejemplo. La luz enfocada procede ahora a través de una parada de apertura 740, a un conjunto de elementos de enfoque 750 de aproximadamente 2 pulgadas. Nuevamente, estos elementos de enfoque son ópticas estándar, de grado comercialmente disponible que estén disponibles a través de Thorlabs Inc. (Newton NJ. EE.UU.), a título de ejemplo. La intención, de la óptica de enfoque 750, ahora es dirigir la luz a un punto específico en el dispositivo de espejo digital (DMD) 510. Esto completa la trayectoria de luz en la sección de iluminación de sistema litográfico a base de Voxel. Puede haber numerosas realizaciones que pueden alterar aspectos de los componentes de colimador y homogeneizador para lograr el mismo objetivo en la iluminación de DMD 510 con luz intensa y uniforme de una longitud de onda deseada central y espectral, la cual está dentro del alcance de la invención.

En la realización preferida, los artículos de sistema de iluminación 520 y 530 imparten luz (identificado como 820 en la Fig. 8 800) en y a la vuelta de los elementos activos que comprenden Texas Instruments de Dispositivo de Espejo Digital 510. El DMD utilizado en la realización preferida, se obtuvo con un Kit de Desarrollador DMD: DMD Discovery 3000 disponible de DLi (Digital Light Innovations, Austin Texas, EE.UU.). El kit contiene una tabla A DLi DMD Discovery 3000 con un chip de Texas Instruments DLP™ XGA DMD (espejos 768 x 1024) de 0,7" diagonal con opción de ventana de transmisión de UV. También se incluye un tablero de procesamiento de luz de alta velocidad ALP-3 vinculado al tablero D3000 para actuar como un enlace de un equipo para la D3000. En conjunto, estos componentes incluyen 810 en Fig. 8 800 de los componentes del sistema de formación de imágenes de esta realización preferida del sistema litográfico a base de Voxel. Una descripción detallada de la TI DLP™ XGA DMD puede obtenerse de TI como el Manual de Referencia Técnica de kit de inicio (DDC3000) de Controlador Digital DMD Discovery™ 3000.

El dispositivo DMD 810 puede funcionar para proporcionar modulación espacial de la intensidad de luz que sale del sistema de iluminación. La DMD de Texas Instruments realiza esta función de manera digital mediante la reflexión de la luz de los componentes de microespejo que forman una sola ubicación direccionable en la red espacial de la zona activa del dispositivo. Por lo tanto, la intensidad de la luz que se refleja desde la DMD 810 y a través del sistema de imágenes 800, per se, no se cambia sin embargo mediante el control del ciclo de trabajo de los espejos

en un estado o en un estado apagado, la intensidad de tiempo promedio que se refleja desde una única ubicación de píxel puede ser modificada.

En otras formas de realización, un modulador espacial de luz (SLM) tales como los disponibles de Fraunhofer Institut Photonische Microsysteme de Alemania se puede utilizar para controlar la radiación en una base Voxel por Voxel y puede incluir la modulación espacial en función de intensidad 810. La superficie similar a espejo de la SLM en realidad puede estar compuesta de múltiples (es decir, miles) pequeños espejos móviles, cada espejo con su propia celda de almacenamiento dentro del circuito integrado. A medida que la imagen del perfil de intensidad deseada se envía a la SLM, espejos individuales o bien se flexionan o bien permanecen planos (a diferencia de la TI DMD que gira o inclina los microespejos). La luz reflejada por los espejos flexionados se dispersan de tal manera que no pasa a través de ni expone la mezcla química reactiva actínica.

Con referencia ahora de nuevo a la Fig. 8, como se ha mencionado anteriormente, el elemento de formación de imágenes activo DMD 810 procesa la luz de una manera digital, reflejándola en una de dos direcciones. En el estado de apagado, el camino de la reflexión de la luz está destinado a no ver nunca la ubicación con la mezcla química reactiva actínica. Para asegurarse de que la luz dirigida en la dirección de no ver nunca este camino, parte de un sistema de imagen 800 puede incluir un vertedero de luz 830. Este vertedero se incluye de superficies altamente absorbentes que absorben significativamente cualquier luz que incide sobre ellos y sólo se reflejan en profundidades más profundas del propio vertedero. En la realización preferida, como un ejemplo no limitativo, estas superficies incluyen hojas de vidrio de absorción ND como las que se pueden obtener de Hoya Inc. (Tokio, Japón).

La luz que se refleja de elementos de espejo en la posición de "encendido" toma un camino diferente y se dirige hacia los elementos de enfoque 840. Al igual que con las otras ópticas de estos lentes de enfoque de aproximadamente 1 pulgada son componentes estándar que pueden estar disponibles, por ejemplo, a partir de Thorlabs Inc. (Newton NJ EE.UU.). Estos lentes de enfoque 840 centran la luz de estado "encendido" que se emite de la DMD 810 como un objeto en la óptica de formación donde se produce la reacción de luz con la mezcla reactiva de monómero.

En algunas realizaciones, es deseable proporcionar un medio de formación de imágenes y control del estado de la trayectoria óptica directamente, en lugar de inferir de los resultados en lentes producidos. En la realización preferida del aparato óptico litográfico a base de Voxel, se prevé la proporción para esta monitorización directa. Luz que se enfoca sobre la óptica de formación 580, es interceptada con un espejo 850, que se puede cambiar dentro y fuera de la trayectoria del haz. La luz que se dirige de este modo a continuación incide sobre un aparato de formación de imágenes fotográficas detective 860.

Continuando ahora a la Fig. 9, los componentes del aparato de formación 900, inciden en el haz en el área objetiva de la mezcla reactiva. Como se ha mencionado anteriormente, en algunas formas de realización, esta luz se ha centrado en una orientación normal con la superficie de la óptica formadora 930. En la realización ilustrada 900, la luz puede afectar de una manera más o menos vertical a la superficie de la óptica de formación 930. En formas de realización alternativas, un lente puede ser mantenido en su lugar por medio de un anillo de retención u otro dispositivo de sujeción, mostrado como 921, que puede mantener la orientación correcta de dicho lente con respecto a la óptica de formación 930. Desde una perspectiva amplia hay que señalar que la invención incluye numerosas realizaciones relacionadas con el camino que la luz tomará a una base Voxel por Voxel a través de la superficie óptica 930.

Continuando con la Fig. 9, ya que la orientación relativa del depósito y óptica de formación del haz de luz es de importancia, el mecanismo para su ubicación de enclavamiento puede definirse en algunas realizaciones como se demuestra por la interacción de elementos de un miembro de retención de óptica de formación 970, y el depósito para contener la mezcla reactiva de monómero 950. La alineación entre estos dos miembros también proporcionará para el control positivo del centrado del depósito 950 a la superficie de óptica de formación 930. El control de posición también puede ser mejorado en algunas formas de realización con la función de anillo espaciador 951. Este espaciado igualmente controlará el volumen de la mezcla reactiva de monómero que puede añadirse al depósito 950.

Fig. 9 muestra también un aspecto de la realización adicional relacionada con el control de gases ambiente en la zona de la mezcla reactiva de monómero. Dado que en algunas formas de realización, la presencia de oxígeno puede modificar la fotoquímica de los monómeros y actuar como eliminador de radicales libres fotogenerados, en algunas formas de realización tiene que ser excluido del gas que rodea el depósito 950. Esto se logra en la Fig. 9 900 por el recipiente de contención 990. Mediante el flujo de un gas inerte, tal como nitrógeno, a través de 960, el oxígeno puede ser excluido del entorno. En aún otra realización, el nivel de oxígeno puede mantenerse a un nivel mediante el control de su dilución en el gas 960, fluyéndose a través del recipiente de contención 990. Medios estándar, a través del uso de controladores de flujo de masa de gas para conseguir un nivel de dilución constante del oxígeno en el gas 960 son bien conocidos en la técnica e incluyen realizaciones dentro de la invención.

El depósito 950, que contiene la mezcla reactiva, se puede llenar con un volumen apropiado de dicha Mezcla Reactiva. En algunas realizaciones, este relleno podría ser realizado antes de la óptica de formación 930, se

posiciona con respecto al depósito 950. En otras realizaciones, la óptica de formación 930 y el depósito 950, pueden colocarse dentro de un recipiente de contención 990 y se somete a la purga con un flujo de gas 960. El filtrado de la Mezcla Reactiva antes de su uso puede emplearse también. A partir de entonces, un volumen de la Mezcla Reactiva 945, puede cuantitativamente introducirse en el depósito 950.

Puede haber numerosos medios para transferir la Mezcla Reactiva 945, incluyendo llenado a mano, transferencia de líquido cuantitativo por medios automáticos o llenado hasta que un detector de nivel mida el nivel adecuado de Mezcla Reactiva 945 en el depósito 950. De una perspectiva general, puede ser obvio para un experto en la técnica que numerosas formas de realización para la transferencia de una cantidad apropiada de Mezcla Reactiva 945 puede ser práctica, y tales técnicas están bien dentro del alcance de la invención.

En realizaciones en las que el nivel de oxígeno es fundamental para los pasos de procesamiento fotográfico, puede ser evidente que el oxígeno puede estar presente como una especie disuelta en la mezcla reactiva de monómeros 945. En tal realización, se requiere medios para establecer la concentración de oxígeno en la mezcla reactiva de monómero 945. Algunas formas de realización para llevar a cabo esta unión incluyen permitir que la mezcla habite en el entorno gaseoso a través de la cual el gas de purga 960 esté fluyendo. Las realizaciones alternativas pueden incluir la purga de vacío de los gases disueltos en un suministro de la mezcla de monómeros y la reconstitución de una cantidad deseada de oxígeno durante una dispensación de la mezcla a través del intercambio de gas de membrana con el líquido a dispensar. Dentro del alcance de la invención, debe ser evidente que cualquier medio para establecer el gas disuelto necesario en una concentración apropiada es aceptable. Además, en un sentido más general, otros materiales pueden actuar como inhibidores apropiados en presencia o ausencia del oxígeno disuelto. Desde una perspectiva más general, las realizaciones que incluyen un aparato para establecer y mantener un nivel adecuado de inhibidor se prevén en el ámbito de la invención.

Con referencia ahora de nuevo a la Fig. 10, se ilustra una forma ejemplar de una óptica de formación, y su aparato de sujeción y posicionamiento 1000. La estructura que sujeta la óptica de formación puede incluir disco de vidrio plano 1040. La óptica de formación puede ser localizada y fijada por medio de un adhesivo ópticamente coherente 1020 utilizando una plantilla de montaje para asegurar la alineación entre el disco y la óptica de formación. La superficie plana del disco proporciona orientación positiva en la dirección vertical, mientras que una muesca de posicionamiento 1030 y otras superficies planas no ilustradas puede permitir el control de posición radial y horizontal.

Con referencia ahora a la Fig. 11, el disco 1000 se enlaza con el sistema de depósito 1100. Las superficies planas se sientan sobre tres superficies de contacto 1130. Algunas realizaciones pueden incluir adicionalmente un pasador de posición de resorte 1120, el cual se carga positivamente y se coloca a artículo 1030. Dos pasadores de posición estática (no ilustrados) involucran a otras dos superficies planas en el conjunto óptico de formación y la combinación actúa para localizar cinemáticamente el conjunto de óptica de formación, en todos los grados de libertad, lo que garantiza medios repetibles y estables de localización de la óptica de formación en el camino óptico de luz. En algunas realizaciones, un depósito para contención del monómero reactivo 1110 también puede ser incluido. Desde una perspectiva más general, hay numerosas formas de realización, de conformidad con la técnica descrita en este documento, lo cual puede ser obvia para un experto en la técnica de formas de centrar una óptica de formación, a localizar tal óptica en la proximidad de un depósito que contendrá Mezcla Reactiva para localizar una o más de tales funciones en un entorno controlado ambiente.

La óptica de formación 1010 es al menos parcialmente transmisivo a un espectro deseado de la radiación actínica. En consecuencia, varias realizaciones, óptica de formación 1010, pueden incluir, a modo de ejemplo, uno o más de cuarzo, plástico, vidrio, u otro material transmisivo de longitudes de onda de luz operativa para curar una RMM utilizada. Puede observarse además que la forma de la óptica de formación 1010 incluye una de las superficies 1011 con características para ser impartidas en un lente o Precursor de Lente, formado a lo largo de la superficie 1011 a través de polimerización resultante de la radiación actínica de formación que pasa a través de la óptica de formación 1010. Numerosas formas de realización de la forma pueden incluir la técnica de la invención en el presente documento.

Dentro de las diversas realizaciones que se pueden emplear para el diseño y características de una óptica de formación 1010, ejemplos individuales de dichas piezas pueden tener aspectos únicos relacionados, por ejemplo, a su material de partida, la fabricación, la historia de uso y/o otras causas. Estos aspectos pueden o pueden no interactuar con la función general del sistema litográfico de Voxel 500, creando compensaciones únicas ópticas, para el perfil de intensidad de Voxel por Voxel necesario para garantizar la consecución de un objetivo producto final. Por lo tanto, algunas realizaciones pueden emplear medios para condicionar la óptica de formación 1010, mantenerlos y realizar un seguimiento de ellos. A modo de ejemplo, una forma de realización puede ser para codificar una señal de identificación en formato legible a máquina en: la superficie plana de una pieza óptica formando 1040. Realizaciones adicionales podrían incluir, por ejemplo, la fijación de un dispositivo de identificación de radiofrecuencia junto con dicha marca de identificación de la lectura mecánica. Puede haber numerosas otras formas de realización para identificar piezas ópticas de formación individuales 1040, las cuales pueden incluir la intención de esta invención.

El producto de salida del equipo óptico litográfico a base de Voxel 500 puede incluir numerosas formas de

realización. En una realización, como se muestra a 900 un reactivo producto 940 se forma en la superficie de la óptica de formación 930 al mismo tiempo que reside en la mezcla reactiva química residual 945. La acción de eliminar la óptica de formación 930 con el producto reactivo 940, de la mezcla de producto químico 945 puede incluir formas de realización adicionales del aparato. En algunas de tales realizaciones, la óptica de formación 930 y producto reactivo adherido 940 puede ser elevado fuera de la mezcla química 945 bajo la acción de la automatización robótica, por ejemplo.

En algunas realizaciones, un artículo de la fabricación que resulta del proceso discutido puede ser una entidad llamada un Precursor de Lente. El Precursor de Lente se puede adherir a la óptica de formación en el momento de formación. Una representación esquemática 1700 se presenta de lo que se puede incluir en un precursor sin el sustrato o la óptica de formación de que el Precursor de Lente puede adherirse. Esta representación aproximada ilustra, sin embargo, las características clave de un Precursor de Lente. El producto reactivo tiene un componente sólido, que se refiere como una forma de Precursor de Lente, ahora identificado como 1740. En esta realización, la cara adjunta (sin formar la óptica ilustrada) se representa con una superficie óptica como 1750. La Forma de Precursor de Lente 1740 ahora tendrá una superficie 1730 que ha sido definida por el funcionamiento del sistema litográfico a base de Voxel 500. Adherido con esta superficie 1730, es una Mezcla Reactiva de Lente de Fluido 1745. En tales realizaciones, los medios 1745 permanecerán en la óptica de formación, donde pueden estar expuestos a procesamiento adicional tal como se describe en el presente documento.

#### Aparato de eliminación de material capaz de fluir

El Precursor de Lente 1700 que en algunas formas de realización ha sido producido por un sistema óptico litográfico a base de Voxel 500 anteriormente descrito, define una entidad noveda. Un aparato de extracción de material capaz de fluir (a veces conocido como un aparato de capilaridad) es un conjunto de aparato que puede actuar sobre un Precursor de Lente 1700, y se describe en detalle a continuación.

Con referencia ahora a la Fig. 12 1200, se demuestra una representación esquemática de algunos aspectos de una forma de realización de un aparato de eliminación química capaz de fluir. El Precursor de Lente ahora se demuestra adjunto a una óptica de formación 1250, y una placa de alineación 1260 adjunta al mismo. La combinación se demuestra como una realización en la que la superficie del Precursor de Lente se coloca hacia abajo. La Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1240, se moverá bajo una variedad de fuerzas que incluye la de la gravedad. Un capilar de mecha 1210, se sitúa en las proximidades de la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1240, alrededor y en el producto químico fluido que se ha agrupado en un punto bajo a lo largo de la superficie de lente. En una realización preferida, la mecha capilar puede incluir un modelo de efecto de mecha de polímero a partir de un Safecrit, tubo de Microhematocrito Plástico No Tratado Modelo HP8U. A modo de ejemplo alternativo, el capilar también puede incluir vidrio, metal u otro material compatible con los requisitos físicos y químicos/materiales de la eliminación química fluida.

La química fluida 1240, se dibuja en el capilar 1210, y forma un volumen 1241 que se extrae del Precursor de Lente. En una realización, el proceso puede repetirse un número de veces. Después del procesamiento, el Precursor de Lente 1200 se mantiene con una reducida cantidad de Mezcla Reactiva de Lente Fluido adherido a la Forma de Precursor de Lente 1750.

Diversos aspectos de la Mezcla Reactiva de Lente Fluido pueden ser afectados por este procesamiento; incluyendo, por ejemplo, componentes menos viscosos en la Mezcla Reactiva de Lente Fluido puede ser separado y eliminado. Debe ser evidente para los expertos en la técnica que hay muchas opciones diferentes de realización relacionadas con cómo el proceso de eliminación del producto químico puede llevarse a cabo, todo de acuerdo con el alcance de esta invención.

En general, las opciones de realización pueden incluir numerosos diseños físicos para extraer química de la superficie. Un ejemplo de una realización diferente puede ser la actuación de un componente del sistema de vacío 1220 para ayudar en la extracción de Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1240. A modo de ejemplo no limitativo, otra forma de realización puede ser incluir copias redundantes del aparato capilar 1210, desplegado con sus puntos que imitan la forma de la superficie óptica de formación 1250. Además, la eliminación de producto químico se puede realizar con un material de gran superficie, como una esponja, o materiales a nanoescala con gran área de superficie, como ejemplo. La reiteración de un concepto descrito anteriormente, una realización alternativa puede incluir controlar la velocidad de retirada de un Precursor de Lente en una óptica de formación 930, de la Mezcla Reactiva 945. Las fuerzas de tensión de superficie en esta realización pueden incluir una forma de eliminación química, con similitud a un paso de capilar de mecha; y resulta en la reducción de la cantidad de Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710 restante cuando se traduce el Precursor de Lente. A partir de una perspectiva general, las numerosas formas de realización de aparato que podrían realizar la función de eliminación de porciones de la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1240 incluyen la técnica dentro del alcance de la invención.

El componente del sistema de vacío 1220, en la realización preferida, tiene una función alternativa a la que se ha definido previamente. En el procesamiento de múltiples Precursores de Lente, el aparato de eliminación química 1200 llevará a cabo la eliminación química numerosas veces. El componente de sistema de vacío 1220, se puede

usar para limpiar y evacuar el aparato capilar 1210. Una forma de realización diferente puede incluir un disolvente de limpieza fluyéndose a través del aparato capilar 1210, en conjunción con el componente del sistema de vacío 1220.

En general, las formas de realización 1200 representadas en la Fig. 12 ilustran cómo un sistema de eliminación de producto químico podría funcionar, y se centra en detalle y en una vista de primer plano, en los componentes involucrados. En comparación, la Fig. 13 representa una visión más global de algunas formas de realización de un modo de realización de sistema de eliminación química 1300 para ayudar en la descripción tanto del equipo empleado en una realización preferida y algunas alteraciones. Fig. 13 1300 incluye un componente de extracción capilar 1305 y un Precursor de Lente montado en una óptica de formación y la formación de la placa óptica 1306 en una configuración similar y con el Precursor de Lente apuntando directamente hacia abajo.

Con referencia ahora de nuevo a la Fig. 13, puede ser evidente que la colocación del capilar de mecha 1306 puede en realizaciones alternativas encontrarse en una posición fuera del centro del Precursor de Lente óptico de formación 1305, punto central. El Artículo 1330 indica una dimensión única, de una tabla de traducción xy, donde el ajuste se utiliza para compensar el capilar para alineación central óptica de formación. A modo de ejemplo, el 1330 representa una forma de ajuste vernier manual de modo de realización preferido. Sin embargo, puede ser evidente para un experto en la técnica que el ajuste se puede realizar por la automatización que comprende motores de paso por ejemplo; y más generalmente, varios niveles de sofisticación creciente en equipos de automatización para la ubicación de la tabla de traducción XY se debería prever dentro de esta invención. A partir de un nivel aún más alto de generalización, y para simplificar la siguiente discusión, se puede suponer que cualquier capacidad de movimiento en el aparato puede tener la misma libertad de posibilidades de realización.

Artículo 1320, un aparato de sujeción de óptica de formación, incluye un aparato para sujetar flexiblemente una óptica de formación en un lugar firme deseado. La pieza óptica de formación, como se representa en 1000 en la discusión anterior puede emplear esquemas de localización similares a cuando se encuentra en el aparato litográfico a base de Voxel 500 en esta realización. Las realizaciones alternativas pueden permitir la transferencia del aparato de sujeción óptica de formación 1000 bajo medios automatizados. Debe ser evidente que numerosas alternativas en modales, de la celebración de la óptica de formación y de bloqueo en un lugar apropiado en un aparato de eliminación química fluida incluyen aspectos consistentes de la presente invención.

La discusión hasta ahora ha representado en general formas de realización con el eje de la óptica de formación situada de tal manera que es perpendicular a un plano horizontal y en la dirección de las fuerzas gravitacionales. Las realizaciones alternativas pueden permitir una rotación del eje en un ángulo de esta orientación perpendicular. Artículo 1350 incluye medios de ajuste para alterar el ángulo que el eje óptico de formación hace con la gravedad. El efecto fundamental de este cambio sería que la materia fluida 1710 en el Precursor Lente tenderá a agrupar en un lugar fuera del centro del centro óptico de formación. En algunas realizaciones puede haber ventajas para la elaboración de los medios fluidos en un lugar fuera del centro.

Una serie de artículos que se indican en la Fig. 13 se refieren a la ubicación de una manera vertical de aparatos de mecha capilares 1306 a los medios fluidos en el Precursor de Lente. Por ejemplo, 1340 puede incluir un ajuste bruto o aproximado de esta dimensión, moviendo la etapa colocada en el capilar de mecha 1306 a lo largo del eje vertical. Además, 1345 incluye un ajuste de nivel fino para la misma posibilidad de movimiento. Es equivalentemente posible ajustar la óptica de formación de fase de montaje 1310 en relación con el aparato de efecto de mecha capilar 1306 a lo largo del mismo eje. Artículo 1370 incluye un aparato de ajuste fino para este propósito.

Para el propósito de mover la mecha capilar en diferentes orientaciones 1360 incluye un dispositivo de movimiento rotatorio. Por ejemplo, una realización de este tipo puede permitir capacidad simplificada y automatizada para cambiar el dispositivo de mecha 1306.

Como se ha mencionado, puede haber numerosas realizaciones que se refieren a la automatización de los movimientos entre los diversos componentes del aparato de eliminación química fluida 1300. Además, sin embargo, es totalmente dentro del alcance de la invención para formas de realización alternativas para incluir mediciones ópticas para controlar el proceso de eliminación de química. Formas de realización alternativas adicionales para dicho seguimiento puede incluir, por ejemplo, sensores de nivel de líquido de diversos tipos. A modo de generalización, puede ser obvio para un experto en la técnica que el proceso de eliminación controlada parcial de una mezcla química fluida de un soporte sólido puede requerir numerosos aparatos de detección y de metrología.

El espíritu de las realizaciones relacionado al aparato para eliminación química reactiva de lente fluente incluye métodos y aparatos para la eliminación de una porción de la química 1710 de la superficie de la Forma de Precursor de Lente 1730. Puede ser evidente para un experto en la técnica, que los pasos de limpieza química puede incluir formas de realización con opciones de limpieza más agresivas. A través del uso de técnicas de limpieza estándar de la industria, la química reactiva de lente fluido 1710 se puede retirar en parte o casi totalmente. Por definición, el aparato con tal acción de limpieza sería convertir el Precursor de Lente 1700 en una forma diferente. Sin embargo, en algunas realizaciones, puede ser posible reconstituir un Precursor de Lente después de dicha técnica de limpieza de lente mediante la aplicación de una Mezcla Reactiva hacia atrás de la superficie de Forma de Precursor de Lente 1730, tal como, por ejemplo a través de la deposición, pulverización, de chorro de tinta o efecto de mecha.

Otras realizaciones de la eliminación química no pueden utilizar un equipo externo a una forma de Precursor de Lente 1740. Por otra parte, dado que la Forma de Precursor de Lente 1740, podrán definirse por numerosas realizaciones, hay diseños de una Forma de Precursor de Lente que puede incluir depresiones o canales topográficos (Artículo 440 de la Fig. 4400 incluye algunos ejemplos de realización de tales características y se discute en otras secciones de este documento) en ciertos lugares de la Forma de Precursor de Lente 1740. Al guiar la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710 en los canales de una reducción en la cantidad de la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710 "encendido", la Forma de Precursor de Lente 1740 puede obtenerse e incluir dicha realización alternativa de la eliminación química. En general, puede ser obvio que en las realizaciones de este tipo, la forma real de las características del relieve topográficas para funcionar de esta manera puede variar y generarse en una superficie de forma libre.

#### Aparato de Estabilización y Fijación

El Precursor de Lente 1700 incluye una base para formas de realización adicionales del aparato para la formación personalizada de un lente oftálmico. La capa de fluidez del Precursor de Lente, que se muestra en la representación de una forma de realización como capa 1710 proporciona nuevas maneras para formar una superficie de lente oftálmico de calidad óptica. Cuando un Precursor de Lente se coloca de pie, los medios fluidos pueden moverse a través del tiempo. Bajo ciertas condiciones, por ejemplo, el período de tiempo la capa fluida puede extenderse bajo las fuerzas de la gravedad y de la superficie para alcanzar una entidad estable. La superficie de Mezcla Reactiva de Lente Fluido estabilizado 1710, puede representarse por 1720. En determinadas formas de realización, una superficie resultante 1720, puede incluir una superficie ópticamente superior en comparación a la superficie 1730 de la Forma de Precursor de Lente 1740. Numerosos aparatos pueden proporcionar la la capacidad funcional para estabilizar la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710.

Procediendo ahora a la Fig. 14, un aparato de estabilización 1400 en una forma de realización preferida se representa. Un aspecto permite que el sistema de flujo a ser aislado de movimientos o energía vibratoria. Esto se logra en 1400 con el componente 1450. Una tabla relativamente masiva 1450 puede ser apoyada en un sistema de aislamiento de vibraciones 1440. A medida que la fuerza de la gravedad también se emplea en tales realizaciones, se puede preferir para la mesa masiva 1450 a tener una superficie plana que esté nivelada. Un Precursor de Lente 1410 se puede unir a un soporte óptico de formación 1430 que puede estar unido con un dispositivo de sujeción 1451. En algunas realizaciones, un equipo de cronometraje automatizado puede ser utilizado para controlar una cantidad mínima de tiempo para los medios fluidos para lograr un estado relativamente estable.

En algunas realizaciones, el aparato utilizado para la estabilización incluye componentes adjuntos que permiten la exposición del Precursor de lente a una etapa de irradiación actínica para el propósito de fijar el Precursor de Lente 1700 en un lente oftálmico formado. En algunas realizaciones, la radiación de fijación provoca reacciones fotoquímicas que ocurren sólo en la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710. En realizaciones alternativas, otras partes de un Precursor de Lente, tal como, por ejemplo, una Forma de Precursor de Lente 1740, puede pasar por uno o más cambios químicos bajo la radiación de fijación. Otras realizaciones que constituyen variaciones en función de la naturaleza de los materiales que comprende el Precursor de Lente pueden ser obvias para un experto como consistentes en la actual invención.

En 1400, la fuente de radiación de fijación está identificada como 1460. A modo de ejemplo, una fuente de luz similar a la discutida anteriormente en el contexto de Voxel - se puede emplear el sistema óptico litográfico 520. Por ejemplo, en algunas realizaciones, una fuente de luz AccuCure ULM-2-420 con el regulador de la luz de Digital Lab Inc. (Knoxville, TN EE.UU.) 1460 puede constituir una fuente aceptable de radiación de fijación 1461. Después de que los parámetros adecuados se llevan a cabo para la estabilización, el controlador para la fijación de fuente de luz 1460 se conmuta a una posición en la exposición de Precursor de Lente y sus alrededores a la radiación de fijación 1461, y la formación de un lente oftálmico de una forma de realización. Desde una perspectiva general, puede haber numerosas realizaciones relativas a la estabilización o de otra manera mover la Mezcla Reactiva de Lente Fluido a través de la superficie de la Forma de Precursor de Lente 1730 y luego de alguna manera la irradiación con radiación de fijación.

A modo de ejemplo, algunas realizaciones alternativas para el procesamiento en el aparato de fijación puede incluir una Forma de Precursor de Lente donde material fluido puede haber sido lavado en un sistema de lavado. Al poder incluir esta Forma de Precursor de Lente en una forma fija puede incluir un lente de ciertas características en su propio derecho, está dentro del alcance de la invención de prever formas de realización que implican el uso del aparato de fijación de una manera que no requiere el aparato de estabilización per se. En un sentido más general, la invención puede anticipar numerosas realizaciones de los materiales y las formas en que el aparato de fijación puede fijar materiales que no requieren un flujo previo que fluye de un material fluido sobre la superficie a ser fijada.

A título de ejemplo, una Forma de Precursor de Lente que se ha formado con el sistema óptico litográfico a base de Voxel y tiene Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710 lavada todavía puede incluir un modo de realización donde el aparato de fijación es capaz de fijar el Precursor de Lente en un lente.

Un conjunto de realizaciones incluye maneras alternativas para causar el movimiento de Mezcla Reactiva de Lente

Fluido 1710. A modo de ejemplo, en algunas realizaciones, agitando una superficie de Precursor de Lente incluyendo Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710 puede permitir el movimiento de la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710. Además, por ejemplo, puede ser deseable en algunas realizaciones hacer girar un Precursor de Lente alrededor de un eje central en una forma de centrifugación común a procesado de lámina.

Aún otras realizaciones pueden incluir la minimización de la fuerza gravitacional experimentada por la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710 por medio de dejar caer el Precursor de Lente 1410 de una manera controlada a lo largo de una cierta distancia. Formas de realización adicionales pueden alterar el efecto de gravedad, cambiando el nivel de la superficie 1450 en la que el Precursor de Lente 1410, óptica de formación 1420, y sujetador 1430, se dejan descansar. Con un nivel de superficie diferente, las fuerzas sobre la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710 en la región óptica central puede variar y causar movimiento.

En otro aspecto, algunas realizaciones pueden incluir cambios químicos o físicos a la Mezcla Reactiva de Lente Fluido 1710. A título de ejemplo, una realización alternativa puede incluir la introducción de un material disolvente en y alrededor de la química reactiva fluida de tal manera para cambiar su naturaleza fluida. Además, dicho material añadido puede efectuar las propiedades de energía superficial de los componentes en el sistema de Precursor de Lente 1700. Las propiedades de la química reactiva fluida 1710 pueden alterarse parcialmente a través del uso de la irradiación de fijación 1461, para alterar la naturaleza fluida de una manera que es distinta de la fijación. Numerosas realizaciones alternativas de carácter general relativas a las propiedades cambiantes del sistema químico fluido pueden ser anticipadas por la naturaleza de esta invención.

A un nivel significativamente fundamental, la naturaleza de la mezcla química reactiva 945 puede interactuar con las diversas realizaciones de un aparato para permitir diferentes resultados. Debería ser evidente que la naturaleza del aparato estabilización y fijación 1400 y variación en las realizaciones que se derivan de cambiar los componentes de química fundamental en la mezcla química reactiva incluyen realizaciones dentro del alcance de la invención. A modo de ejemplo, esto podría incluir, por ejemplo, cambios en la longitud de onda empleada para la fijación, la radiación y puede introducir realizaciones del aparato que tienen flexibilidad en dicha longitud de onda de radiación de fijación.

A medida que los materiales del Precursor de Lente pueden incluir parte de un lente diseñado, puede ser evidente para un experto en la técnica que los controles ambientales en el aparato de estabilización y fijación incluyen aspectos importantes de realización. Por ejemplo, el control de la materia en partículas con, por ejemplo, el flujo de aire filtrado HEPA puede incluir una forma de realización de control ambiental. A medida que los medios fluidos sigue siendo sensible a la radiación actínica, los controles de la luz parásita que entran en el medio ambiente incluyen opciones de realización adicionales. A su vez, la humedad y otros contaminantes gaseosos pueden afectar la calidad del lente y el control de estas condiciones ambientales pueden incluir realizaciones alternativas. Los numerosos aspectos de control ambiental que pueden ser evidente para un experto en la técnica incluyen la técnica dentro del alcance de esta invención.

El producto de tratamiento de un Precursor de Lente de alguna forma de realización con el aparato de estabilización y fijación pueden incluir dispositivos que son similares a o formas de lentes oftálmicos. En muchos sentidos este material tiene características que se relacionan directamente con un lente oftálmico final, hidratado. Sin embargo, muchas realizaciones después de la estabilización del lente y la fijación crean una entidad, aún en la óptica de formación y soporte 1430, que en la forma no hidratada puede ser objeto de diversas formas de metrología.

#### Aparato de metrología

Continuando con la Fig. 15, una representación de una realización de un aparato de metrología capaz de medir las características ópticas y materiales. Puede ser obvio que la metrología puede ser posible con los dos lentes "secos", como sería el resultado tras su procesamiento, a los aparatos de fijación antes mencionados 1400; y con lentes hidratados. Esta realización, sin embargo, se centra en la metrología de lentes secos que deseablemente todavía están fijados a la óptica de formación. Haciendo referencia a la Fig. 15, el lente seco 1520, sigue siendo fijado a la óptica de formación 1530 y sus componentes de sujeción adecuados 1540. Por ejemplo, este componente de sujeción 1540, se fija a un par de montajes 1550 y 1560, los cuales juntos permiten controlar el movimiento de rotación del lente alrededor de un eje central.

En algunas realizaciones, la interacción de la luz láser 1515, a partir de un sensor de desplazamiento láser 1510 tal como el fabricado por Keyence (Osaka, Japón) modelo LT-9030, con la superficie de la muestra de lente 1520 ocurre en el momento en que la óptica 1530 de formación de muestra 1520 y la abrazadera de sujeción 1540 giran en sentido axial. Un servomotor rotatorio 1570, impulsa una etapa cinemática de cojinete rotatorio sobre el que se asienta el conjunto de la muestra. Para la estabilidad de la rotación, el centro de masa del conjunto de muestra de lente se fija, en algunas realizaciones, tan cerca del punto central como sea posible. A medida que gira la etapa, el sensor de desplazamiento láser 1510, mide el desplazamiento de múltiples puntos a lo largo de los anillos axiales de la superficie de lente 1520. Después de que la etapa gira una vuelta completa, el sensor de desplazamiento 1510 se mueve azimutalmente. Cada movimiento crea de nuevo el perfil circular alrededor de la superficie de lente. El

proceso en esta realización se repite hasta que toda la superficie de lente se ha perfilado. Por la medición de una óptica de formación particular 1530 sin la muestra de lente 1520, la ubicación de superficie de la óptica de formación se puede obtener en un formato de notación esférico equivalente. Restando este resultado del resultado con el lente en los resultados de óptica en un mapeo de espesor del producto de lente. Una vez más, la identificación única de una óptica de formación en una forma de realización para el aparato, a través de una RFID adjunta o a través de algún otro medio, puede incluir otro modo de realización del aparato.

En algunas realizaciones de este tipo, un desplazamiento de vibración libre de la superficie de la muestra 1520 en relación con el sensor 1510 puede incluir un error significativo en la medición de desplazamiento obtenida por el sistema. Por lo tanto, la amortiguación de vibración y el aislamiento pueden ser incluidos. Por consiguiente, en algunas realizaciones, una mesa de soporte masivo 1580 sentada sobre montajes de aislamiento de vibración 1590 se puede utilizar para minimizar los efectos de vibración. Algunas formas de realización pueden ser menos sensibles al ruido de vibración que otros; Sin embargo, en general diversos métodos de reducir al mínimo modos de transferencia de energía de vibración en el ambiente en torno a las diversas formas de detectores y el aparato de ubicación de la muestra incluye realizaciones dentro del alcance de la invención. Otras realizaciones pueden emplear diferentes sistemas de medición, en algunos casos, además del primera sensor de desplazamiento láser descrito, para extraer características del lente. A modo de ejemplo no limitativo, un sensor de frente de onda Shack Hartmann disponible de Thorlabs Inc (Newton, NJ, EE.UU.), también se puede usar en algunas formas de realización para determinar el espesor del cuerpo de lente formado.

Desde una perspectiva general, puede haber una significativa diversidad en dispositivos de metrología que se prevén dentro del alcance de esta invención, incluyendo en parte y, por ejemplo, técnicas para caracterizar el índice de refracción, la absorción de la radiación; y la densidad. Aspectos relativos a los controles ambientales también pueden ser previsible, incluso, por ejemplo, detección de partículas. Estas diversas técnicas pueden encontrarse en el mismo entorno y ubicación que el dispositivo de metrología ejemplar de 1500, o en realizaciones alternativas pueden incluir ubicaciones adicionales dentro o fuera del entorno del sistema generalizado.

Recogida, almacenamiento y comunicación de la metrología y datos logísticos relacionados con las muestras y los componentes particulares utilizados en la producción de muestras particulares incluyen un principio de forma de realización general de la invención. Estos diversos datos pueden ser útiles en el establecimiento de bucles de retroalimentación para el control de las características del lente. En un modo de realización ejemplar y preferida, la salida desde el aparato de metrología a base de sensor de desplazamiento láser 1500 para una muestra de lente 1520 se registra y se almacena en el sistema de computación. La pieza óptica de formación individual, en una realización 1530, puede haber tenido metrología de desplazamiento láser similar realizada en ella antes de ser utilizada en la producción de dicha muestra 1520. A través del uso del sistema de cálculo de datos de los datos de desplazamiento se pueden procesar de alguna manera para generar una representación del espesor de la muestra de lente así producida.

Dentro del sistema de computación en un modelo deseado para la muestra de lente, útil a la hora de proporcionar puntos de partida del parámetro de inicio para los distintos componentes en el sistema de fabricación de lentes, puede compararse con la manipulación de los datos de desplazamiento para la muestra 1520, y la óptica de formación 1530. En algunas realizaciones, varios puntos de ubicación en un modelo pueden ser mapeados o correlacionados de nuevo a los componentes individuales del sistema de formación de imágenes; en la realización preferida, un elemento particular de Voxel en el sistema óptico litográfico a base de Voxel. Mediante el ajuste de los parámetros para aquel Voxel, un próximo lente o muestra de Precursor de Lente puede ser producido con rendimiento ajustado en comparación con la muestra anterior. Dentro de las numerosas formas de realización de la metrología y los diversos algoritmos y aparato de cálculo, debería haber claridad para un experto en la técnica que muchas realizaciones alternativas de obtención, procesamiento, modelado, retroalimentación, y comunicación de datos incluyen elementos dentro del alcance de esta invención.

En algunas realizaciones, los datos de metrología de un sistema en particular con respecto al espesor de una muestra de lente producido 1520 pueden ser mejorados mediante el uso de características de alineación diseñadas en el perfil de una Forma de Precursor de Lente 1720. En el ejemplo de la Fig. 4, 400, metrología de espesor obtenida de una manera similar a la descrita anteriormente se obtuvo. Otras discusiones de este 400 se harán en otro lugar en esta descripción; pero para el uso de la comprensión de una realización de alineación, el 440 puede ser considerado. Artículo 440 puede incluir un rebaje de perfil relativamente profundo en la superficie de una muestra de lente 1520. El diseño de una característica de este tipo puede ser útil en la orientación de numerosos pasos de procesamiento en el aparato. En una realización, la señal relacionada con 400 se puede extraer o reconocer por un algoritmo o manipulación de los datos metrológicos. Tal extracción de este tipo puede ser útil en la localización de las porciones de los diversos aparatos que están próximas a o proporcionan un procesamiento en una ubicación relativa a la característica de alineación 440. Puede ser evidente para un experto en la técnica que numerosas realizaciones diferentes de alineación incluyen el uso de materiales de marcado y diseños de características de perfil entre otras son posibles e incluyen la técnica dentro del alcance de esta invención.

El uso de datos de metrología producidos por un sistema de metrología 1500 por algunas formas de realización alternativas puede utilizar estos datos para fines de diagnóstico y control de todo el sistema de producción de lentes



oftálmicos o de sus distintos aparatos. A modo de ejemplo no limitativo, el almacenamiento de la medición antes mencionada de una óptica de formación 1530, puede resultar en una historia de tales mediciones. A través de cálculo alternativo y procesamiento algorítmico, las características de la superficie podrían ser comparadas a lo largo del tiempo y los cambios en esas características, ya sea de una manera abrupta o constante podrían ser utilizados para indicar una necesidad de la intervención de diagnóstico de algún tipo. Un ejemplo, dentro de las muchas posibles causas de este cambio de señal, podría incluir que una óptica de formación haya recibido un rayado de superficie de algún tipo en su superficie. En realizaciones adicionales, algoritmos de control de procesos con base estadística podrían utilizarse tanto para establecer los límites aceptables sobre resultados metrológicos obtenidos y para marcar en un sentido automatizado un cambio válido de medida. Aún otras formas de realización adicionales pueden proporcionar medios para la automatización en el sistema de reaccionar ante estas marcas en un medio automatizado. Sin embargo, desde una perspectiva general, el alcance de la invención anticipa estas y otras numerosas formas de realización de la utilización de los datos de metrología de, por ejemplo, un sistema 1500, para diagnosticar y controlar el sistema global.

Las formas de realización para el aparato de metrología discutido hasta ahora pueden referirse generalmente a la metrología en una muestra de lente "seca" 1520 o su óptica de formación 1530. Desde una perspectiva más general, sin embargo, formas de realización similares o adicionales de metrología pueden derivar de medición de las características de otras formas en el sistema total. A modo de ejemplo no limitativo, el lente "seco" puede, en algunas formas de realización continuar el procesamiento e hidratarse. La metrología en tal muestra recién definida 1520, podría incluir un ejemplo de la discusión más general de realización. Un ejemplo adicional podría incluir la realización de la metrología en una muestra de Precursor de Lente 1700. Por lo tanto, en un sentido general, hay numerosas formas de realización que se prevén en el alcance de la invención para llevar a cabo la metrología en las diversas formas de material utilizadas en el procesamiento o generación de un producto en un sistema de producción de lente oftálmico de este tipo.

#### Aparato de Hidratación y Remoción

Otra subsección del aparato para la producción de un lente oftálmico incluye las etapas de retirada de un lente o Precursor de Lente de su óptica de formación, limpiándolo e hidratándolo. En algunas realizaciones, estos pasos se pueden realizar esencialmente simultáneamente. Procediendo a la Fig. 16 1600 una forma de realización del aparato para llevar a cabo estos pasos, a la que se refiere como aparato de hidratación por simplicidad, se representa. El aparato comprende un recipiente para la contención del fluido de hidratación 1610. Un baño de fluido 1620, en el que un lente 1630 y el soporte de óptica de formación 1640 están inmersos y una unidad de control térmico 1650, para mantener el baño a una temperatura constante.

En una realización preferida, el baño fluido 1620 incluye agua desionizada (DI) en la que se ha añadido un surfactante. Hay numerosas formas de realización de este baño que se practican en la técnica y son coherentes con el alcance de esta invención. En una realización alternativa, el baño de fluido 1620 incluye una mezcla de alcohol orgánico, a veces en una mezcla con agua desionizada y un agente tensioactivo. Por lo tanto, algunas realizaciones del recipiente 110 pueden incluir materiales que son consistentes con la contención de un volumen de agua o alcoholes orgánicos y también la transmisión de energía térmica entre una unidad de control de temperatura 1650 y el baño de fluido 1620. Desde una perspectiva de generalidad, puede haber numerosas formas de realización alternativas que comprenden materiales de recipientes, diseños de recipientes y medios de llenado y vaciado de los recipientes que caen dentro del alcance de la hidratación y la limpieza de un lente e incluyen formas de realización de esta técnica de la invención.

En algunas realizaciones, la temperatura del baño es elevada para acelerar la operación de hidratación, la limpieza y eliminación. En una de tales formas de realización, la temperatura puede ser mantenida por la presencia de una placa caliente con un aparato de detección interno 1650. Formas de realización más avanzadas pueden incluir formas alternativas para calentar el fluido que incluye la irradiación alternativa y materiales y aparatos conductores. Y, realizaciones adicionales pueden incluir diferentes maneras para monitorear la temperatura del baño y el control dentro de una zona de temperatura. Una forma de realización aún más avanzada podría incluir la capacidad de variar o programar la temperatura del baño de fluido en el tiempo. Puede ser obvio para un experto en la técnica que numerosas formas de realización existen para controlar la temperatura de hidratación del baño que incluyen realizaciones dentro del alcance de esta invención.

A medida que procede la exposición del lente 1630 y la óptica de formación 1640 al baño fluido y se hidrata el lente, en algunas formas de realización el cuerpo del lente se agrandará y acabará desprendiéndose de la óptica de formación 1640. Por lo tanto algunas realizaciones pueden incluir medios de agarrar el lente separado para su montaje en medios de almacenamiento y embalaje apropiados. Otras realizaciones pueden incluir, localizar y recoger el lente separado de los medios de baño de fluido 1620. Alternativamente, formas de realización pueden proporcionar la capacidad de forzar dichos medios de baño de fluido 1620 durante un proceso de desagüe para aislar un lente del fluido.

Desde una perspectiva general, numerosas maneras de localizar un lente y manejarlo en un medio de

almacenamiento incluyen realizaciones consistentes dentro del alcance de esta invención.

5 Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, un lente en una forma hinchada puede incluir características ópticas que más coinciden con el rendimiento de lente cuando el lente es usado por un paciente. Por lo tanto, en algunas realizaciones, una o más etapas de metrología se pueden realizar en el lente hinchado. Tales realizaciones pueden incluir aspectos similares de retroalimentación, control y diagnóstico como se ha discutido con otras medidas de metrología y realizaciones todavía adicionales pueden ser evidentes para un experto que se derivan del agrandamiento del lente en el aparato de hidratación.

10 Estas subsecciones incluyen las cinco subsecciones principales en esta invención de un aparato para la formación de un Precursor de Lente oftálmico en una forma de realización preferida, cada uno tiene su propia forma de realización para definir el aparato. Sin embargo, puede ser evidente que, ya que cada subsección del aparato puede contener numerosas realizaciones alternativas, incluso a un nivel más alto hay alternativas que puedan existir que, o bien tienen una organización diferente de las subsecciones o alternativamente puede tener una o más subsecciones omitidas

### Métodos

20 La metodología descrita en esta divulgación esencialmente puede incluir cinco grandes subsecciones, y por lo tanto, la discusión de algunas realizaciones de los métodos será organizada en discusiones lógicas a nivel de la subsección. Las subsecciones son la metodología relativa a la producción de Precursores de Lente litográficos a base de Voxel, una metodología más generalizada de producción de Precursores de Lente, la metodología diversa de procesamiento de Precursores de Lente, el procesamiento posterior de lentes y los Precursores de Lente, y la metodología de la metrología y la retroalimentación entre las distintas secciones. Cabe señalar que los siguientes pasos y descripción de la metodología son ejemplares y no están destinados a limitar el alcance de la invención tal como se presenta o se expone en las reivindicaciones adjuntas.

30 Hay formas de realización de la metodología que incluyen todas las subsecciones o un subconjunto de las mismas, así, en consecuencia, el orden y la inclusión de una o más etapas del método descrito no limita la invención. Haciendo referencia a la Fig. 1, bloques subseccionales de metodología 100 se identifican, e incluyen: una metodología litográfica a base de voxel 110; metodología de formación alternativa 120; metodología de procesamiento de Precursor de Lente 130; metodología de post procesamiento 140; y la metrología y la metodología de retroalimentación 150. En la Fig. 1, dos entidades se identifican en las características en forma ovalada; son el Precursor de Lente, artículo 160; y el lente oftálmico como elemento 170. Las flechas con un único flujo pueden incluir la dirección general que algunas realizaciones pueden tomar, y las flechas con dos cabezas representan que algunos o todos los materiales, datos e información pueden fluir desde las diversas secciones metodológicas a y de la sección para la medición de núcleo y de realimentación.

### Metodologías litográficas a base de Voxel

45 Los métodos de producción de Precursores de Lente. de aparatos litográficos a base de voxel incluyen numerosas realizaciones relacionadas con las numerosas formas de realización de aparato, así como numerosos métodos para utilizar estas realizaciones del aparato en el procesamiento de los Precursores de Lente. Haciendo referencia a la Fig. 1, artículo 110, los métodos de litografía a base de voxel, hay un paso inicial demostrado como cuadro 115, que puede incluir el paso inicial en la fabricación de un lente de este sistema. Parámetros de lente deseados pueden ingresarse en un cálculo algorítmico. En algunas formas de realización estos parámetros pueden haberse obtenido mediante la medición de aberraciones ópticas en las superficies ópticas de un paciente oftálmico. Estas mediciones se pueden convertir en las características de frente de onda del lente que pueden ser ingresadas en el algoritmo para determinar los parámetros de producción del lente. Puede ser obvio para un experto en la técnica que puede haber numerosas realizaciones del método en relación con la etapa inicial de definición de las características de lente de salida deseadas.

55 Continuando con el artículo 115, un algoritmo toma los parámetros de entrada arriba mencionados, y en algunas realizaciones correlaciona los parámetros a lentes producidos previamente. Una serie de "cuadros" puede ahora determinarse para la "película" de exposición o guión que se comunicará al modulador espacial de luz. Puede ser evidente que puede haber una multitud de formas de realización relacionadas con la metodología que define el tratamiento algorítmico de los parámetros requeridos que se introducen en un algoritmo.

60 De una manera similar, puede haber numerosas metodologías que se pueden utilizar para convertir una producción algorítmica para un elemento voxel particular en el perfil de reflexión de luz planificado en un tiempo, que incluiría el guión "DMD". A modo de ejemplo, el valor de la intensidad total deseada por el algoritmo puede ser entregado a un lugar voxel en la mezcla reactiva como una serie de pasos de tiempo en los que la intensidad de entrada de los sistemas de iluminación de luz se refleja durante todo el tiempo. La intensidad integrada de estos pasos completos

de "encendido" puede a continuación complementarse por otro paso de tiempo, donde un valor parcial es escrito al elemento de espejo y por lo tanto el espejo tiene un nivel de "encendido" de ciclo de trabajo inferior a encendido pleno, durante los pasos de tiempo restantes que serán expuestos a la mezcla reactiva como un todo, este elemento de voxel particular podría entonces mantenerse "apagado" durante la duración restante. Una metodología alternativa puede incluir, tomando el valor medio de intensidad para el número de pasos o "marcos" que será entregado y utilizando este valor para ajustar el grueso de los valores de cuadro que se envían a la DMD. Puede ser evidente para un experto en la técnica, que la generalidad de moduladores de luz espaciales discutidos en la discusión anterior de aparato, también tiene realizaciones de metodología que se correlaciona con la intención de crear este control de intensidad y de exposición de tiempo.

Mientras que los métodos descritos anteriormente son ejemplos dados relacionados con la modulación de intensidad fija aplicada al dispositivo de iluminación espacial a través de la acción del dispositivo de iluminación espacial, metodologías más avanzadas pueden derivarse si la intensidad de la fuente de luz es modulada ya sea en la fuente o en el sistema óptico con filtración de luz. Otras realizaciones pueden derivarse de la combinación del control de intensidad tanto en los componentes del sistema de iluminación y en el modulador de iluminación espacial. Aún más realizaciones pueden derivarse del control de la longitud de onda de la iluminación.

El método de formación del guión "DMD", que a partir de un sentido general debe considerarse que se refieren a las señales de control a cualquier modulador espacial de luz de cualquier tamaño y también a las señales de control de cualquier componente del sistema, como por ejemplo la fuente de luz, la rueda de filtro y similares, pueden, por tanto, en general incluir la creación de una serie de secuencias de instrucciones programadas en el tiempo. Puede ser obvio para un experto en la técnica, que hay numerosas formas de realización relacionadas con el método de creación de un programa de señal de control que abarcan las muchas formas de realización de los detalles de la radiación actínica, de los detalles del sistema óptico empleado y de los detalles de los materiales que comprende la mezcla reactiva de monómero.

Se puede dar cuenta de que los detalles del guión "DMD" y los algoritmos pueden tener relación con los resultados obtenidos después de la transformación. La retroalimentación de los parámetros críticos se discutirán más tarde, y tal discusión detallada de este modo diferido. Sin embargo, en términos del método de creación de un guión DMD, como se muestra en la casilla 115, las flechas de doble cabeza que apuntan hacia y desde la metodología de la litografía a base de voxel y la retroalimentación y metodología de la metrología se refiere en parte a un papel en este intercambio de información en los métodos para crear una secuencia de comandos DMD.

Otra entrada en la metodología de la formación de los Precursores de Lente, se incluye por los diferentes métodos en la formulación y preparación de una mezcla reactiva para el sistema. En Fig. 1, artículo 111 es una representación de caja de las distintas metodologías incluidas en la mezcla reactiva. Puede ser evidente para un experto en la técnica que las realizaciones del aparato discutidas como dentro del alcance de esta invención, incluyen un alto grado de flexibilidad en cuanto al tipo de maquillaje y de los componentes dentro de la mezcla reactiva y que se prevé como parte de la invención, que la abundancia de formas de realización de la mezcla reactiva, el elemento incluye el alcance de la invención.

Sin pérdida de generalidad, por ejemplo, los componentes químicos en calidad de unidades de monómero en la mezcla reactiva pueden incluir productos químicos que son fotorreactivos a luz en el espectro ultravioleta, como se ha descrito en algunas de las realizaciones. Sin embargo, estas moléculas de monómero podrían igualmente ser elegidas de manera que se absorbe fotoreactivamente la radiación en el espectro visible. Los componentes dentro del sistema pueden asimismo ser adaptados para la consistencia a otra parte del espectro electromagnético. Por lo tanto, se puede entender, que la metodología de los materiales en relación con esta invención puede incluir moléculas sensibles a la radiación actínica a través de una gran parte del espectro electromagnético.

En algunas formas de realización, la mezcla de monómeros es en realidad una mezcla de uno o más tipos de monómeros actínicamente reactivos que también se mezcla con otros componentes químicos. Por razón de ejemplo no limitativo, otros productos químicos pueden ser incluidos como compuestos absorbentes. Tal aditivo a la mezcla de monómero puede ser, por ejemplo, importante en formas de realización que operan la litografía a base de voxel de tal manera que la intensidad de la radiación actínica a lo largo de la trayectoria definida por un elemento voxel puede ser modelada por la Ley de Beer-Lambert-Bouguer. Este componente puede definir en gran medida la sensibilidad de espesor del proceso de formación dentro del elemento de voxel. Puede ser obvio para un experto en la técnica que una cantidad abundante de formas de realización puede incluir técnica dentro del alcance de esta invención para añadir un componente de la mezcla de monómeros que absorbe la luz dentro de una región espectral correspondiente.

En otras formas de realización, el componente de absorción de la mezcla de monómero puede incluir la complejidad adicional a la que se acaba de exponer. Por ejemplo, puede estar dentro del alcance de esta invención para un método de definir el componente absorbedor para ser incluido de múltiples moléculas que absorben la luz en diferentes maneras. Las realizaciones adicionales pueden derivar de los elementos de absorción de compuestos de moléculas que tienen bandas de absorción múltiples y relevantes, a sí mismos. Otras realizaciones adicionales de la metodología pueden incluir la adición de componentes a la mezcla de monómeros que tienen un monómero

combinado y el papel absorbente. Esta función combinada a su vez puede en algunas realizaciones también permitir un papel continuo de absorbencia incluso después de que un monómero se someta a reacción química. Y, el caso contrario puede incluir formas de realización del método, donde se añaden los productos químicos que tienen la característica de absorción alterada cuando se producen reacciones actínicas. Desde una perspectiva general, puede estar claro que muchas realizaciones de la metodología comprenden una mezcla reactiva de monómeros con un componente para absorber radiación en una o más bandas espectrales relevantes pueden estar dentro del alcance de la invención.

Las realizaciones adicionales pueden resultar, si la adición de un componente inhibidor es incluido en el método de preparación de una mezcla de monómeros. En este sentido, un inhibidor compuesto tendría un papel en la reacción con un producto químico que se ha formado en la mezcla reactiva de monómero. En algunas realizaciones, la absorción de la radiación actínica puede generar una o más especies químicas de radicales libres. Un inhibidor puede actuar en reacción con las especies de radicales libres, y por lo tanto, poner fin a una ruta de polimerización de reacciones. Un efecto de dicha forma de realización sería la de limitar la duración de una polimerización fotoquímica de reacción, o de otra manera limitar la distancia que una reacción de polimerización puede ocurrir lejos del evento original iniciador de fotoabsorción. Puede ser aparente que algunas formas de realización de la adición de inhibidor a la mezcla de monómero, por lo tanto, pueden tener relevancia de la resolución espacial que una colección de fotones en un elemento de voxel en última instancia reflejan en la localización espacial de las reacciones que se inician. En general, la acción del inhibidor puede incluir numerosas realizaciones correspondientes a la técnica.

Los tipos de especies químicas o componentes de la mezcla reactiva que pueden actuar de manera inhibidora incluye además muchas otras formas de realización de la técnica. Al igual que con el absorbedor, que está dentro del alcance de la invención para un inhibidor para desempeñar una doble función, en la inhibición de múltiples vías de polimerización. Además, el inhibidor puede incluir una porción de una molécula del propio monómero. Y, en otras formas de generalidad, el inhibidor puede a su vez tener una sensibilidad térmica o fotoreactivo. Todavía otras realizaciones pueden derivarse de la naturaleza del inhibidor en su estado químico puro; ya que puede incluir una forma disuelta en la mezcla pero exhiben características gaseosas, líquidas o sólidas en su forma pura.

El método de preparación de una mezcla de monómeros puede tener realizaciones adicionales con respecto a la adición de un componente iniciador. El iniciador puede incluir un componente fotoabsorbente que en la absorción de un fotón genera una especie química que precipita una reacción de polimerización. El iniciador puede incluir una molécula que se absorbe significativamente en una banda en particular. Otras formas de realización pueden ocurrir con moléculas de iniciador que son fotoabsorbentes en múltiples bandas relevantes para el aparato. Su absorción puede incluir una banda relativamente amplia de frecuencias relevantes también. Aún más formas de realización adicionales son posibles si el componente iniciador de la mezcla de monómeros se deriva de reactividad de iniciador químico, residiendo uno o más de los tipos de moléculas de monómero en la mezcla de monómero también. Dentro del alcance de la invención, puede ser obvio para un experto en la técnica que numerosas formas de realización alternativas pueden incluir la metodología que comprende una mezcla de monómeros con un componente que actúa como un iniciador.

En algunas realizaciones, la función de estos aditivos descritos incluye la funcionalidad hacia el método para la formación de un lente oftálmico. En una realización ejemplar de la mezcla de monómeros utilizada era Etafilcon A, una mezcla reactiva de monómero que tiene un uso general en la producción de lentes oftálmicos. Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 3, Etafilcon A incluye un componente monómero que bajo de polimerización se forma de sólidos o geles. Etafilcon A también incluye una molécula absorbidora, Norbloc, el cual absorbe radiación UV en una banda que comprende las longitudes de onda más bajas en el punto 300 y se representa por ejemplo como elemento 310. Además, Etafilcon A también incluye un componente que actúa como un iniciador, y su absorbancia está representada por el punto 340. En la mezcla, la presencia de oxígeno gaseoso disuelto incluye un papel inhibidor. Así, la metodología para la formación de una mezcla reactiva de monómero en esta realización incluye tanto la formulación de una mezcla de sólido y/o componentes líquidos e incluye además el control de un nivel de oxígeno disuelto. La descripción de esta realización es ejemplar, y, por lo tanto, no está destinada a limitar el alcance de la invención.

Puede ser evidente que otras realizaciones del método para formar la mezcla reactiva de monómeros en esta invención puede derivarse del control de aspectos físicos de la mezcla de monómeros. En algunas realizaciones, esto puede implicar la adición de disolventes o diluyentes para alterar la viscosidad de la mezcla. Otras formas de realización pueden derivarse de otros métodos que resultan de la viscosidad alterada de la mezcla.

En la metodología de la preparación de la mezcla de monómeros, realizaciones adicionales pueden ser definidas a partir de tratamientos realizados en la mezcla naciente. A modo de ejemplo no limitativo; la mezcla puede ser sometida a un entorno evacuado y que puede provocar la desorción de ciertas especies gaseosas disueltas. En otra forma de realización, la mezcla de monómeros se puede tratar mediante la exposición de la mezcla a granel a una exposición de la radiación actínica, alterando así el grado de distribución y población de componentes multiméricos en la mezcla antes de que se utilice en una etapa de procesamiento posterior actínica. Puede ser obvio para un experto en las artes que numerosas realizaciones adicionales pueden ser posibles para el propósito de tratar una

mezcla de monómeros para dar como resultado de una característica alterada; la mezcla resultante siendo útil en el ulterior propósito de producir Precursores de Lente oftálmicos y lentes.

Moviéndose a lo largo de la flecha en la Fig. 1, a caja 112, los métodos para la dosificación y la deposición de la mezcla reactiva de monómeros son de relevancia. En algunas realizaciones, una cantidad de la mezcla reactiva puede ser equilibrada para tener una concentración deseada de oxígeno disuelto. En algunas realizaciones, el equilibrio se puede conseguir mediante el almacenamiento de un recipiente que contiene una cantidad significativa de la mezcla de monómeros en un recinto donde el ambiente incluye la cantidad deseada de oxígeno que se equilibre a la deseada concentración cuando se disuelve. Forma de realización adicional puede incluir equipos automatizados que puedan intercambiar la cantidad correcta de oxígeno en mezcla reactiva que fluye a través de la tecnología de membranas. Puede ser obvio para un experto en la técnica, que puede haber numerosas maneras de alterar la dosis o la mezcla reactiva a un nivel deseado de incorporarse gas consistente con el alcance de la invención.

En algunas realizaciones, un volumen de la mezcla reactiva de monómero dosificado puede ahora transferirse en un medio manual en el depósito que comprende el recipiente para contener la mezcla en la proximidad de la superficie óptica de formación. Otras realizaciones pueden incluir mecanismos automatizados para llenar el depósito con la mezcla reactiva de monómero. Aún otras formas de realización de la invención pueden incluir el llenado de recipientes desechables que pueden ser utilizados cuando sea necesario para el proceso de formación de lente. El alcance de la invención incluye el uso de una metodología de algún tipo para llenar el depósito en la proximidad de la superficie óptica de formación con al menos una cantidad de mezcla reactiva de monómero que es mayor que la cantidad de material que incluirá un lente formado después de todo el procesamiento.

Puede ser evidente para un experto en la técnica que con la descripción de las diversas realizaciones del aparato, formas de realización del material de la mezcla reactiva de monómero, realizaciones físicas de la naturaleza de la radiación actínica, y realizaciones de formalismo de control del guión y el aparato que incluye, se puede ahora describir algunas de las realizaciones que van a formar la producción de la metodología litográfica a base de voxel. Moviéndose en el diagrama de flujo del proceso, la Fig. 1, artículo 116 indica los métodos de formación que van a usar estas diversas formas de realización. Puede ser evidente para un experto en la técnica que realizaciones alternativas para cada uno de los componentes mencionados anteriormente pueden existir y que la descripción de los métodos que pertenece a ciertas de dichas realizaciones no limitan el alcance de la invención en el presente documento.

Puede ser útil tener en cuenta parte de la metodología del elemento 116 en una escala microscópica. Consideremos, a modo de ejemplo no limitativo, un método de formación general en el que una mezcla de monómeros incluye un elemento absorbente de tal manera que hay una reducción significativa de absorción de la intensidad con la profundidad por la que ha pasado la radiación actínica fotografiada; como puede modelarse en algunas realizaciones del formalismo de la Ley de Beer. Y, por ejemplo, considérense la forma de realización representada en la Fig. 3, donde la longitud de onda de la irradiación actínica dirigida a un elemento de voxel particular, es tal que se encuentra en la región de longitud de onda absorbida activamente para el iniciador incluido en la mezcla reactiva y se encuentra en una región de absorción que cambia rápidamente para el absorbedor. Considérense también, a modo de ejemplo no limitante que la mezcla de monómeros incluye un inhibidor. Para facilitar la consulta y descripción, para esta discusión esta combinación de metodología puede llamarse Ejemplo 3. Aunque esto se presente a modo de permitir la forma de realización, no se pretende limitar el alcance de la invención y otros modelos se pueden utilizar.

En una forma de realización del Ejemplo 3, el inhibidor se puede encontrar en una concentración significativa en la mezcla de monómeros. A nivel microscópico, esta realización ejemplar podría tener la característica de que la irradiación actínica incidente define una región local muy limitada alrededor de sí mismo donde la reacción química iniciada por la radiación actínica en un elemento particular se producirá a una velocidad que excede la capacidad del inhibidor altamente concentrado para inhibir su cumplimiento. Debido al hecho de que algunos sistemas moduladores espaciales de luz tendrán una porción de su superficie entre cada elemento de modulación individual como el espacio "muerto", no refleja la luz de la misma manera que el elemento de modulación, puede ser evidente que en esta realización, el material resultante que se forma sobre la superficie óptica de formación puede tomar la forma de los elementos columnares aislados a base de voxel, que en el extremo no puede conectarse los unos con los otros.

A modo de ejemplos no limitativos continuos de formas de realización del ejemplo 3, la concentración de inhibidor se puede encontrar en una concentración algo menor y en esta forma de realización puede, por ejemplo, estar en una concentración donde la propagación espacial para un conjunto dado de parámetros de iluminación actínica es sólo lo suficiente para que cada uno de los elementos de voxel definirán actividad actínica, que procede a ocupar ninguna frontera entre elementos de voxel. En tal caso, sobre una base microscópica, los elementos columnares individuales pueden tender a mezclarse entre sí para condiciones de iluminación donde voxels vecinos definen condiciones significativas de intensidad. En algunas realizaciones, el sistema de formación de imágenes ópticas puede ser ejecutado de un modo en el que se desenfoca como otra realización de método para llevar los elementos columnares individuales a mezclarse. En aún otras realizaciones, un movimiento de vibración o bamboleo, de la

lente óptica de formación y el soporte en el espacio puede llevar a un efecto similar en el que los elementos de voxel se solapan entre sí, formando una pieza de forma continua.

Puede ser útil para continuar la descripción de los efectos de la metodología de formación en una base microscópica en la dimensión de profundidad del elemento de voxel. Puede ser evidente, de la condición del Ejemplo 3, que "guión DMD" de un elemento de voxel particular puede definir la intensidad integrada, o el tiempo de exposición que cause que la reacción ocurra en la profundidad del elemento de voxel de la superficie óptica de formación. En cierta profundidad ejemplar particular, esta condición puede incluir una condición de reacción de intensidad impulsada en la mezcla de monómeros en la que el grado de reacción define un punto de gel. A profundidades que son menos de esta profundidad, el producto de reacción puede haber formado un aspecto tridimensional; sin embargo, a profundidades mayores de esta profundidad, el producto de reacción puede no haber llegado al punto de gel y todavía puede incluir una mezcla de componentes que es más viscosa que la mezcla reactiva circundante de monómero incipiente debido a un cierto nivel de reacción de monómero que ha ocurrido. En esta realización, como puede estar claro, había suficiente volumen o la mezcla reactiva naciente para incluir al menos estas dos regiones; es decir, las regiones, donde se ha producido la reacción a un grado más alto que el punto de gel, y la región donde el material incluye una capa no gelificada que puede ser una mezcla de monómeros parcialmente reaccionada y mezcla de monómeros no reaccionada. En algunas formas de realización, parte de esta capa puede incluir lo que se denomina medios reactivos de lente fluido. A nivel microscópico, está siendo formado dentro del espacio de volumen de la mezcla reactiva.

En otras realizaciones, el "guión DMD" puede ser útil para definir los elementos de diseño local en la capa definida de voxel que ha reaccionado más allá del punto de gel. Esta entidad puede considerarse una Forma de Precursor de Lente en algunas realizaciones. A modo de ejemplo no limitativo, considérense el efecto de la incorporación de una característica esencialmente lineal en el guión DMD que es un número de elementos de voxel de anchura, y muchos elementos de voxel en longitud y tiene la propiedad de baja intensidad integrada para todos los elementos de voxel que incluye. Mediante el uso de las formas de realización descritas para el Ejemplo 3, a modo de ejemplo no limitativo, puede preverse que tal característica lineal se defina físicamente en la Forma de Precursor de Lente. A escala microscópica, elementos de voxel vecinos pueden incluir la intensidad para definir su espesor en la Forma de Precursor de Lente en algún nivel significativo. En el primer elemento de voxel vecino de la función lineal, el espesor de forma se reducirá, resultando en una característica relacionada con el perfil de la función lineal definida en el guión DMD.

A modo de ejemplo, con referencia al punto 400 en la Fig. 4, una representación del espesor de un lente formado con toda una forma de realización de esta invención. En este ejemplo, el espesor de lente muestra algunas de las características que tienen la característica de la característica lineal, así descrita. Artículo 440, por ejemplo, es un elemento lineal que se extiende por muchos elementos de voxel a través de un lente. Aunque pueda parecer obvio, por deducción, que los aspectos de la invención incluyen muchas realizaciones diferentes de formas y características del perfil que se pueden definir, además de las definiciones de la superficie óptica de los lentes. Entre, las numerosas formas de realización posibles, a modo de ejemplo, puede haber características de alineación, como por ejemplo la intención de realización de la característica 440. Las realizaciones adicionales pueden incluir características del perfil que definen canales de drenaje, función lineal que se extiende a lo largo de un camino esencialmente radial hacia el borde de la Forma de Precursor de Lente; pozos o agujeros de fondo en varias formas y tamaños; pasos abruptos hacia arriba o hacia abajo en comparación con el promedio de topología vecino; y mesetas o características esencialmente planas a través de un subconjunto de la región de definición de lente. Estos ejemplos son sólo algunas de las numerosas realizaciones que pueden ser evidentes para un experto en la técnica relacionada con la metodología de etapa de formación.

Pasando al paso 117 de la Fig. 1, en algunas realizaciones la metodología relacionada con la eliminación del material, resultante de la etapa 116, lejos del medio ambiente de la mezcla reactiva de monómero se describe. En algunas formas de realización, un método para esta eliminación puede incluir el proceso de levantar una óptica de formación con su pieza de sujeción y con la Forma de Precursor de Lente desde el depósito de la mezcla reactiva de monómero. En otras formas de realización, el depósito puede reducirse lejos de la óptica con la Forma de Precursor de Lente adjunta. Aún otras realizaciones adicionales pueden derivarse de la automatización, ya sea la etapa de bajada o subida con equipo capaz de controlar la velocidad de dicha retirada con cierta precisión. En realizaciones alternativas el depósito de mezcla reactiva de monómeros se puede drenar resultando de alguna manera en la separación de la óptica de formación con la Forma de Precursor de Lente adjunta de la mezcla reactiva de monómero. Desde una perspectiva general, puede ser obvio para un experto en la técnica que hay numerosas formas de realización que incluyen el paso 117, de la eliminación de producto de la etapa 116 de la mezcla reactiva de monómero; estas formas de realización que comprenden la técnica dentro del alcance de esta invención.

En la Fig. 1, los productos y los productos intermedios se indican en el patrón de forma ovalada. Por lo tanto, el Precursor de Lente 160 en algunas realizaciones incluyen una entidad de dispositivo. A los efectos de la comprensión de otras secciones, con la discusión de la metodología, se justifica una revisión de los aspectos de un Precursor de Lente. El Precursor de Lente 1700 puede comprender dos capas; la Forma de Precursor de Lente 1740 y medios reactivos de lente fluido, artículo 1710. Estas capas, en algunas realizaciones, corresponden a la anterior discusión de la metodología de la formación. En algunas realizaciones, la forma de Precursor de Lente es el material

que ha sido definida por el sistema litográfico a base de voxel y ha reaccionado más allá del punto de gel. Puede tener diversas realizaciones estructurales discutidas previamente. En la Fig. 17, la forma de realización es retratada en donde se han superpuesto las columnas de voxel entre sí durante la metodología de formación.

5 El medio reactivo de lente fluido 1710 en algunas realizaciones es la capa que está formada por el proceso litográfico a base de voxel que es más profundo que el punto en que se ha producido el punto de gel en los medios reactivos. Cuando la óptica de formación y material reaccionado se retira de la mezcla reactiva de monómero, no puede ser un material viscoso que se adhiere a la superficie de la Forma de Precursor de Lente. En la presente memoria técnica de la invención, esta lámina fluida puede, en algunas formas de realización procesarse  
10 adicionalmente con los métodos que se describirán. Esta combinación de una Forma de Precursor de Lente y el material fluido en él que se convierte después del procesamiento ulterior de parte del lente es lo que constituye un Precursor de Lente. Puede ser evidente que en algunas realizaciones el precursor de lente asume una estructura única. Eso tiene un componente que incluye una forma tridimensional, sin embargo, debido a la naturaleza fluida de los medios reactivos adsorbidos, la entidad no tiene una forma fija de tres dimensiones. Puede ser obvio para un  
15 experto en la materia que el alcance de esta invención incluye todas las diversas realizaciones de forma que los métodos de formación, artículo 116, incluyen así como las diferentes formas de realización relacionadas con los métodos de eliminación de la óptica de formación de la mezcla reactiva de monómero y su efecto sobre la naturaleza de los medios reactivos de lente fluido.

20 En algunas formas de realización, artículo 131, incluye la realización de la metodología para eliminar partes de los medios reactivos de lente fluido del Precursor de Lente. Como puede desprenderse de las secciones anteriores sobre el aparato comprende algunas realizaciones a realizar esta metodología, hay un número de realizaciones de método posibles para este propósito. Por medio del ejemplo no limitativo, los medios reactivos de lentes fluidos pueden eliminarse por acción capilar. En algunas realizaciones, la metodología puede incluir un paso para permitir  
25 que algunos de los medios reactivos de lentes fluidos para poner en común antes de que el paso de acción capilar se realiza. En aún otras formas de realización, la superficie de la lente puede posicionarse de modo que su eje de superficie está ángulado respecto a la dirección de la gravedad. Puede ser obvio que numerosas realizaciones relativas a métodos para eliminar medios reactivos de lente fluido con un aparato a base capilar puede ser posible e incluir la técnica dentro del alcance de esta invención.

30 En otras realizaciones, la metodología para eliminar medios reactivos de lente fluido puede incluir un aparato alternativo para el equipo de mecha capilar. Por ejemplo, un método que comprende el uso de una superficie de absorción para eliminar los medios fluidos puede incluir algunas realizaciones. Las realizaciones adicionales pueden referirse a métodos que utilizan aparatos con puntos capilares en lugar del que se describe en detalle. Aún más  
35 formas de realización pueden incluir métodos para centrifugar el Precursor de Lente para eliminar el material fluido. Cualesquiera de los numerosos métodos para utilizar un aparato para eliminar parte del material fluido, como puede ser obvio para un experto en la técnica puede incluir aspectos dentro del alcance de esta invención.

40 Un tipo diferente de forma de realización para eliminar el material de la superficie superior del Precursor de Lente puede incluir el método para definir las características de relieve en el cuerpo de lente para este propósito. En este tipo de realizaciones, características como los canales de drenaje mencionadas en una sección anterior se pueden diseñar con el fin de crear una ubicación para permitir que los medios fluidos de relativamente baja viscosidad fluya fuera, creando de ese modo espacio de grado por debajo para permitir que la viscosidad relativamente más alta  
45 fluya dentro. En realizaciones adicionales, el uso de rotación del cuerpo de lente puede también incluir formas de realización para eliminar material de lente en relación con el diseño de elementos característicos de relieve para permitir que el material fluya dentro. Puede ser obvio para un experto en la técnica que realizaciones que comprenden las diversas realizaciones de diferente diseño de la superficie de relieve también incluyen técnica dentro del alcance de esta invención.

50 En algunas realizaciones, puede ser posible evitar la eliminación de medios reactivos de lente fluido y continuar a etapas de procesamiento adicionales. En la Fig. 1, este aspecto puede interpretarse por la línea de flecha de puntos que va desde el elemento 1160 alrededor de la caja 131.

55 El siguiente paso que se muestra en las formas de realización que incluyen los métodos de formación de un lente oftálmico puede ser ilustrado en la Fig. 1 caja es artículo 132, estabilización. En algunas formas de realización, esta metodología novedosa incluye la forma de procesamiento que permite que medios reactivos de lente fluido fluyan bajo diversas fuerzas para encontrar un estado estable, posiblemente de baja energía, a lo largo de la superficie de la Forma de Precursor de Lente. A nivel microscópico, puede ser evidente, que una superficie de una forma precursora puede tener localmente un cierto nivel de rugosidad. Numerosos aspectos de las realizaciones de  
60 formación pueden determinar la naturaleza de esta rugosidad, como ejemplo de uno de tales casos, el efecto del inhibidor para relativamente bruscamente detener la reacción en la zona que se inicia. Las fuerzas de superficie de los medios fluidos, fuerzas de fricción y de difusión, la fuerza de la gravedad y otras fuerzas aplicadas se combinan en muchas formas de realización para crear un revestimiento liso que ha fluido a través de la topografía. En la metodología que determina estas fuerzas existen numerosas posibilidades de realización dentro del alcance de la  
65 invención.

- En una realización, el Precursor de Lente puede estar configurado para permitir que medios reactivos de lente fluido fluyan bajo la fuerza de la gravedad. El método para llevar esto a cabo podrían incluir el movimiento del Precursor de Lente en diferentes orientaciones para ayudar en el flujo. Las realizaciones alternativas pueden incluir la estrategia opuesta al mantener el Precursor de Lente en un estado fijo con tan poco movimiento como sea práctico. Formas de realización aún más alternativas pueden incluir el sometimiento del material fluido a las fuerzas relacionadas con la rotación del Precursor de Lente alrededor de un eje. En algunas realizaciones, este giro puede llevarse a cabo alrededor de un eje centrado en el medio del Precursor de Lente. En realizaciones alternativas, dicha rotación puede incluir la rotación del Precursor de Lente alrededor de un punto de eje externo mientras que se posicione la parte superior del Precursor de Lente hacia o desde el punto de eje o en las innumerables posibles orientaciones entre los mismos. En aún otras formas de realización, el Precursor de Lente puede ser procesado en un entorno de caída libre para minimizar el efecto de gravedad. Puede ser evidente para un experto en la técnica que puede haber numerosos métodos en relación con la aplicación de fuerzas fluidas al Precursor de Lente durante un método de estabilización.
- En otras realizaciones, la naturaleza fluida de los medios fluidos puede alterarse por metodología. En algunas realizaciones, la viscosidad de los medios fluidos puede ser alterada por los medios de dilución o de solvatación. Las realizaciones alternativas pueden incluir la evaporación de parte del diluyente para aumentar la viscosidad. Una exposición a un cierto nivel de radiación actínica puede incluir aún adicionales métodos para alterar dicha viscosidad de láminas fluidas. Puede haber numerosas formas de realización relacionadas con la alteración de la viscosidad de los medios fluidos.
- En otras realizaciones, las fuerzas relacionadas con energía superficial en los medios reactivos de lente fluido pueden ser alteradas por la metodología. En algunas realizaciones esto puede incluir la adición de tensioactivos a la mezcla reactiva de monómero incipiente. En formas de realización alternativas, aditivos o reactivos químicos pueden añadirse al Precursor de Lente para el propósito de alterar la energía superficial.
- El diseño de la Forma de Precursor de Lente puede incluir métodos para crear diferentes condiciones de flujo de medios reactivos de lente fluido. Canales, como un ejemplo no limitativo, pueden incluir un medio para extraer medios reactivos de lente fluido de una región de Precursor de Lente. En realizaciones alternativas, métodos de diseño relacionados con el cambio abrupto de perfil pueden incluir metodología para proporcionar estados estabilizados alterados. Para un experto en la técnica, puede ser evidente que puede haber numerosos métodos en el diseño de Precursor de Lente que incluyen la técnica dentro del alcance de la invención.
- Desde una perspectiva general, estos diversos tipos de realización no deben limitar la generalidad de métodos para crear una naturaleza estabilizada por completo o parcialmente estabilizada o no estabilizada de los medios reactivos de lente fluido en la estabilización comprensiva de metodología. Las combinaciones de las diversas formas de realización, por ejemplo, pueden ser obvias, a un experto en la técnica, realizaciones adicionales para dicha metodología.
- Después de que se ha realizado una metodología de estabilización el material fluido puede en algunas realizaciones someterse a un próximo tipo de metodología indicado como elemento 133, fijación, para convertirlo en un estado no fluido. En algunas realizaciones, la naturaleza de la radiación actínica aplicada durante el método de fijación puede incluir alternativas. La banda espectral o bandas aplicadas pueden ser un ejemplo de un tipo de realización de metodología. Las realizaciones alternativas pueden incluir la intensidad de la radiación aplicada. En formas de realización alternativas, la aplicación de diversos aspectos de la irradiación de fijación pueden incluir dependencia del tiempo. A modo de ejemplo no limitativo, una banda inicial de longitud de onda puede incluir un primer paso que se cambia entonces a una banda diferente. El universo de realizaciones que puede ser obvio para un experto en la técnica para el método de definición de condiciones de luz está dentro del alcance de esta invención.
- En algunas realizaciones de elemento 133, el método de fijación puede incluir diferentes caminos que la irradiación puede tomar. En un ejemplo de tipo de forma de realización, la irradiación puede ocurrir en la superficie frontal del Precursor de Lente; o, alternativamente, a través de la superficie posterior. Todavía otras realizaciones pueden derivarse a partir de múltiples fuentes de irradiación, algunas tal vez con diferentes características de luz para crear diferentes efectos, de la radiación actínica en las entidades de Precursores de Lente. Otras realizaciones adicionales pueden derivarse del método de fijación que comprende otras formas de energía que la radiación. A modo de generalidad, numerosos métodos que pueden incluir una etapa de fijación están dentro del alcance de la invención.
- En algunas realizaciones, después de haberse producido la fijación, el procesado del Precursor de Lente 130 se ha completado. Este producto terminado puede, en algunas realizaciones, ser posteriormente procesado. Este tipo de productos incluye un buen ejemplo del tipo de técnica que se indica en el bloque 120 de la Fig. 1, formación alternativa de un precursor. A modo de ejemplo no limitativo, si el producto de la fijación se introdujera de nuevo en la metodología litográfica a base de voxel, se puede producir una segunda capa de procesamiento. Este aspecto de múltiples pases presenta muchas opciones metodológicas de realización.
- En algunas formas de realización, el Precursor de Lente complejo que puede ser formado a partir de múltiples pases que pueden incluir a modo de ejemplo no limitativo, una primera etapa en la que una superficie de lente oftálmico se



define y una segunda etapa en la que se añaden características del perfil de la superficie. Otras realizaciones complejas de la metodología pueden incluir, por ejemplo, un primera pase a través del sistema de litografía a base de voxel con condiciones, como algunos de los ejemplos anteriores descritos, que hacen que para las columnas de voxel aisladas a lo largo de la Forma de Precursor de Lente. Un segundo paso de litografía a base de voxel puede incluir entonces el llenado de las características entre las columnas de voxel con un material de una característica diferente. Continuando un tercer pase a través del sistema puede entonces definir un lente oftálmico. Puede ser evidente que la generalización a metodología de múltiples pases a través del sistema, cada uno de los cuales puede tener las posibilidades de forma de realización diferentes abundantes discutidas, puede incluir un gran número de formas de realización diferentes, todas dentro del alcance de la invención.

En algunas otras realizaciones, el Precursor de Lente puede estar formado mediante la aplicación de un medio reactivo fluido sobre una Forma de Precursor de Lente. Por ejemplo, el Precursor de Lente Formado a través de los métodos de litografía a base de voxel pueden someterse a un sistema de lavado como un método extremo de extracción de medios reactivos de lente fluido. Una Forma de Precursor de Lente se derivará del método de lavado.

En algunas realizaciones, esta Forma de Precursor de Lente puede después someterse a un método de adición de medios reactivos de lente fluido a su superficie. La metodología de la adición de los siguientes medios fluidos a la superficie, en algunas realizaciones puede incluir la inmersión y la eliminación del Precursor de Lente en métodos similares a las realizaciones descritas en el punto 117. El Precursor de Lente resultante puede ahora tener una distribución diferente de moléculas de monómero y multiméricas, o en algunas realizaciones puede incluir química de polímeros diferente a la utilizada para formar la Forma de Precursor de Lente. Es tal vez evidente para un experto en la técnica que numerosas realizaciones que comprenden la metodología para aplicar los medios de lente fluido en una variedad de realizaciones de Forma de Precursor de Lente incluye técnica dentro del alcance de esta invención.

En un conjunto alternativo de realizaciones, la Forma de Precursor de Lente puede estar formada por otros medios que no sean la litografía a base de voxel. En un primer ejemplo no limitante, diversas formas de realización pueden ser posibles mediante el uso de estereolitografía como base para la formación de la Forma de Precursor de Lente. En algunas realizaciones, esta Forma de Precursor de Lente formada estereolitográficamente puede tener medios reactivos de lente fluido de una metodología de extracción como en 117, pero otras realizaciones pueden incluir la adición de medios reactivos de lente fluido a la base estereolitográficamente formada. Las realizaciones alternativas pueden ser posibles mediante el uso de un proceso de litografía a base de enmascarado para la determinación de la Forma de Precursor de Lente y después se utiliza en los métodos mencionados. Aún otras realizaciones pueden incluir el uso de una Forma de Precursor de Lente que está formada por un proceso de moldeo por vaciado estándar común en la fabricación de lentes oftálmicos, y después la formación de un Precursor de Lente en los métodos mencionados. Puede ser evidente que las numerosas formas de realización que forman una Forma de Precursor de Lente puede incluir métodos para formar un Precursor de Lente.

Después de una Forma de Precursor de Lente por una de las diversas formas de realización de método, y después de procesado por una realización del método, puede en algunas realizaciones formar un lente oftálmico como resultado. En algunas formas de realización, el lente ahora todavía se encontrará en la superficie de la óptica de formación. En la mayoría de formas de realización, así tendrá que limpiarse e hidratarse para formar una forma de producto de lente oftálmico. En los métodos que son generalmente estándar en la técnica, el lente y en algunas formas de realización de su forma adjunta se puede sumergir en un baño de solución acuosa. En algunas realizaciones, este baño se calienta a una temperatura de entre 60 grados y 95 grados centígrados para ayudar en el método de inmersión. Dichos métodos de inmersión limpiarán en algunas realizaciones, el cuerpo del lente y lo hidratará. En el proceso de hidratación, el lente se hinchará y en algunas realizaciones librarse del soporte al que se adjunta. Puede ser evidente que dentro del alcance de la invención, puede ser a través de la coordinación de la tramitación de manera que el mismo soporte y las estructuras de manipulación química pueden incluir formas de realización para el método de hidratación también. Debe tenerse en cuenta que los pasos anteriores y descripción de la metodología son a modo de ejemplo y no pretenden limitar el alcance de la invención.

El producto resultante después de la liberación en muchas realizaciones incluye el lente oftálmico formado de la invención. Puede ser obvio que otras medidas en este producto son útiles en la producción de un lente oftálmico de producto aceptable. La metodología en algunas realizaciones puede incluir la técnica estándar para el aislamiento del lente hidratado, el embalaje y después el sometimiento a un proceso de esterilización, artículo 142. Puede ser obvio para un experto en la técnica que el orden en que estos pasos incluyen uno respecto al otro y también relativo a los pasos anteriores puede incluir diferentes formas de realización de conformidad con la invención.

Las diversas realizaciones de lente oftálmico, artículo 170, que resulta de aparatos y métodos descritos en este documento incluyen otra dimensión de la técnica en esta invención. Puede ser evidente para un experto en la técnica de que el producto de Precursor de Lente puede manifestar formas únicas. En primer lugar el lente en algún nivel es un compuesto de dos capas endurecidas. Una de ellas, la Forma de Precursor de Lente, es en algunas realizaciones formadas por las acciones de los aparatos y métodos de litografía a base de voxel. Esta Forma de Precursor de Lente puede tener numerosas formas de realización, algunos ejemplos de los cuales pueden ser evidentes a partir de las discusiones anteriores de metodología.

Por ejemplo, con algunas realizaciones de métodos, la forma puede incluir un conjunto de elementos de voxel columnares relativamente aislados cada uno con una extensión diferente determinada por el proceso de litografía de voxel. En otras realizaciones, la Forma de Precursor de Lente puede incluir un conjunto completamente interconectado de columnas de material a base de voxel. Puede ser obvio para un experto en la técnica, que existen numerosas formas de realización relacionadas con la composición real de la mezcla de monómeros. Además, como se mencionó anteriormente en el contexto de la metodología, la Forma de Precursor de Lente puede estar formada por varias otras técnicas que la litografía a base de voxel, incluyendo pero no limitándose a estereolitografía, litografía a base de enmascarado y mecanización. Hay formas de realización donde la forma litográfica a base de voxel tiene características del perfil diseñadas con la técnica a base de voxel; éstas incluyen, pero no se limitan a las funciones lineales, características curvilíneas, pozos, característica en altura parcial del lente o en toda su altura, cambios bruscos en la topología, mesetas y canales.

Aún más, las realizaciones más complejas pueden derivarse del aspecto de pases múltiples de la invención. Una Forma de Precursor de Lente, a modo de ejemplo no limitativo, puede ser la combinación de un primer pase a través de un paso de litografía a base de voxel que define un perfil de tipo esférico en la superficie con características abruptas en su perímetro. Un segundo paso puede definir parámetros personalizados oftálmicos en la porción visible activa del lente. A modo de generalización puede estar claro que existen formas de realización que comprenden múltiples pases a través del aparato y los métodos litográficos a base de voxel. Variaciones pueden incluir diferentes medios para formar el primer pase, incluyendo las opciones alternativas de litografía tratadas y, por ejemplo, un lente oftálmico moldeado. Este primer tipo de lente material incluye un Precursor de Lente cuando se actúa en un segundo paso, y en última instancia puede definir un nuevo modo de realización del lente.

La naturaleza del segundo componente de un Precursor de Lente, medios reactivos de lente fluido, en algunas realizaciones, cuando se incorpora en el lente define novedad en la realización del lente. En caso de transformación con la metodología y aparato discutido por algunas formas de realización, artículo 130, estas realizaciones pueden incluir una segunda capa distinguible que tiene una superficie lisa. La combinación de las numerosas formas de realización de la Forma de Precursor de Lente y las diversas realizaciones de medios reactivos de lente fluido pueden incluir novedosas formas de realización de un lente oftálmico.

La formación de un lente oftálmico puede ser mejorado a través de la metrología y la retroalimentación 150. Algunas realizaciones pueden incluir un flujo de metodología de procesamiento directo de la caja 116 a través del artículo 170; Sin embargo, las realizaciones superiores pueden derivarse del uso de métodos de metrología para conducir los controles de los parámetros de los diversos métodos empleados. En la Fig. 1, se indican esquemáticamente estos mecanismos de retroalimentación y el flujo de la información por las flechas de doble cabeza que fluye hacia y desde el artículo 150. Puede ser aparente a expertos en la técnicas que numerosas realizaciones de metrología pueden incluir la técnica dentro del alcance de esta invención.

Procediendo a la Fig. 2, una realización ejemplar de una metodología de bucle de metrología y retroalimentación relacionada con el espesor y el rendimiento óptico de una forma de realización del lente formado por los métodos litográficos a base de voxel se representa. En algunas realizaciones, puede ser un bucle de realimentación que funciona como se representa en el artículo 200, comenzando con el artículo 205 representando la entrada de parámetros del lente deseados de una fuente externa. A modo de ejemplo, el modelo de la superficie del lente pueden derivarse de un dispositivo de medición ocular aplicado al ojo de un paciente. En otras realizaciones, parámetros de entrada teórica pueden incluir la metodología de la etapa 205. Estas entradas serán procesadas en alguna metodología para alinearlas con los requisitos de entrada de la litografía a base de voxel 210. Las diversas realizaciones del aparato y método recibirán esta entrada y, en algunas formas de realización, con un método algorítmico convertirlos a parámetros utilizables en el sistema de litografía a base en voxel 211.

Procediéndose adicionalmente en la Fig. 2, un Precursor de Lente se hace en el sistema litográfico a base de voxel como se muestra en el punto 220. Posteriormente se puede procesar con la metodología de procesamiento de Precursor de Lente 230, resultando en una forma "seca" de un lente oftálmico 240. Este lente oftálmico seco ahora se puede medir en un paso de metrología 250. A modo de ejemplo, este paso puede incluir el uso de un sensor de desplazamiento láser. Una vez más con el ejemplo, el resultado de topología de la superficie de esta medición puede en algunas realizaciones aparecer como se muestra en la Fig. 4, artículo 400. Los algoritmos pueden procesar estos datos, como se muestra en los artículos 251 y 252 para comparar el resultado a lo que se esperaría si el lente correspondió a los parámetros de entrada de la etapa 205. En algunas realizaciones, las diferencias desde los parámetros de entrada pueden ser procesados y se corresponden con una necesidad de cambiar los parámetros utilizados para procesar el lente en el sistema de litografía a base de voxel 211. Este bucle de retroalimentación de datos y la información paramétrica se representa en el bucle de realimentación del artículo 253. Los datos también pueden ser procesados y corresponden a cambios en los parámetros deseados en la metodología de procesamiento del Precursor de Lente 252. La evaluación de cambios deseados en los parámetros de este sistema 252 se representa por el bucle de realimentación 254. Puede ser evidente que la diversa metodología de cálculo y de control puede realizarse de equipos diferentes de procesamiento de datos, incluyendo pero no limitándose a computadoras centrales, ordenadores personales, computadoras industriales y otros entornos computacionales similares. Cabe señalar que los pasos que se muestran en la Fig. 2 y la descripción de la metodología relacionada son ejemplares y no se destinan al alcance de invención.

Los resultados de la etapa de metrología 250, y el diverso procesamiento de los datos 251 y 252, en algunas realizaciones puede incluir la capacidad de decidir si el lente producido 240, se encuentra dentro de un conjunto de límites aceptables en torno a los parámetros de entrada del elemento 205. Se muestra a continuación una decisión sobre esta lente en el punto 251, donde el objetivo puede ser descartado para otro objetivo que se produce con los parámetros alterados. Alternativamente, el lente puede estar dentro de límites aceptables y, por tanto, proceder a la etapa 260 para el procesamiento en la metodología post procesamiento y realizaciones de aparatos. Después del agrandamiento del lente y su liberación que puede estar sometido a otra metodología de la metrología como se muestra en el punto 270. En algunas realizaciones, el resultado de esta metrología podría tener realizaciones de retroalimentación similar como se ha indicado en la etapa 250 en esta realización. Después de que se realice un producto oftálmico de lente 280, el flujo de procesamiento puede unirse al flujo donde el lente seco se rechazó. Posteriormente es posible que todo el flujo vuelva de nuevo al paso 205 en un paso indicado por el paso de retorno de condición 290. Puede ser evidente para un experto en la técnica que existen numerosas modificaciones, adiciones y alternativas en la realización de un paso de metrología en los diversos productos de esta invención y, a continuación la elaboración de un bucle de realimentación que incorpora los resultados medidos y ajusta los parámetros del sistema.

En algunas formas de realización ligeramente diferentes, un tipo adicional de la medida puede evaluar los aspectos de la calidad del lente para la retroalimentación de equipo global. Como un ejemplo no limitante, un esquema de detección de partículas puede ser desplegado en algunas formas de realización de medición de la presencia de tales defectos en el Precursor de Lente producido. Si tal medición dio como resultado marcar una cuestión de partículas, podría ser un circuito de retroalimentación que podría en algunas realizaciones implicar realimentación a un operador del aparato y metodología para remediar el problema marcado. Puede ser obvio para un experto en la técnica que numerosas realizaciones de metrología pueden incluir la técnica dentro del alcance de esta invención donde un resultado de medición es la retroalimentación a un operador.

En formas de realización adicionales, el uso de información logística puede incluir un elemento de un bucle de realimentación. Como se ha mencionado en las discusiones del aparato de la invención, en algunas realizaciones, componentes claves del aparato pueden tener identificación. Esta identificación de componentes puede rastrearse, en algunos casos, por un aparato de automatización. La retroalimentación puede incluir, por ejemplo, que un componente en particular se ha usado para un aspecto particular que incluye su vida útil. La retroalimentación puede en algunas formas de realización hacerse a un operador, o incluir respuestas automáticas del sistema. En aún otras realizaciones que utilizan la identificación de componentes, los resultados de las realizaciones anteriores de metrología, donde resultados de espesor afectan parámetros del sistema, la identificación única de un componente, como por ejemplo la formación de pieza óptica, puede permitir la adaptación individual de parámetros de otro modo globales a ese componente particular. Puede ser obvio para un experto en la técnica que la invención descrita en el presente documento incluye numerosas formas de realización de diversas formas para obtener logística y los datos metrológicos, para procesar que los datos por diversos medios algorítmicos y por varios equipos de procesamiento de datos, para discriminar que los datos de los requisitos de lente de entrada y para proporcionar medios para retroalimentar esos datos al sistema en sí o a operadores externos al sistema; todos los cuales se consideran dentro del alcance de esta invención.

#### EJEMPLO 1

Diversas realizaciones de la invención se han practicado y productos de lentes y Precursores de Lente de las formas descritas en este documento se han producido. En esta sección una discusión de los resultados de un conjunto de realizaciones se da como un ejemplo.

El aparato para realizar los resultados en este ejemplo comprende los siguiente aspectos generales. Un aparato óptico litográfico a base de voxel se utilizó para formar un Precursor de Lente. Este aparato, desde una perspectiva general, se compone con una fuente de luz del tipo de forma de realización preferida que funciona a 365 nm. Un homogeneizador con un tubo óptico y elementos ópticos de enfoque, como se discutió fue utilizado para iluminar el Texas Instruments DLP<sup>tm</sup> XGA Digital Mirror Device. El sistema de imágenes comprende además la óptica de formación de imágenes en una óptica de formación del tipo representado en la Fig. 10.

El perfil de intensidad y valores de píxeles DMD se calcula basándose en la absorbancia óptica y la reactividad de la mezcla reactiva de monómero que se compone de Etafilcon A. Este sistema tiene las características de absorbancia como se demuestra en la Fig. 3 con el pico de irradiación 320, a 365 nm, y la formación de pico 330, a 420 nm. Las características de absorbancia de este sistema son consistentes con el formalismo de absorbancia de la Ley de Beer, y esto se utilizó para estimar el programa de intensidad y el tiempo correcto para cada uno de los más o menos 768 x 1024 elementos de Voxel desplegados en toda la faz de la óptica de formación.

Para fines de ilustración, el formalismo Beer-Lambert-Bouguer es lo que se utilizó para modelar la intensidad necesaria. El modelo resulta en una dependencia paramétrica sobre la base de este formalismo y las variables relacionadas con los dos materiales, como Etafilcon A, y el aparato. Los resultados de pases de fabricación de lentes se alimentan entonces de nuevo de tal manera para refinar los parámetros del modelo y generar un lente. La

lógica del modelo sigue.

**Ley Beer-Lambert-Bouguer:**

5 La ley de Beer predice que la intensidad de la radiación actínica disminuirá de manera exponencial en un material, dependiendo del coeficiente de extinción  $\alpha$  ( $\lambda$ ).

$$I(x)/I_0 = \exp(-\alpha(\lambda)cx) \quad \text{Ecuación 1}$$

10 La tasa de disminución de intensidad con la distancia es

$$dI/dx = -\alpha(\lambda)cI_0 \exp(-\alpha(\lambda)cx) \quad \text{Ecuación 2}$$

15 Donde  $I(x)$  es la intensidad como una función de la distancia  $x$  de la superficie irradiada,  $I_0$  es el incidente de intensidad en esa superficie,  $\alpha(\lambda)$  es el coeficiente de absorción del componente de absorción como una función de longitud de onda ( $\lambda$ ), y  $c$  es la concentración del componente absorbente en un medio de otra manera relativamente transparente. Por lo tanto, mediante la selección de la longitud de onda de la radiación, el proceso se puede ajustar para seleccionar la gradiente de intensidad (es decir, cuanto mayor sea  $\alpha$ , más rápido es el cambio en las propiedades y por lo tanto más delgado es el lente).

20 Haciendo referencia ahora a la Fig. 3, artículo 300, el espectro de transmisión de una Mezcla Reactiva, mostrando la región de transición debido a la absorción 310, el solapamiento con el espectro de absorbancia del iniciador 340, y el espectro de emisión del 320 formante, y la fijación 330, fuentes de radiación.

25 La velocidad de polimerización de la polimerización radicalmente mediada por en una mezcla reactiva de monómeros sigue la ecuación de velocidad general cuándo la velocidad de polimerización ( $R_p$ ) sea igual a la concentración de grupos funcionales reactivos ( $[C=C]$ ) multiplicados por la concentración radical ( $[*]$ ) y un parámetro cinético ( $k$ )

$$R_p = k [C=C][*] \quad \text{Ecuación 3}$$

30 La concentración de radicales depende en gran medida de la velocidad de iniciación y mecanismo de terminación. Por lo general, la terminación radical-radical/bimolecular es el mecanismo de terminación primario. El cambio en la concentración de radicales con el tiempo es igual a la velocidad de iniciación ( $R_i$ ) menos la tasa de terminación.

$$35 \quad d[*]/dt = R_i - k_t[*]^2 \quad \text{Ecuación 3}$$

Suponiendo estado estacionario ( $d[*]/dt = 0$ ), y resolviendo para la concentración de radicales, se observa que la concentración de radicales varía con la tasa de iniciación a la 1/2 potencia. Por lo tanto, la tasa de polimerización depende de la tasa de iniciación a la 1/2 potencia.

$$40 \quad [*] = (R_i/k_t)^{1/2} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$R_p = k[C=C](R_i/k_t)^{1/2} \quad \text{Ecuación 5}$$

45 Al considerar la energía de activación ( $E$ ), constante de gases ideales ( $R$ ), la temperatura en grados Kelvin ( $T$ ), el escalado de velocidad de polimerización ( $\beta$ ), y el factor de frente Arrhenius ( $k_0$ ), la velocidad de polimerización se expresa:

$$50 \quad R_p = k_0 e^{-E/RT} [C=C](R_i/k_t)^\beta \quad \text{Ecuación 6}$$

La tasa de iniciación fotoquímica está dada por:

$$R_i = k'I \quad \text{Ecuación 7}$$

55 Donde  $I$  es la intensidad de la radiación y  $k'$  es un constante en relación con el rendimiento cuántico. Suponiendo que todos los parámetros y concentración de iniciador se mantienen constantes durante toda la reacción, la expresión se puede simplificar de tal manera que todos los parámetros que son constantes estén agrupados en  $k$ .

$$60 \quad R_p = ke^{-E/RT} [C=C](I)^\beta \quad \text{Ecuación 8}$$

La velocidad de polimerización es la tasa de cambio de la concentración del grupo funcional con tiempo ( $-d[C=C]/dt = R_p$ ), y por lo tanto la ecuación puede expresarse como:

$$65 \quad -d[C=C]/dt = ke^{-E/RT} [C=C](I)^\beta \quad \text{Ecuación 9}$$

A la solución de la ecuación diferencial y sustituyendo por conversión, donde la conversión se expresa como  $X = 1 -$

$[C = C]/[C = C]_0$ :

$$X = 1 - \exp[-ke^{-E/RT}(I)^\beta t] \quad \text{Ecuación 10}$$

5 donde t es el tiempo de exposición en segundos

Si la Mezcla Reactiva contiene un absorbedor que absorbe radiación en la longitud de onda de la radiación actínica, el grado de conversión puede variar como una función de la intensidad, y por lo tanto como una función de la distancia desde la superficie, de acuerdo con la Ley de Beer. Mediante la inserción de la relación de Ley de Beer en la ecuación cinética, podemos predecir el grado de conversión como una función de la distancia, x, de la superficie.

$$X(x) = 1 - \exp[-ke^{-E/RT}(I_0 e^{-\alpha c x})^\beta t] \quad \text{Ecuación 11}$$

Al reconocer que la superficie de forma libre se creará en el límite en el que el grado de conversión está en el punto de gel (es decir,  $X=X_{gel}$ ), el espesor,  $X_{Thick}$ , del lente se puede predecir reordenando la ecuación para resolver para x:

$$\ln(1 - X_{gel}) = kt \exp(-E/RT)(I_0 \exp(-\alpha c X_{Thick}))^\beta \quad \text{Ecuación 12}$$

$$\left(\frac{-\ln(1 - X_{gel})}{kt \exp(-E/RT)}\right)^{1/\beta} = I_0 \exp(-\alpha c X_{Thick}) \quad \text{Ecuación 13}$$

20

$$X_{Thick} = \frac{-1}{\alpha c} \ln\left(\frac{1}{I_0} \left(\frac{-\ln(1 - X_{gel})}{kt \exp(-E/RT)}\right)^{1/\beta}\right) \quad \text{Ecuación 14}$$

$$X_{Thick} = f(I_0, t) \quad \text{Ecuación 16}$$

25

$X_{gel}$  es el grado de conversión en la que las transiciones de la formulación de un líquido a un sólido debido a las reticulaciones que se forman durante la reacción iniciada por foto. Después de la reordenación de la ecuación y resolviendo por  $X_{Thick}$  a una conversión de  $X_{gel}$  en particular, el espesor de la película se puede calcular. Al mantener todos los demás parámetros y propiedades constantes un espesor deseado en cualquier ubicación x,y en la superficie se puede estimar mediante la variación de  $I_0$  y tiempo de exposición, t. El espesor deseado también se puede estimar en una base de voxel por voxel donde i y j representan las coordenadas de fila y columna de un voxel particular y  $X_{Thicky}$  es el espesor formada de ese mismo voxel.

30

$$X_{Thick}(x, y) = f(I_0(x, y), t(x, y)) \quad \text{Ecuación 17}$$

35

$$X_{Thicky} = f(I_{0_{ij}}, t_{ij}) \quad \text{Ecuación 18}$$

$$X_{Thicky} = \frac{-1}{\alpha c} \left[ \ln \frac{1}{I_{0_{ij}}} + \ln \left( \left( \frac{-\ln(1 - X_{gel})}{kt_{ij} \exp(-E/RT)} \right)^{1/\beta} \right) \right] \quad \text{Ecuación 19}$$

40

$$x_{Thick_{ij}} = \frac{-1}{\alpha c} \left[ \ln \frac{t_{ij}^{-1/\beta}}{I_{0_{ij}}} + \ln \left( \frac{-\ln(1 - X_{gel})}{k \exp(-E/RT)} \right)^{1/\beta} \right]$$

Ecuación 20

$$x_{Thick_{ij}} = \frac{1}{\beta \alpha c} \ln t_{ij} + \frac{1}{\alpha c} \ln I_{0_{ij}} - \frac{1}{\alpha c} \ln \left( \frac{-\ln(1 - X_{gel})}{k \exp(-E/RT)} \right)^{1/\beta}$$

Ecuación 21

5

$$x_{Thick_{ij}} = \frac{1}{\beta \alpha c} \ln t_{ij} + \frac{1}{\alpha c} \ln I_{0_{ij}} - \frac{1}{\beta \alpha c} \left( \frac{E}{RT} + \ln(\ln(1 - X_{gel})^{-1}) - \ln k \right)$$

Ecuación 22

$$x_{Thick_{ij}} = \frac{1}{\alpha c} \left( \ln I_{0_{ij}} + \frac{1}{\beta} \left( \ln t_{ij} - \left( \frac{E}{RT} + \ln(\ln(1 - X_{gel})^{-1}) - \ln k \right) \right) \right)$$

Ecuación 23

10

$$x_{Thick_{ij}} = A(\ln I_{0_{ij}} + B(\ln t_{ij} - C))$$

Ecuación 24

$$x_{Thick_{ij}} = A \ln I_{0_{ij}} + AB \ln t_{ij} - ABC$$

Ecuación 25

15

Los valores típicos para los parámetros (Tabla 1) en la ecuación se pueden estimar a partir del análisis de los datos cinéticos.

20 **Tabla 1. Parámetros de la Ecuación 14**

Parámetro	Unidades	Valor	Descripción
E	kJ/mol.	12,0	Energía de activación
R	J/K mol.	8,31451	Gas Constante
T	°K	333	Temperatura
k		1,3	Tasa constante
X <sub>gel</sub>		0,2	Conversión a gelación
β		0,5	Factor cinético
I <sub>0</sub>	mW/cm <sup>2</sup>	10	Intensidad
α	μm <sup>-1</sup>	1,3	Coeficiente de extinción
c		0,01	Concentración

30

35

Usando este modelo y los parámetros de referencia que se muestran en la Tabla 1, un gráfico de la distancia de la superficie de forma libre es de la superficie irradiada como una función del tiempo e intensidad (suponiendo un Xgel de 20%) se representa gráficamente en la Fig. 19. La estimación de una distancia de la superficie de forma libre de la superficie de la superficie de óptica de formación se representa como 1920, frente al tiempo de irradiación 1930. Y, estos valores se muestran para el cálculo de tres diferentes intensidades de incidente 1940. Como puede estar claro de la discusión, ya que el producto de esta irradiación será un Precursor de Lente 1700, la distancia es una estimación del espesor de la Forma de Precursor de Lente 1730, para una intensidad dada y el tiempo de la intensidad. Después de la discusión del aparato DLP™ anterior, puesto que este aparato funciona como un control de intensidad digital, el tiempo estaría relacionado con el tiempo integrado que un elemento de espejo pasó en el estado encendido. La intensidad que realmente se produce en un lugar determinado de Voxel se puede medir con precisión mediante alguna técnica, pero el poder del aparato es que una medición del producto de lente producido de un primer pase puede ser comparado con el espesor de destino, y la diferencia se puede utilizar para conducir a una diferencia de tiempo para una intensidad particular, haciendo referencia a la relación en la Fig. 19. Por ejemplo, si la intensidad llegando a una ubicación Voxel con el espejo "encendido" es 10 mW/cm<sup>2</sup>, entonces, en referencia a la Fig. 19 1910, el ajuste que resultaría a partir del modelo se puede conocer por deslizamiento a lo largo de la curva 1910 a un nuevo objetivo de espesor y generando un nuevo parámetro de tiempo. El algoritmo de control puede usar este objetivo de tiempo calculado para ajustar el tiempo de exposición sobre cada uno de una serie de cuadros de "película" y cantidad promedia que en total es igual al tiempo de objetivo. O de otra manera, se podría usar el tiempo máximo por trama y después una última trama intermedia podría tener una fracción del tiempo máximo por trama y, a continuación los cuadros restantes podrían tener un estado de desconexión definido. De alguna manera, el tiempo ajustado puede a continuación podría utilizarse para fabricar un próximo lente y se repite el proceso.

Después de la exposición, el Precursor de Lente se elimina del depósito de Mezcla Reactiva y se procesa con el aparato de eliminación química fluida, como se muestra en las Figs. 12 y 13. El lente entonces se estabilizó como se discutió en las secciones relacionadas. A continuación, el lente se estabilizó con una exposición radiante de 420 nm, un punto en el que el absorbedor en Etafilcon A, Norbloc, ya no absorbe la luz incidente de manera significativa. A continuación, el lente se midió y posteriormente se hidrató con el aparato mencionado anteriormente.

Lentes reales se han hecho de esta manera con Etafilcon A, mezcla reactiva de monómeros y se mide por su potencia óptica. La potencia óptica medida, en dioptrías, se presenta en la siguiente tabla para dos lentes.

**Tabla 2. Datos de lentes fabricados**

Número de dispositivo	Potencia óptica de objetivo (Dioptero)	Potencia óptica medida (Dioptero)
1	-5,75	-5,55
2	-5,75	-5,92

En un sentido similar, las condiciones del proceso fueron utilizadas para fabricar otro lente con el mismo sistema químico, Etafilcon A y el lente se midió usando un aparato de interferómetro de frente de onda transmitido. En la Fig. 4, la señal de diferencia entre una óptica de formación y el lente producido se muestra como 400, una asignación de la topografía del lente producido. Es de destacar que la zona óptica del lente muestra la topografía así formada por las líneas circulares concéntricas 410. La superficie es un dispositivo de lente oftálmico de calidad.

En la producción de lentes 400 y su medición, hay características que fueron diseñadas en el lente y se producen como figura en la cartografía topográfica. Por ejemplo 420, incluye canales de drenaje programados en el Formulario de lente precursor con baja intensidad programada durante la exposición de la película. Un tipo diferente de canal se mide como 440. Este artículo 440, incluye un canal de longitud, útil como una marca de alineación de la superficie del lente. Esta característica se repite en forma similar en el otro lado del lente y justo por encima de la característica indicada 440 para crear una orientación clara de la superficie del lente frontal, axialmente, en el espacio.

Tabla 3. Parámetros ejemplares para lente 1+2

Descripción	Parámetro
Dosis de Mezcla Reactiva de monómeros	300 $\mu$ L
Mezcla Reactiva de Monómeros	Etafilcon A
Mezcla Reactiva de Monómeros O2	7%
Litografía a base de Voxel ambiente -O2	7%
Procesamiento de Precursor de Ambiente -O2	0%
Exposición de formación a Óptica	102 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>
Secuencia de Número Imagen	128 Cuadros
Tiempo de Exposición Total	115 Seg
Tiempo de Coalescencia - Convexo Abajo	30 Seg
Pasos de Efecto Mecha	Uno
Tiempo Post Efecto Mecha - Convexo Abajo.	60 Seg
Tiempo de Estabilización	200 Seg
Tiempo de Fijación	240 Seg
Intensidad de Fijación a Óptica	4 mW/cm <sup>2</sup>
Fluido de Hidratación	DI w/300ppm Tween
Temp de Hidratación	90 C
Tiempo de Hidratación	15 Mm

### Ejemplo 2

En esta sección una descripción de una forma de realización específica alternativa de un componente óptico de formación 580 se da en la Fig. 18 1800. Una vez más, la óptica de formación es el soporte sobre el que un Precursor de Lente o el Lente puede construirse. Su representación como 1000, Fig. 10, puede ser la más sencilla para esta discusión. Fig. 10, en una realización ya descrita, puede representar una óptica sólida de la masa sustancial 1010, con una superficie de calidad óptica formada sobre ella 1011. La realización alternativa de 1800, discutida aquí reemplazó el elemento masivo 1010, con una pieza de molde 1810, que puede ser muy similar a las piezas de molde que comúnmente comprenden el volumen de producción de lentes oftálmicos estándar por normas de producción actuales. En tal caso, la pieza de molde puede haber sido formado por moldeado de inyección a una forma óptica estándar.

La forma plástica resultante podría tener conformación adicional alrededor de la superficie óptica, la cual es similar a 1011, que comprende un pozo que rodea la superficie óptica 1860. Complejidad adicional puede derivarse mediante la formación en el mismo formato de plástico, tubos 1850 y 1890, que pueden ser útiles en un flujo de fluidos durante el uso de los diversos aparatos. De manera similar, la óptica de formación podría estar centrada dentro de una pieza de metal más grande 1840, como 1040 y sus elementos asociados. En esta causa ejemplar, no obstante, la periferia de la óptica de formación de plástico moldeado podría sellarse con un ajuste de presión entre dos piezas de metal en una forma similar de 1040. El dispositivo de material compuesto resultante sería útil a partir de este punto para funcionar de manera similar a algunas realizaciones de 1000; sin embargo, en una sola pieza que puede incluir tanto la función de la óptica 1000 y del depósito 1110 y 1140.

En uso, este ejemplar forma una sola pieza del molde, pozo y aparato de sujeción se puede ahora cargarse en una posición equivalente (en torno a 580 en la Fig. 5) en el sistema óptico de litografía a base de Voxel 500. Algunas formas de realización de esta alternativa ejemplar pueden incluir que tiene una pieza superior de plástico 1830, formada sobre la óptica de formación y pozo. Esto entonces define un volumen de espacio que permite que los tubos antes mencionados puedan fluir dentro.

Una realización alternativa del sistema óptico de la litografía a base de Voxel, puede consistir en la definición de la trayectoria de luz que viene desde un lugar inferior a través de la superficie óptica de formación 1810, en lugar de venir desde arriba. Esto permitiría que el pozo alrededor de la óptica de formación se llene sobre la superficie óptica de formación interna con la Mezcla Reactiva de formación de lente 1870, durante una etapa apropiada.

Basándose en el diseño de la superficie óptica de formación y las características ópticas de lente deseadas de una serie de imágenes programadas pueden calcularse para irradiar la mezcla reactiva con la óptica de formación de realización alternativa y pozo. La mezcla reactiva 1870 puede ser llenada en el pozo por algún medio, a un nivel que desborda la superficie óptica de formación. Los mismos tubos de llenado 1850 y 1890, pueden ahora hacer fluir una mezcla gaseosa de pasivación sobre la parte superior de la mezcla reactiva de lente de la misma manera que lo hizo en artículos de realización 990 y 960. Después de que se realice la etapa de irradiación a través de esta realización de óptica de formación, el tubo de salida 1890, en la forma puede ser cerrada por algunos medios en este punto, y después la presión de los gases de entrada 1850, ahora puede obligar a la mezcla reactiva restante 1870 por el



desagüe 1880. Resultando sobre la superficie de la óptica de formación ahora puede ser un Precursor de Lente 1820, del tipo mostrado en 1700.

5 Partiendo de una perspectiva a modo de ejemplo, si el diseño del Precursor de Lente incluye canales de drenaje suficientes para auto mecha del lente de suficiente Mezcla Reactiva de Lente Fluido, a continuación, puede permitirse que el lente se procese en una etapa de estabilización del lente en la óptica de plástico formado, soporte y pozo, comprendiendo esta forma de realización alternativa.

10 Mediante la emisión de irradiación de fijación a través de la forma plástica, el Precursor de Lente puede ser alterado a un lente de una manera similar que se discutió previamente. Un paso de metrología, si se puede mirar a través de una capa de plástico entre el lente y el aparato de la metrología, podría proporcionar el cumplimiento de las características del objetivo para el rendimiento deseado. Los tubos de flujo ahora pueden ser utilizados para hacer fluir medios acuosos calentados con surfactante a través de la cámara de lente y llevar a cabo la etapa de hidratación, la limpieza y la eliminación. Y, en algunas realizaciones una parte o toda la forma de plástico puede incluir un recipiente de almacenamiento en el que se llena el soporte de almacenamiento apropiado a medida que el lente se envasa.

15 Conclusión

20 La presente invención, como se describió anteriormente y como se define posteriormente en las reivindicaciones abajo, proporciona aparatos para la formación de Precursores de Lente op Oftálmicos.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un aparato para formar un Precursor de Lente Oftálmico (1700), comprendiendo el aparato:  
un sustrato (580) que comprende una superficie arqueada, en la al menos una parte del sustrato incluye una superficie de calidad óptica; y una fuente de radiación actínica (520) controlable para curar una parte de una Mezcla Reactivo, comprendiendo dicha fuente de radiación actínica (520) una fuente de haz de luz y un dispositivo de espejo digital (510);
- 10 dicho dispositivo de espejo digital (510) capaz de dividir un haz de luz en múltiples píxeles de luz, en el que píxeles discretos pueden ser dirigidos a una ruta de ENCENDIDO y APAGADO de una trayectoria, en el que la ruta ENCENDIDO se dirige sobre la superficie de calidad óptica para el curado de una parte de la mezcla reactiva de la superficie de calidad óptica en un patrón predefinido voxel por voxel;
- 15 **caracterizado por** que el aparato comprende una fuente de radiación actínica de fijación además de la fuente de radiación actínica controlable para curar una parte de una Mezcla Reactiva.
- 20 2. El aparato de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un recipiente (590) de sujeción de un volumen de Mezcla Reactiva; en el que el volumen de Mezcla Reactiva toma contacto con la superficie óptica de calidad mientras esté contenido dentro del recipiente (590) y excede el volumen del Precursor de Lente oftálmico (1700).
- 25 3. El aparato para formar un Precursor de Lente oftálmico de la reivindicación 1, en el que el aparato incluye además:  
un homogeneizador (530) posicionado para recibir luz de la fuente de haz de luz y proporcionar la luz con una intensidad más uniforme que la luz recibida y en el que la luz con una intensidad más uniforme incluye la radiación actínica.
- 30 4. El aparato para formar un Precursor de Lente oftálmico de la reivindicación 3, en el que el dispositivo de espejo digital (510) puede reflejar al menos una parte de la luz proporcionada por el homogeneizador (530).
- 35 5. El aparato para formar un Precursor de Lente oftálmico de la reivindicación 4, en el que el aparato incluye además óptica para la convergencia de la luz reflejada por el dispositivo de espejo digital (510).
6. El aparato para formar un Precursor de Lente oftálmico de la reivindicación 4, en el que el sustrato (580) incluye una parte de molde que comprende una superficie que forma el lente, al menos parcialmente transmisivo a la radiación actínica, en el que la parte de molde se coloca para recibir la radiación actínica desde el sistema de lente convergente.
- 40 7. El aparato de la reivindicación 3, en el que el aparato se apoya sobre soportes vibratorios activos.
8. El aparato de la reivindicación 3, en el que el homogeneizador (530) incluye un homogeneizador de colimador.

45

50

55

60

65

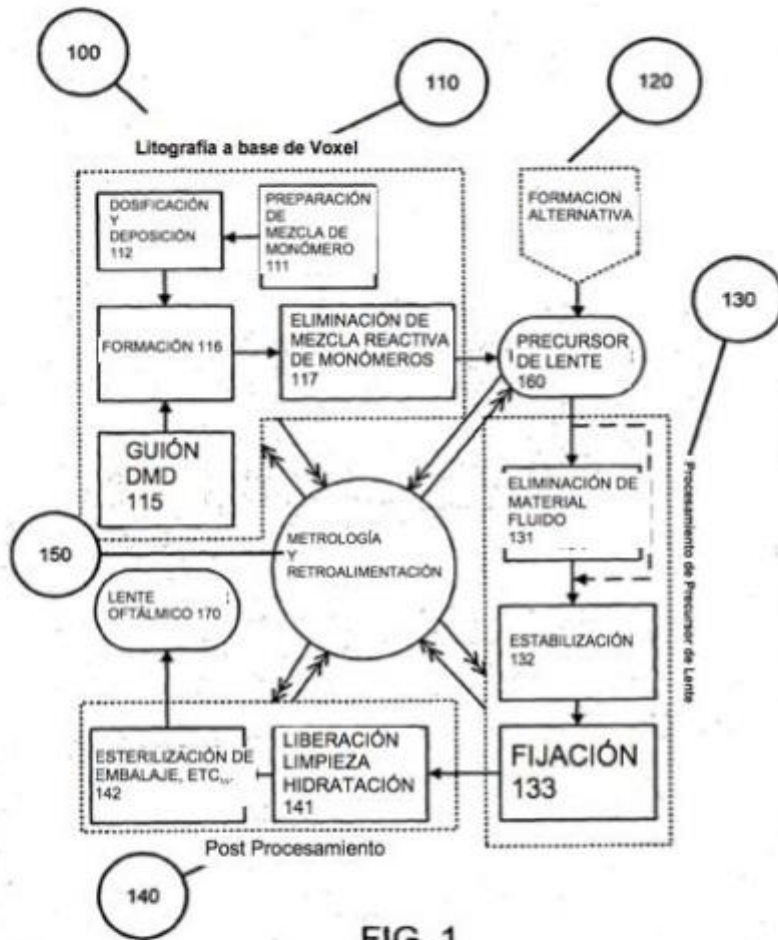


FIG. 1

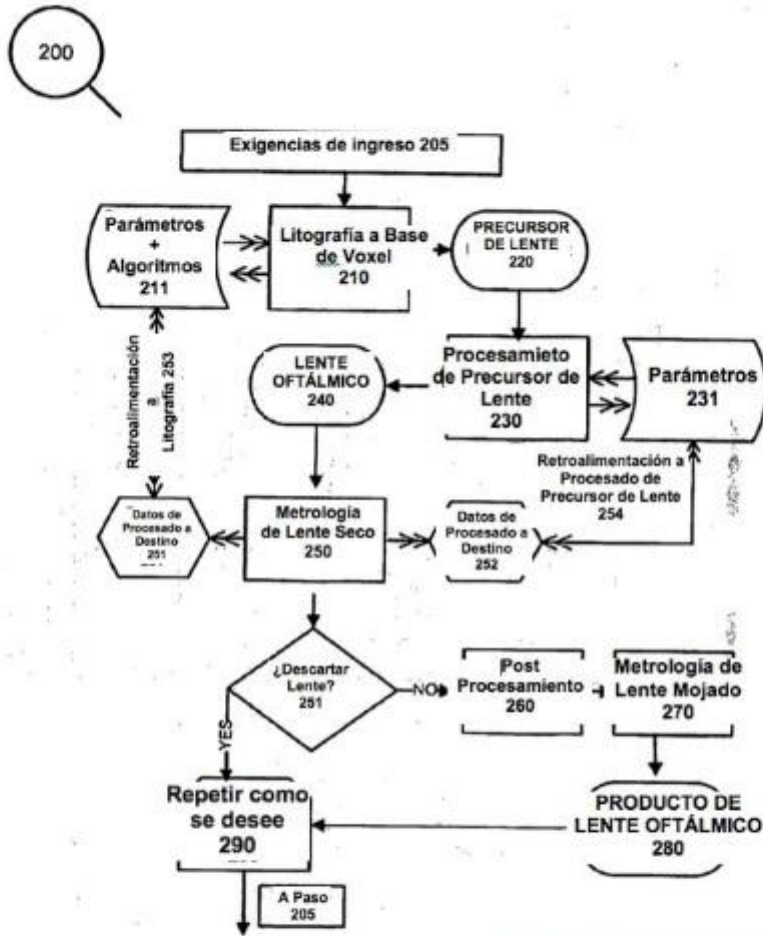


FIG. 2

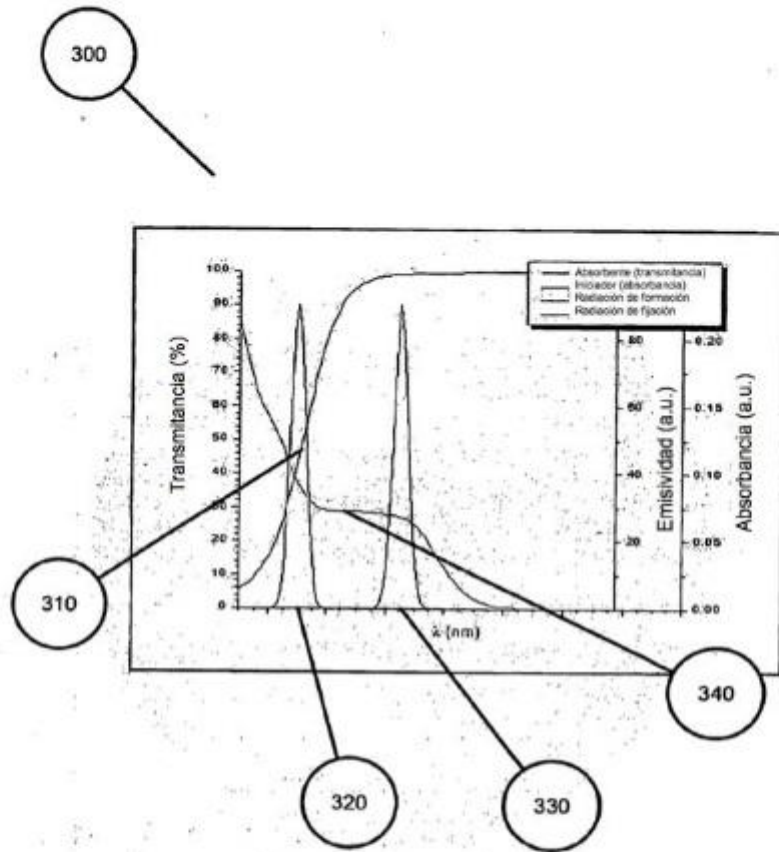


FIG. 3

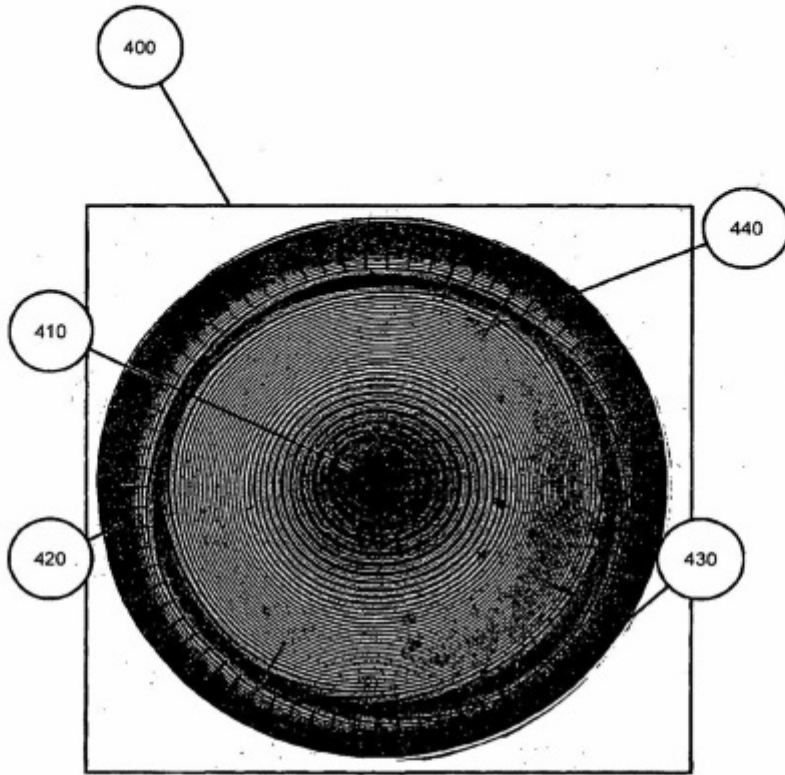


FIG. 4

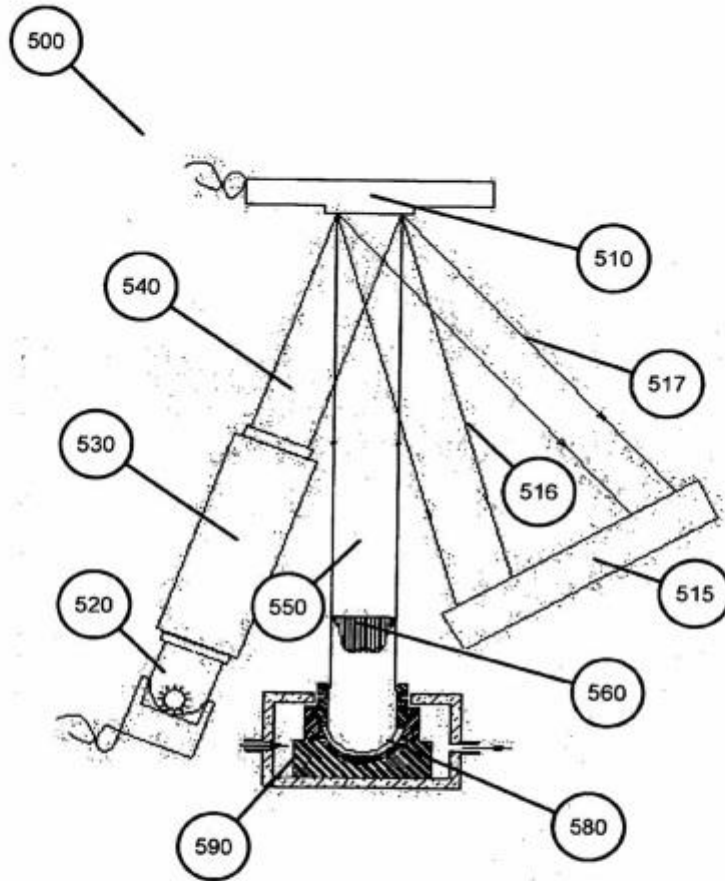


FIG. 5

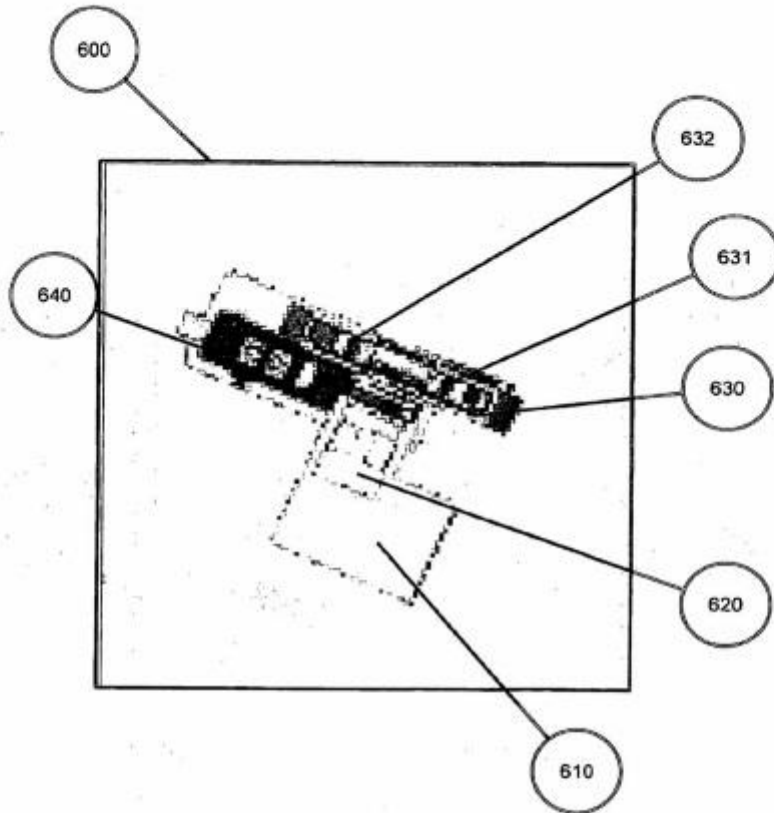


FIG. 6



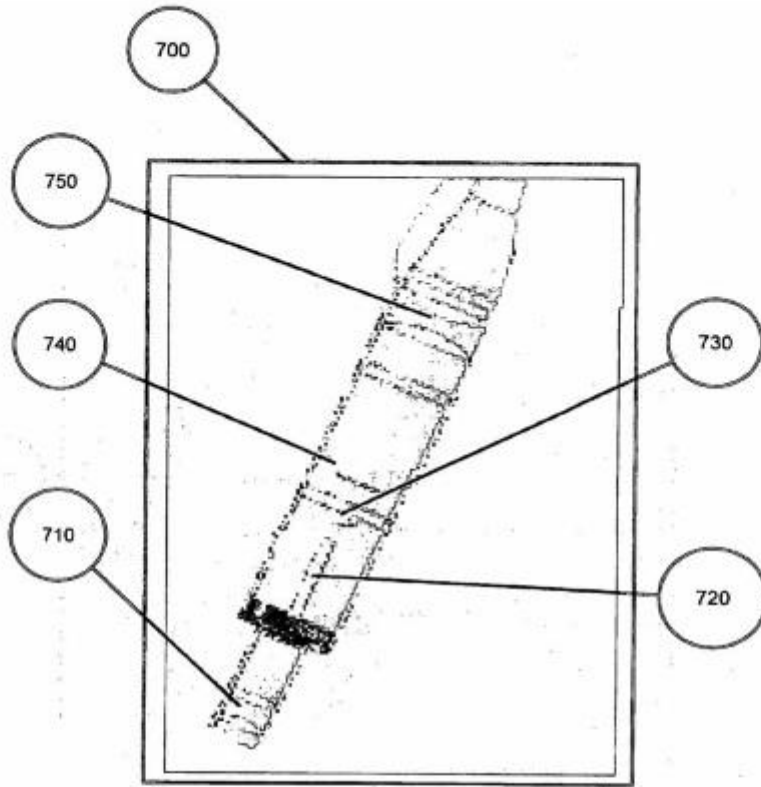


FIG. 7

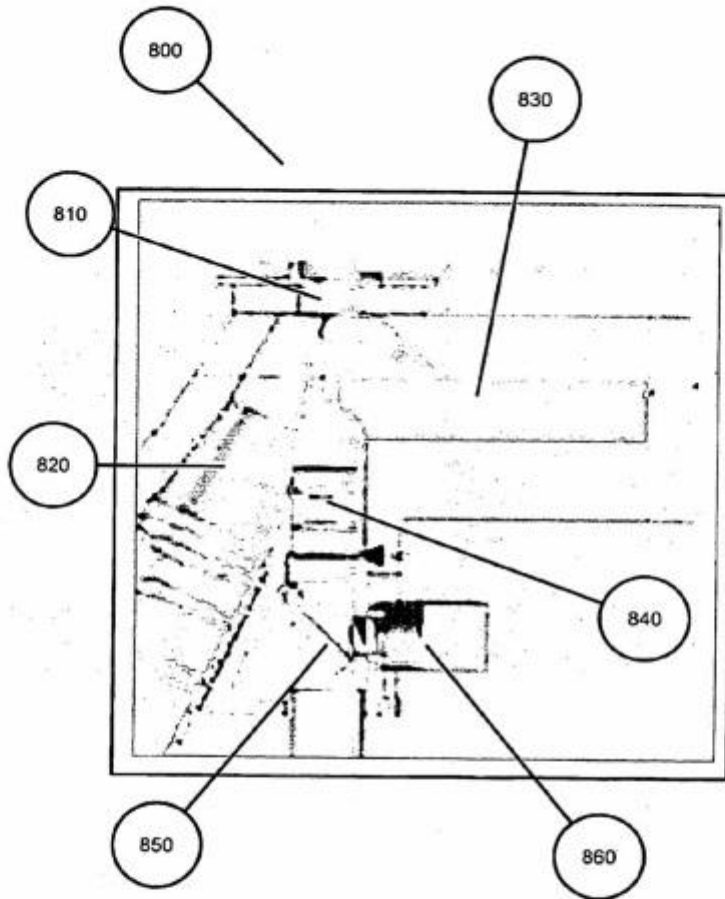


FIG. 8

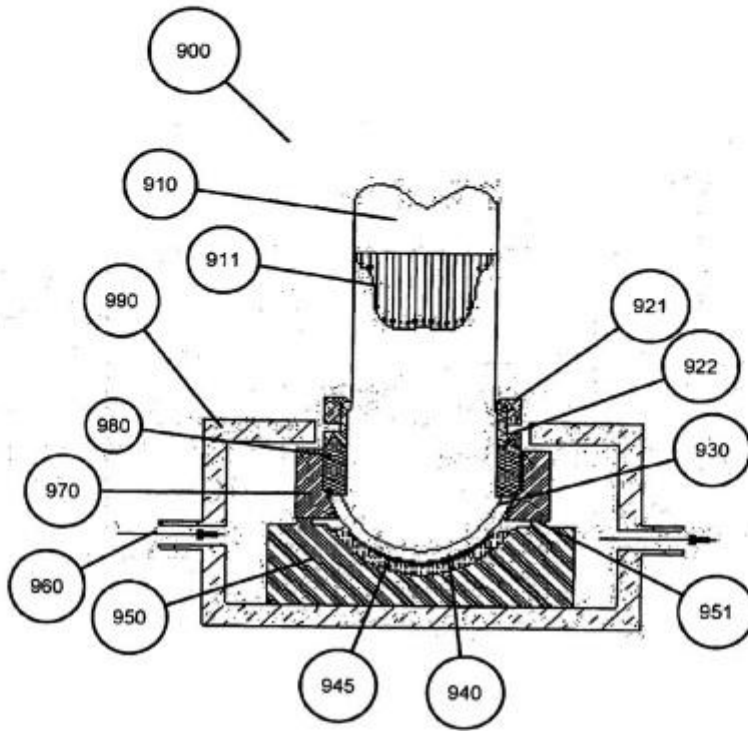


FIG. 9

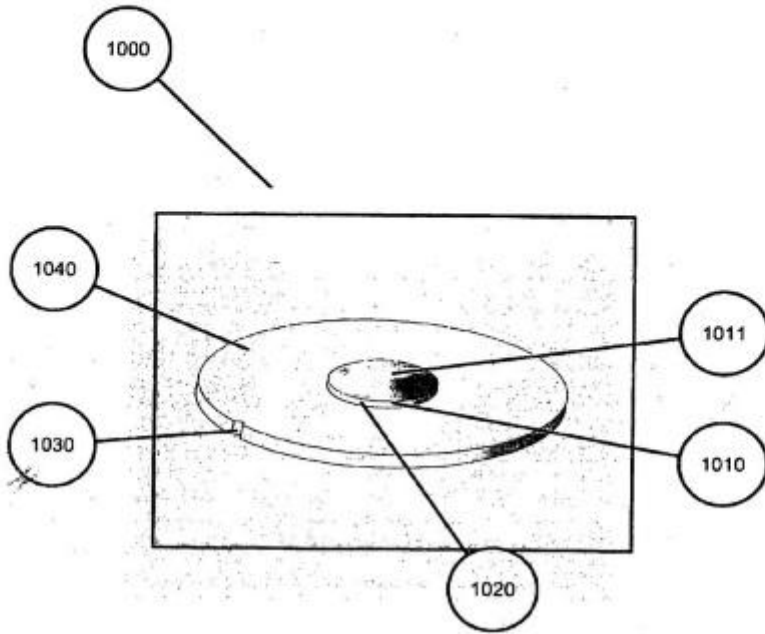


FIG. 10

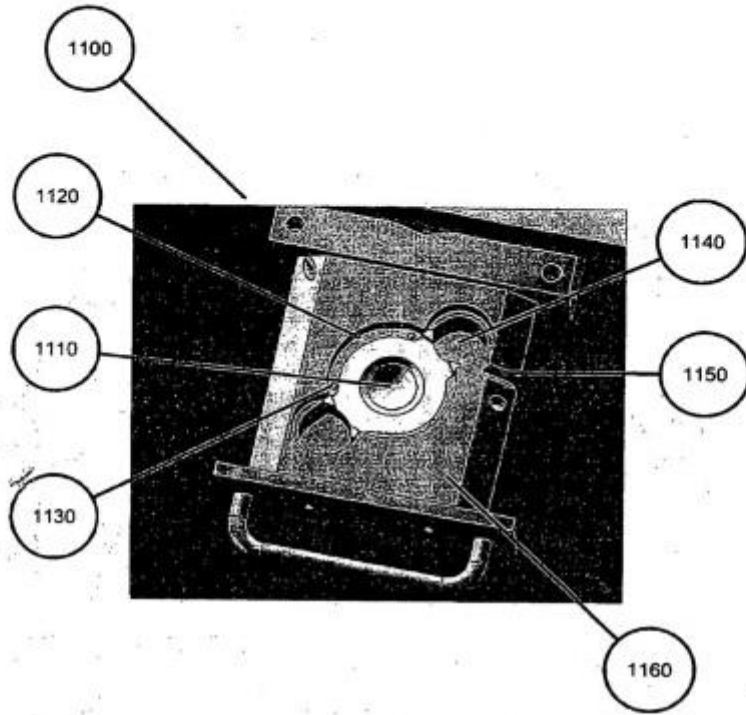


FIG. 11

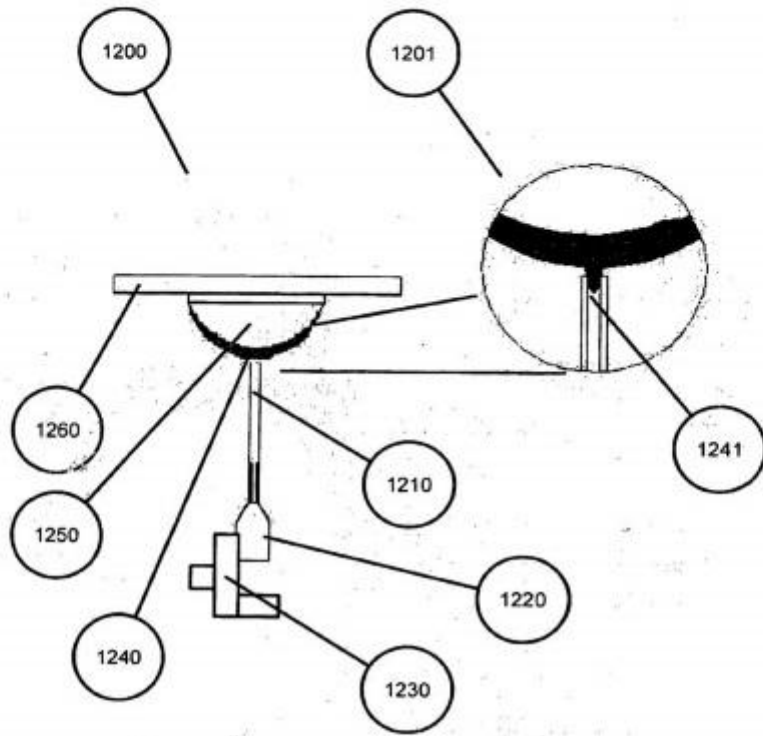


FIG. 12

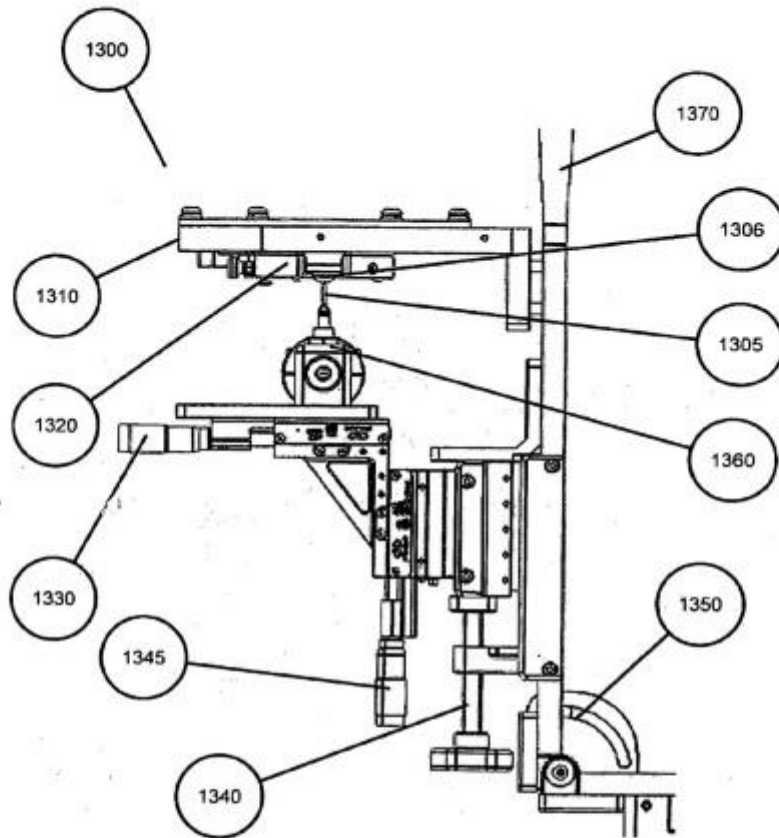


FIG. 13

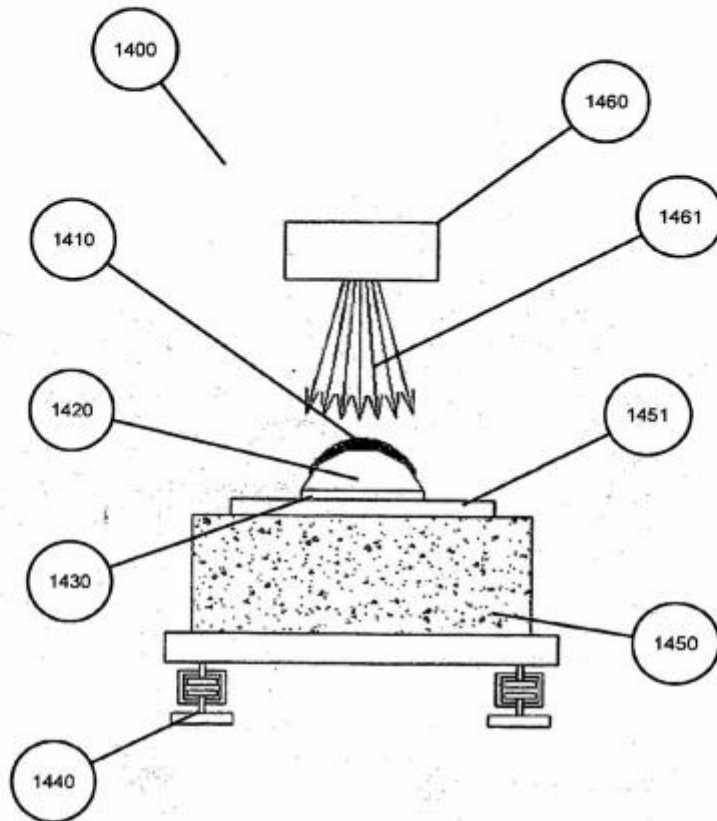


FIG. 14



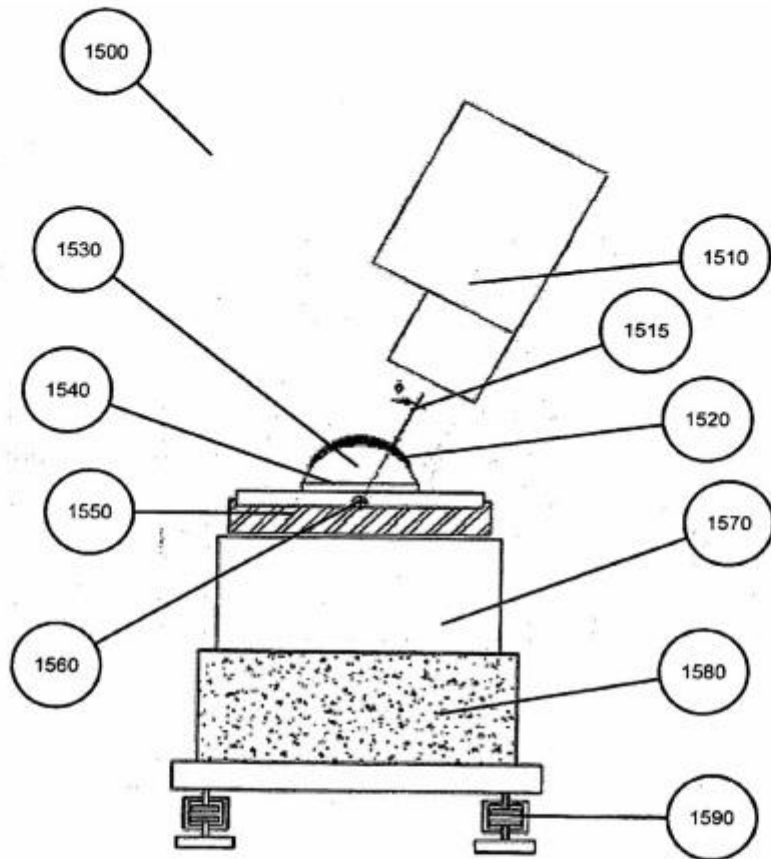


FIG. 15

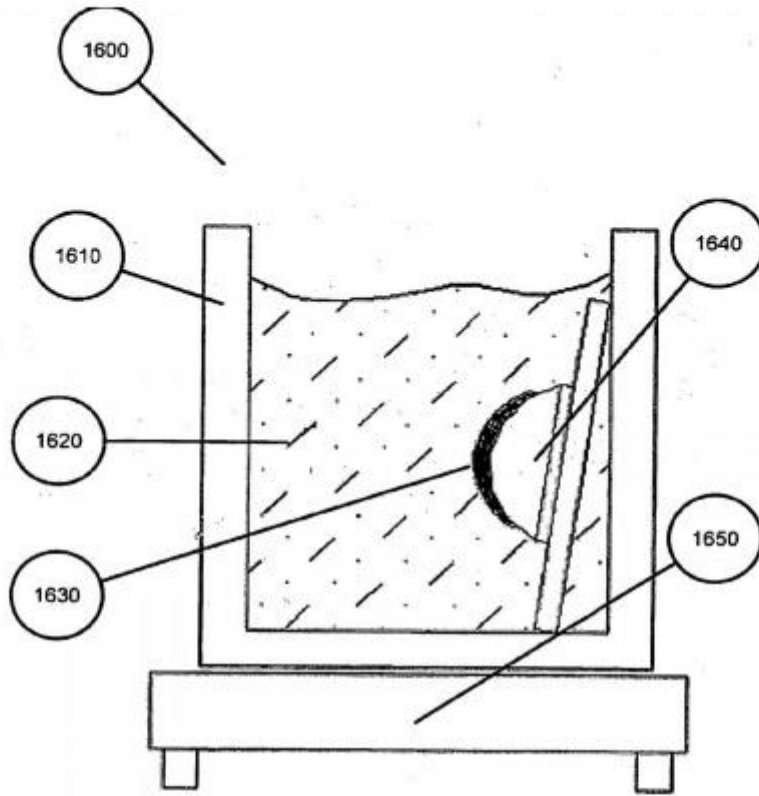


FIG. 16

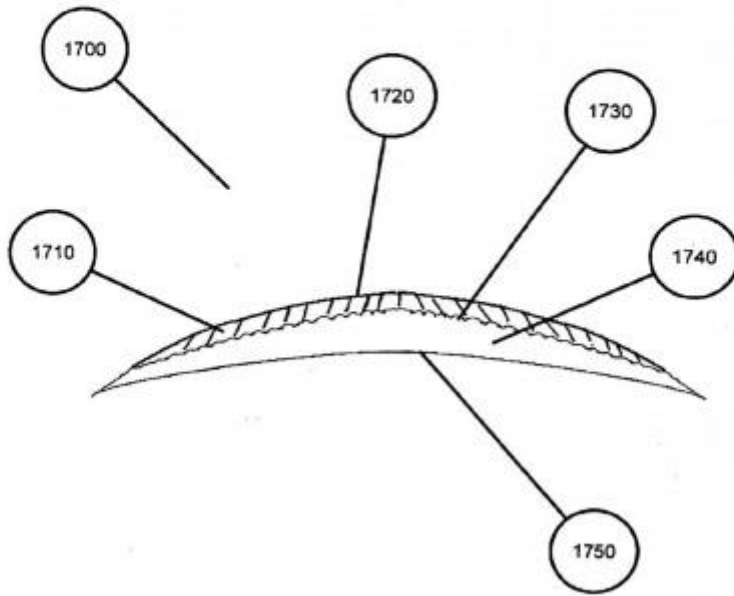


FIG. 17

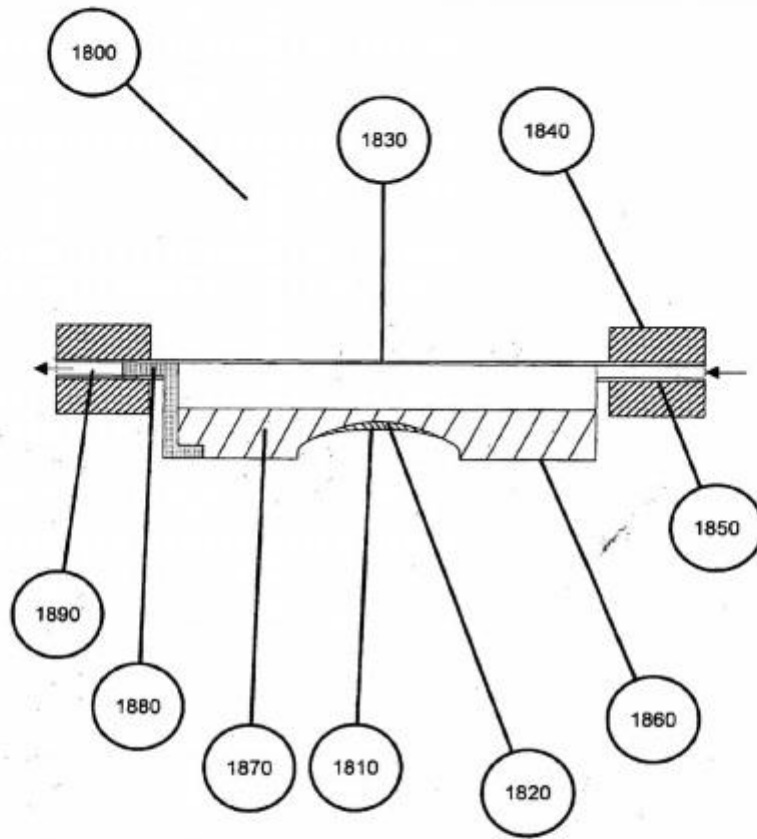


FIG. 18

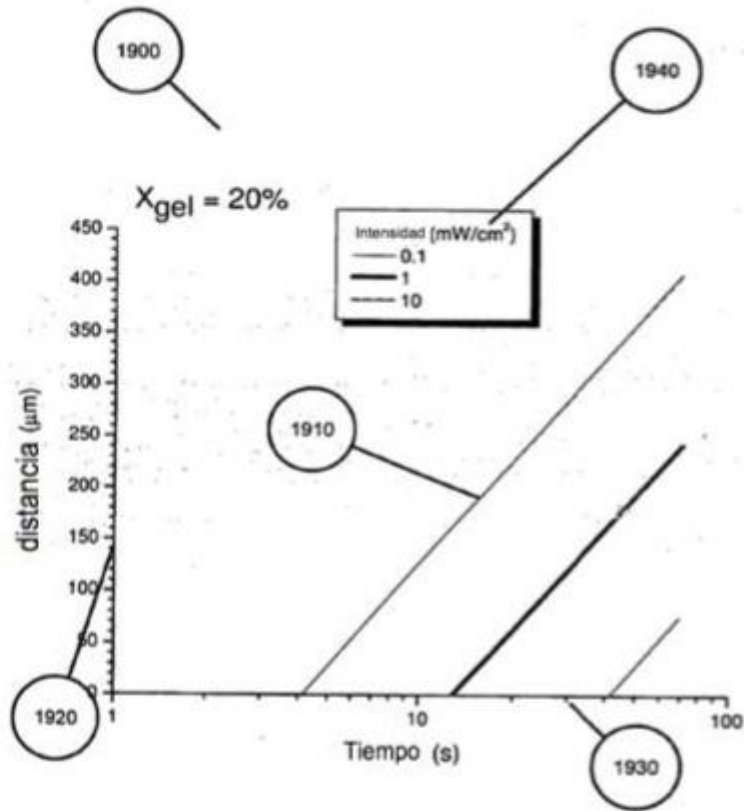


FIG. 19