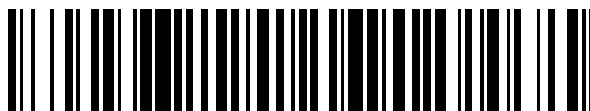


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 311**

51 Int. Cl.:

B29D 11/00 (2006.01)

B29C 33/30 (2006.01)

B29C 33/40 (2006.01)

B29L 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2005 PCT/US2005/041619**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2006 WO06055677**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2005 E 05849287 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 1812225**

54 Título: **Dispositivo de moldeo**

30 Prioridad:

18.11.2004 US 992224
29.08.2005 US 215361

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2019

73 Titular/es:

QSPEX TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
1525 Bluegrass Lake Parkway
Alpharetta, GA 30004, US

72 Inventor/es:

SU, KAI;
LU, RICHARD;
WRIGHT, DAVID y
MAKITA, DEBBIE

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 729 311 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de moldeo

5 Campo de la invención

La presente invención comprende un dispositivo de moldeo para moldear lentes en las que dos moldes, preferentemente conformados a partir de plástico, están interconectados o unidos entre sí mediante un anillo, para así conformar una cavidad de molde que tiene sustancialmente las mismas dimensiones que la lente que debe conformarse en su interior. La invención se refiere, en particular, a un dispositivo de moldeo con las características de la reivindicación independiente 1.

Antecedentes

15 En el documento EP 1410889 A1 se divulga un dispositivo de moldeo. En el documento US 2004/0099971 A1 también se divulga técnica anterior relacionada.

La técnica de moldeo de lentes supone la introducción de un material formador de lente, tal como un monómero o mezcla de monómeros, dentro de un volumen y, después, polimerizar el material formador de lente para que pase a sólido. La lente conformada puede utilizarse para aplicaciones de especialidad óptica o oftálmicas. Tradicionalmente, los dispositivos oftálmicos se han creado conformando, en primer lugar, una cavidad a partir de dos moldes separados y, después, rellenando dicha cavidad con un material líquido que se curará y conformará un perfil sólido. Los moldes utilizados en este tipo de procesos suelen ser vidrio o metal, debido a su resistencia a productos químicos y a la poca cantidad de distorsión geométrica que experimentan con el tiempo.

Más habitualmente, dos piezas de molde de vidrio y una junta conforman el volumen que define las dimensiones de la lente que debe moldearse. Algunas de las juntas de la técnica anterior se conocen como "juntas en T", que incluyen un orificio que tiene dos extremos que, de manera complementaria, reciben cada uno un molde de vidrio respectivo separado a una distancia axial predeterminada del otro molde. Distintas juntas en T son necesarias para conformar lentes de diferentes potencias ópticas, pues solo permiten una distancia de separación entre los moldes. En consecuencia, los fabricantes deben tener juntas en T para una lente +2, otra para una lente -3, otra más para una lente -4, etc.

Una mejora de este diseño de "junta en T" se divulga en la patente estadounidense n.º 6.068.464 (de aquí en adelante, "la patente '464"), en la que al menos uno de los dos moldes puede moverse de manera deslizante a lo largo del orificio de la junta. Así, este diseño dispone de una junta "universal" que se puede utilizar para conformar diferentes potencias ópticas de lente, mientras que una determinada junta en T de la técnica anterior se puede utilizar para conformar una potencia óptica de lente, y una junta en T distinta se utiliza para conformar otra potencia óptica.

El documento de patente estadounidense n.º 5.551.663 (de aquí en adelante, "la patente '663") describe el uso de moldes de plástico durante la fabricación de lentes oftálmicas, pero no menciona la fabricación efectiva de las lentes. Este enfoque requería el uso de un "revestimiento de protección" que se tenía que aplicar primero en el molde antes de que este pudiera utilizarse. Este revestimiento protector se convirtió en una parte permanente del molde y permitió poder utilizar el molde de manera continua. Las pruebas de que el revestimiento perduraba son evidentes en la descripción de la prueba de adhesión, utilizada para garantizar una adhesión adecuada del revestimiento sobre el molde. La patente describe un "molde de plástico que tiene una cara adherente que facilita la liberación y resistente a la abrasión". El fin del revestimiento de la patente '663 es impedir que el material de la lente afecte al molde. (En comparación, esta solicitud de patente actual aplica un revestimiento en el molde pero con el objetivo de que el revestimiento solo sea temporal y de que se transfiera mediante unión química o física al material de la lente).

El método de la patente '663 plantea problemas significativos en cuanto a su capacidad para producir de manera coherente lentes moldeadas de alta calidad. Los posibles problemas que podrían surgir con el método de la patente '663 incluyen el deterioro de la calidad óptica del molde. Cualquier defecto sobre cada lado del molde podría afectar a la calidad final de la lente. El deterioro puede consistir en que amarillee, se rompa, se raye y se deforme físicamente. Estas formas de deterioro pueden producirse con el uso repetido de un material no rígido. Cualquiera de estos tipos de deterioro podría alterar la calidad óptica de las lentes fabricadas. Adicionalmente, los materiales plásticos serían difíciles de limpiar, pues no son muy resistentes a los productos químicos, ni resistentes a las rayaduras y no son muy resistentes al calor utilizado en muchos procesos habituales.

En consecuencia, existe la necesidad de disponer de moldes de plástico duraderos y económicos que se puedan utilizar para fabricar lentes de diversas potencias ópticas.

Sumario de la invención

65 La presente invención se refiere a un dispositivo de moldeo según la reivindicación 1.

En una implementación de la invención, un molde delantero y un molde trasero, conformados a partir de plástico, se unen o interconectan entre sí a través de un anillo para conformar una cavidad de molde que tiene sustancialmente las mismas dimensiones de la lente que debe moldearse. Dicho de otra manera, las superficies del anillo y de los
5 moldes delantero y trasero definen conjuntamente un volumen conocido como cavidad de molde, que es una imagen negativa de la lente que debe conformarse en su interior.

De manera más específica, el molde delantero tiene una superficie de formación de lente y un borde que delimita la superficie de formación de lente. El molde trasero tiene, de manera similar, una superficie de formación de lente y un
10 borde que delimita su superficie de formación de lente. Las superficies de formación de lente de los moldes delantero y trasero tienen cada una un tamaño que será recibido de manera complementaria por y dentro de la periferia interior del anillo. Los moldes tienen elementos de refuerzo que detienen la inserción de moldes cuando sus respectivas superficies de formación de lente alcanzan un punto predeterminado en el interior del anillo, de modo que la separación entre las dos superficies de formación de lente es una distancia de separación deseada. Esta separación deseada se
15 corresponde con el grosor de la cavidad del molde, que impone el grosor y la potencia óptica de la lente conformada en el dispositivo de moldeo.

Los moldes de la presente invención pueden diseñarse para moldear lentes con distintas potencias ópticas, así como lentes con distintos diámetros efectivos utilizando un molde trasero en común. El diámetro efectivo se corresponde
20 con el diámetro de la lente que está diseñada para ser una parte de la lente acabada después de que se haya recortado para ajustarse en unas gafas. Es decir, para una lente con determinadas superficies ópticas, puede alterarse el grosor de la lente fabricando los moldes delantero y/o trasero con su elemento de refuerzo a una de una pluralidad de distancias desde la respectiva superficie de formación de lente. De manera alternativa, la longitud o altura del anillo puede cambiar para modificar el grosor de la cavidad del molde. Otra alternativa es incluir una pluralidad de
25 protuberancias adyacentes al borde de una de las superficies de formación de lente, en donde la altura de las protuberancias establece el grosor del borde de la cavidad de molde.

La presente invención permite adicionalmente el uso de un molde de plástico desechable durante el proceso de moldeo oftálmico, bien con el aparato divulgado o bien con otros sistemas conocidos en la técnica. Este molde
30 desechable puede fabricarse a partir de una variedad de termoplásticos amorfos y se puede utilizar para fabricar una lente con o sin una variedad de posibilidades de revestimiento. Las lentes conformadas utilizando este proceso son resistentes a los impactos, pueden tener cualquier índice de refracción, pueden (por ejemplo) ser transparentes (sin tintar), tintadas o fotocromáticas, y pueden utilizarse con fines "estéticos" o de seguridad.

En una implementación, la invención incluye un dispositivo de moldeo que comprende una pluralidad de moldes delanteros, estando conformado cada molde delantero por un plástico y con una superficie de formación de lente. Los moldes delanteros están configurados para conformar una pluralidad de lentes con distintos diámetros efectivos. El dispositivo de moldeo incluye además un molde trasero, conformado por un plástico y que tiene una superficie de
40 formación de lente; en donde el molde trasero está configurado para emparejarse con cada uno de la pluralidad de moldes delanteros para conformar una pluralidad de lentes con distintos diámetros efectivos.

Breve descripción de las figuras de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva despiezada de una realización ejemplar de un sistema de moldeo utilizado con
45 la presente invención.

La figura 2A es una vista en sección transversal del molde delantero mostrado en la figura 1, que se utiliza preferentemente para conformar una lente negativa.

50 La figura 2B es un diseño alternativo del molde delantero mostrado en la figura 2A, que se utiliza preferentemente para conformar una lente positiva.

La figura 2C es una vista en sección transversal del molde trasero mostrado en la figura 1.

55 La figura 3A es una vista en sección transversal de los componentes ensamblados de la figura 1.

La figura 3B es un diseño alternativo del sistema de moldeo mostrado en la figura 3A, en el que se incluye el molde delantero de la figura 2B.

60 La figura 4A es una lente conformada por el sistema de moldeo mostrado en la figura 3A.

La figura 4B es una lente conformada por el sistema de moldeo mostrado en la figura 3B.

La figura 5 es una vista en perspectiva del sistema de moldeo de la figura 1, conectado a una bolsa de relleno que
65 contiene monómero.

La figura 6A es una vista en sección transversal de un diseño alternativo de un molde delantero convergente mostrado en la figura 1.

5 La figura 6B es una vista en sección transversal lateral de un diseño alternativo de un molde delantero divergente mostrado en la figura 1.

La figura 6C es una vista en sección transversal de una lente convergente, conformada por el molde delantero mostrado en la figura 6A.

10

La figura 6D es una vista en sección transversal de una lente divergente conformada por el molde delantero mostrado en la figura 6B.

La figura 7A es una vista en sección transversal de una primera lente.

15

La figura 7B es una vista en sección transversal de una segunda lente que utiliza el mismo molde trasero que la lente mostrada en la figura 7A.

La figura 7C es una vista en sección transversal de una tercera lente fabricada utilizando el mismo molde trasero que la lente mostrada en la figura 7A.

20

Descripción detallada de la invención

La presente invención se describe más en particular en la siguiente descripción detallada, incluyendo sus ejemplos.

25 Estos ejemplos están pensados para ilustrar la invención y para los expertos en la materia serán evidentes varias modificaciones y variaciones de estos al mismo tiempo que siguen estando dentro del alcance de la invención. Tal y como se utiliza en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones, "un", "una" o "el", "lo", "la" pueden significar uno o más, dependiendo del contexto en el que se utilice. A continuación, se describe una primera realización haciendo referencia a las figuras, en las que los números similares indican partes similares a lo largo de las figuras. La presente
30 invención comprende un dispositivo de moldeo 10 que se puede utilizar para conformar lentes con distintas potencias ópticas y formas geométricas, tales como lentes de gafas, mediante un método ejemplar útil para comprender la presente invención.

La presente invención comprende adicionalmente métodos para fabricar lentes oftálmicas que utilizan moldes de
35 plástico desechables.

En este análisis, se comenta en primer lugar una realización ejemplar de un sistema de moldeo que comprende componentes plásticos, en el contexto de los componentes, y el método de dichos componentes. El primer análisis proporciona el contexto y va seguida de los aspectos de la presente invención que involucran lentes oftálmicas de
40 moldeo que utilizan moldes de plástico. Este último análisis no está pensado para limitar la realización ejemplar del sistema de moldeo divulgado en el presente documento.

Dispositivos de moldeo de lente

45 A continuación, haciendo referencia a las figuras 1-7, el dispositivo de moldeo 10 de la presente invención incluye un molde delantero 20 y un molde trasero 40, ambos conformados preferentemente con plástico. El dispositivo de moldeo 10 también incluye un anillo 50, que también puede denominarse casquillo o junta. El anillo 50 también está preferentemente conformado con plástico y tiene extremos opuestos 52, y una periferia interior 54, y una periferia exterior 56. Tal y como se ha comentado anteriormente, las partes de los moldes delantero y trasero 20, 40 son
50 recibidas de manera complementaria en la periferia interior 54 para conformar una cavidad de molde 60.

El molde delantero 20 tiene una superficie de formación de lente 22, un borde 28 que rodea la superficie de formación de lente 22 y una base 30 que tiene unas dimensiones mayores que las de la periferia interior 54. El borde 28 que rodea la superficie de formación de lente 22 tiene unas dimensiones para ser recibido de manera complementaria en
55 el interior de una parte de la periferia interior 54 del anillo 50 y forma preferentemente un sello sustancialmente estanco al líquido entre medias. El borde 28 se recibe de manera deslizante dentro de la periferia interior 54 del anillo 50 hasta que la base 30 hace tope con el extremo 52 en el que se insertó el borde 28.

De manera similar, el molde trasero 40 tiene una superficie de formación de lente 42, un aro 46 que rodea la superficie de formación de lente 42 y un reborde 48, que tiene unas dimensiones mayores que la periferia interior 54 del anillo
60 50. El aro 46 también tiene unas dimensiones para ser recibido de manera complementaria dentro de la periferia interior 54 del anillo 50, lo que se produce hasta que el extremo 52 del anillo 50 hace tope con el reborde 48. El aro 46 y la periferia interior 54 también forman preferentemente un sello sustancialmente estanco al líquido entre medias.

65 Tal y como se muestra en las figuras 3A y 3B, cuando el borde 28 del molde delantero 20 y el aro 46 del molde trasero

40 se reciben en los extremos respectivos del anillo 50, las superficies de formación de lente 22, 42 de los moldes delantero y trasero 20, 40 y el anillo 50 conforman una cavidad de molde 60 que tiene las dimensiones de una lente deseada que puede conformarse en su interior.

- 5 Es decir, la cavidad del molde 60 es una reproducción de la lente que debe conformarse y tiene un volumen definido por el anillo 50, el molde delantero 20 y el molde trasero 40.

Para conformar una lente cuando el anillo 50 y los moldes delantero y trasero 20, 40 están unidos o colocados juntos apropiadamente, se añade o se inyecta una resina, tal como un monómero u otro fluido formador de lente, dentro de la cavidad del molde 60 y se cura. Con este fin, el anillo 50 define una abertura de introducción 70 y una abertura de ventilación 72 a su través, que se muestran en las figuras 1 y 5. La abertura de ventilación 72 proporciona la comunicación fluida desde la cavidad del molde 60 hasta el exterior de este (es decir, hasta el entorno).

Tal y como se muestra mejor en las figuras 1 y 5, cuando los moldes delantero y trasero 20, 40 se disponen en vertical, la cavidad del molde 60 es sustancialmente circular en vista en planta y la abertura de ventilación 72 se coloca aproximadamente en el centro superior (la posición de las 12:00). La abertura de introducción 70 está preferentemente desviada de la abertura de ventilación 72. Un intervalo pensado de este desvío es de aproximadamente quince a noventa grados (15°-90°). Aun haciendo referencia a las figuras 1 y 5, se observará que en la abertura de introducción 70 hay unido una extensión 74. La parte superior de la extensión se comunica con la abertura de introducción 70 y está elevada por encima de la abertura de ventilación 72, que garantiza que la cavidad está llena cuando el monómero alcanza la parte superior de la extensión 74. Se observará además que la abertura de entrada 70 es preferentemente una ranura alargada que se extiende a través de la anchura del anillo 50. Este diseño garantiza que haya comunicación con la cavidad del molde 60 a través de la abertura de introducción 70, independientemente de la colocación de los moldes con respecto al anillo, que puede cambiar cuando se utilicen para moldear lentes negativas en lugar de lentes positivas.

Una dimensión fundamental de la cavidad del molde 60 conformada es su grosor. Para lentes negativas utilizadas para ver de lejos o miopía, mostradas, por ejemplo, en la figura 4A, el grosor del centro es un parámetro importante y debe cumplir con las pruebas de impacto requeridas en Estados Unidos. Como ejemplo, las lentes de plástico conformadas con CR39 (que incluye resina termoplástica metacrilato de metilo, mejor conocida por su marca comercial "Plexiglas®" o "Perspex®", y carbonato de dialilglicol) deben tener un grosor central de al menos dos milímetros (2 mm). La realización preferida de la presente invención está diseñada para poder conformar lentes tanto positivas como negativas que cumplan con estos respectivos criterios.

En primer lugar, con respecto a las lentes negativas, el grosor central se obtiene con el diseño de los moldes delantero y trasero 20, 40, junto con la anchura o longitud del anillo 50. A continuación, haciendo referencia a la figura 2A y hablando del molde delantero 20, su base 30 tiene una superficie de contacto 32 que es sustancialmente plana, y dicha superficie de contacto 32 hace tope con un extremo 52 del anillo 50 cuando el borde 28 del molde delantero 20 se inserta en su interior para definir una parte de la cavidad del molde 60. Conjuntamente, la superficie de formación de lente 22 del molde delantero 20 es cóncava y define un nadir 26 o punto bajo, que interseca tangencialmente un plano FMP, definido por la superficie de contacto 32 de la base 30. Así, el nadir 26 de la superficie de formación de lente 22 está a la misma altura relativa que la superficie de contacto 32 cuando el molde delantero 20 se disponga horizontalmente. De esta manera, el nadir 26 está alineado con el extremo del anillo 50 cuando la superficie de contacto 32 hace tope con el extremo 52 del anillo 50.

Tal y como se muestra en la figura 2C, el reborde 48 del molde trasero 40 tiene una superficie de acoplamiento 49, que es sustancialmente plana para hacer tope con el respectivo extremo 52 del anillo 50 cuando se conforma la cavidad del molde 60. La superficie de formación de lente 42 del molde trasero 40 tiene un vértice 44, en el que un plano AP tangencial al vértice 44 es sustancialmente paralelo a y está separado de un plano RMP definido por la superficie de acoplamiento 49. La separación o distancia entre el plano AP tangencial al vértice 44 y el plano RMP, definido por la superficie de acoplamiento 49, se llama altura AH del vértice del molde trasero.

Así mismo, los extremos opuestos 52 del anillo 50 están separados por una altura RH del anillo. Como aprecia un experto en la materia, la altura RH del anillo crea la separación entre la superficie de acoplamiento 49 del molde trasero 40 y la superficie de contacto 32 del molde delantero 20. En consecuencia, la altura RH del anillo es un parámetro que se utiliza para establecer el grosor central de la cavidad del molde 60 y, así, de la lente conformada en su interior. Es decir, para esta realización, el grosor central de la cavidad del molde 60 es igual a la altura RH del anillo menos la altura AH del vértice del molde trasero, ya que el nadir 26 de la superficie de formación de lente 22 del molde delantero 20 está alineado con un extremo del anillo 50. De esta manera, la altura RH del anillo es de tres milímetros (3 mm) y la altura AH del vértice del molde trasero es de dos milímetros (2 mm), por lo que el grosor central (separación entre el vértice 44 del molde trasero 40 y el nadir 26 del molde delantero 20) es de un milímetro (1 mm).

Tal y como se muestra en la figura 3A, el dispositivo de moldeo 10 ensamblado muestra la posición relativa de los componentes para crear el grosor central de la cavidad del molde 60. Específicamente, un extremo 52 del anillo 50 hace tope con la superficie de contacto 32 del molde delantero 20, y el extremo opuesto 52 hace tope con la superficie

de acoplamiento 49 del molde trasero 40. El nadir 26 de la superficie de formación de la lente 22 delantera está separado a una distancia deseada (el grosor central) del vértice 44 de la superficie de formación de la lente 42 trasera cuando los moldes 20, 40 se acoplan entre sí. Dicho de otra manera, el plano AP tangencial al vértice 44 está separado del plano FMP definido por la superficie de contacto 32 e interseca tangencialmente el nadir 26 a una distancia sustancialmente equivalente al grosor central deseado de la cavidad del molde 60. Así, el vértice 44 y el nadir 26 de las respectivas superficies de formación de lente 22, 42 de la cavidad del molde 60 están separados al grosor central deseado de la lente que debe conformarse.

Como aprecia un experto en la materia, el cambio de las dimensiones de los componentes altera correspondientemente el grosor central de la cavidad del molde 60. Cualquiera de los componentes se puede modificar. Aunque sea viable, actualmente la opción menos deseable es cambiar la posición del nadir 26 con respecto a la superficie de contacto 32 del molde delantero 20. Una opción más deseable es utilizar anillos 50 que tienen cada uno una altura RH de anillo distinta, para así cambiar el grosor central. No obstante, el diseño preferido actual es variar la altura AH del vértice del molde trasero entre los diferentes moldes para cambiar el grosor central de la cavidad del molde 60. Así, en este último diseño, el molde delantero 20 utiliza el mismo diseño mostrado en la realización ilustrada y un anillo "universal" o "de un tamaño", que tiene las mismas dimensiones, independientemente de la resistencia de la lente que debe fabricarse; en este último diseño solo cambia el molde trasero 40 y, en particular, la altura AH del vértice del molde trasero se altera entre los diferentes moldes traseros 40 para variar el grosor central de la cavidad del molde 60.

Otra realización que se contempla para cambiar el grosor central de un anillo 50 y del molde delantero y trasero 20, 40 seleccionados es incluir un separador circular (no mostrado) entre la superficie de acoplamiento 49 del molde trasero 40 y el respectivo extremo del anillo 50. El separador circular tiene el mismo diámetro que el del anillo 50 y una anchura o altura fija, aumentando así el grosor central de la cavidad del molde 60 a esa anchura del separador circular. Por ejemplo, un separador circular que tiene una anchura de un milímetro (1 mm) dispuesto entre el extremo del anillo 50 y la superficie de acoplamiento 49 crearía correspondientemente el grosor central de la cavidad del molde 60 (y de la lente que debe conformarse en su interior) con un aumento de un milímetro (1 mm). En consecuencia, los separadores circulares pueden reducir el número de componentes que han de fabricarse para permitir que un operario moldee todas las dimensiones deseadas y se consiga la resistencia de las lentes.

A continuación, haciendo referencia a las figuras 2B y 3B, el molde delantero 20 ilustrado incluye una pluralidad de protuberancias 34 colocadas adyacentes al borde y separadas entre sí. Las protuberancias 34 tienen una altura que se corresponde con un grosor de borde deseado de la cavidad del molde 60. Por ejemplo, si las protuberancias 34 tienen una altura de un milímetro (1 mm), entonces el grosor del borde de la cavidad del molde 60 será de, al menos, un milímetro, pues las protuberancias 34 impiden que los bordes de las superficies de formación de las lentes delantera y trasera 22, 42 estén más cerca el uno del otro que la altura de las protuberancias 34. Las protuberancias 34 pueden tener cualquier altura deseada, incluyendo, por ejemplo 0,75, 1,0, 1,25 milímetros, y otros. Un experto en la materia puede determinar el número de protuberancias 34 que deban utilizarse; la realización que se contempla actualmente utiliza treinta y dos protuberancias 34 con la misma separación, que rodean el perímetro de la superficie de formación de lente 22 del molde delantero 20. En los dibujos se muestran menos protuberancias para que sean más sencillos. Se apreciará que los beneficios de este diseño incluyen utilizar los mismos moldes traseros 40 y anillos 50 que se utilizan para conformar las lentes negativas para conformar las lentes positivas.

La presente invención contempla adicionalmente un dispositivo de moldeo para conformar lentes positivas, tal y como se muestra con el procedimiento ejemplar útil para comprender la invención. Por ejemplo, la altura RH del anillo puede variar para obtener la separación correcta entre las superficies de formación de la lente 22, 42 de los moldes delantero y trasero 20, 40, que incluyen el grosor del borde. Así mismo, las superficies de formación de la lente 42 de los moldes traseros 40 pueden incluir las protuberancias 34 en vez de los moldes delanteros, pero esta opción es menos deseable porque hay que variar más el diseño del molde trasero y esto conlleva un coste más alto de la "colección" de moldes para fabricar todas las variaciones de lente.

Otro parámetro relevante en la conformación de una lente deseada es la configuración de la geometría o la relación de sus dos superficies ópticas. Cuando las dos superficies de formación de lente 22, 42 son esféricas, los moldes 20, 40 no necesitan ninguna alineación rotacional especial entre sí. Esto se debe a que las respectivas superficies tienen un radio constante a lo largo de sus distintos ejes, lo que hace que las superficies sean simétricas la una con respecto a la otra.

No obstante, para otras lentes, la presente invención puede incluir un medio para orientar los moldes delantero y trasero 20, 40 hacia una posición rotacional predeterminada el uno con respecto al otro. En la realización ilustrada, los moldes delantero y trasero 20, 40 pueden moverse rotatoriamente entre sí, de modo que los dos moldes pueden colocarse en una de una pluralidad de orientaciones rotacionales relativas seleccionadas. Estos medios de orientación permiten, por tanto, que el operario altere las dimensiones o la forma de la cavidad del molde 60 hasta conseguir los valores deseados cuando una o ambas de las superficies de formación de lente 22, 42 de los moldes delantero y trasero 20, 40 tienen una curvatura asimétrica. Entre los ejemplos de lentes asimétricas que los operarios pueden moldear normalmente se incluyen la superficie delantera de una lente, que es esférica con una potencia óptica añadida

(o que menos frecuentemente es una superficie plana) y, de manera conjunta o independiente, la superficie trasera, que es cilíndrica o tórica. El análisis de las características y los tipos de dichas superficies asimétricas se puede encontrar en la patente de Estados Unidos n.º 6.103.148.

5 De nuevo, haciendo referencia a la figura 1, la presente invención también puede comprender un medio de alineación para permitir que el operario aprecie la rotación relativa de los dos moldes 20, 40 y los coloque en consecuencia. El medio de alineación mostrado en la realización ilustrada comprende marcas de eje 90 sobre la periferia exterior 56 del anillo 50 y un indicador de posición del eje 92 sobre el molde delantero 20 o el molde trasero 40, o en ambos. Las marcas de eje 90 se extienden desde 0° a 180° y la superficie de formación de la lente 22 o 42 asimétrica debe
10 colocarse en consonancia con estas. Si los componentes se conforman mediante moldeo por inyección o alguna técnica similar, el medio de alineación se crea o conforma preferentemente en las respectivas matrices. Así, el indicador de posición 92 y las marcas 90 también se conforman integralmente en los componentes. Un experto en la materia también apreciará que el medio de alineación puede comprender alternativamente las marcas de eje colocadas sobre uno o ambos de los moldes delantero y trasero 20, 40 y un indicador de posición del eje sobre el
15 anillo 50. También se pueden utilizar otros métodos para indicar visualmente la posición de rotación de los moldes el uno con respecto al otro.

Durante la preparación para moldear la lente, el operario coloca el indicador de posición 92 en una orientación deseada con respecto a las marcas de eje 90 del anillo 50, bien antes de unir los moldes delantero y trasero 20, 40 al anillo 50,
20 o bien después (por ejemplo, alineándolos antes de colocarlos dentro del anillo y después empujándolos hacia el anillo) de acoplar los moldes entre sí con respecto al anillo 50. Por tanto, el operario puede colocar fácilmente los dos moldes en la ubicación rotacional deseada utilizando el medio de alineación.

Cuando el operario une el anillo 50 y los dos moldes 20, 40 entre sí después de seleccionarlos, es preferible que haya
25 un medio de conexión para que los componentes no se separen accidentalmente durante el proceso de moldeo de la lente. Dicho medio de conexión puede adoptar diversas formas conocidas en la técnica, incluyendo la de la periferia interior 54 del anillo 50 y la del borde 28/aro 46, que encajan por fricción firmemente. También se contemplan otros medios de conexión (no mostrados), incluyendo los diseños en los que los dos moldes 20, 40 se ajustan a presión en su lugar, dentro del anillo 50, o en los que se utiliza una agarradera externa o dispositivo de contención para sujetar
30 los componentes juntos.

En otra realización contemplada, los moldes delantero y trasero 20, 40 se conforman como una sola unidad, de modo que están unidos integralmente entre sí. Esto puede producirse durante el proceso de formación (es decir, durante el moldeo por inyección) de modo que el operario recibe una estructura de moldeo preconformada en donde se colocan
35 de forma estacionaria los moldes delantero y trasero 20, 40 el uno con respecto al otro. Este diseño unitario, no obstante, tiene menos flexibilidad que el intercambio del anillo 50 y los moldes delantero y trasero 20, 40.

Como se ha comentado anteriormente, cuando los moldes delantero y trasero 20, 40 se colocan juntos de manera estacionaria, se añade o inyecta una resina, tal como un monómero u otro fluido formador de lente, dentro de la cavidad
40 del molde 60, a través de las aberturas de introducción y ventilación 70, 72 a través del anillo 50, y después se cura. A continuación, haciendo referencia a la figura 5, una bolsa de relleno 80 o algo similar, que contiene un fluido como el monómero, puede interconectarse con la abertura de introducción 70 o con su extensión 74. De forma más específica, la bolsa de relleno 80 tiene un interior y un acceso de inyección 82, que puede conectarse de manera extraíble a la abertura de introducción 70. Cuando el acceso de inyección 82 está vinculado a la abertura de
45 introducción 70, el monómero ubicado en el interior de la bolsa de relleno 80 puede fluir a través del acceso hacia la cavidad del molde 60.

El acceso de inyección 82 y la abertura de introducción 70 están diseñados preferentemente para acoplarse de manera complementaria entre sí. Es decir, la punta 84 del acceso de inyección 82 tiene un tamaño para poder ser recibida de
50 manera complementaria en el interior de la abertura de introducción 70 o en su extensión 74 para crear un sello estanco al fluido entre medias.

Algo que un experto en la materia tiene en cuenta durante el moldeo de lentes son las características de flujo del monómero que pasa desde la bolsa de relleno 80 hasta la cavidad del molde 60. Una preocupación principal es evitar
55 la introducción de burbujas de aire y garantizar que cualquiera de esas burbujas salga de la cavidad del molde 60 antes de que comience el curado; de lo contrario, la lente conformada será inservible si hay discontinuidades formadas por burbujas en el producto final. Para abordar este problema, el tamaño de la abertura de introducción 70 debería tener una dimensión específica y estar ubicada para estimular el flujo laminar cuando se rellene la cavidad del molde 60. La abertura de relleno 70 está orientada preferentemente para dirigir el monómero a lo largo del lado de la cavidad
60 del molde 60 durante el relleno inicial. Como se ha comentado anteriormente, la abertura de ventilación 72 también está colocada preferentemente en la parte superior de la cavidad del molde 60 (es decir, en la posición de las 12:00) para ventilar o descargar el aire de dentro de la cavidad 60 cuando se desplace al introducir el monómero inyectado o entrante. La abertura de ventilación 72, que está colocada en la parte superior, también permite que salgan las burbujas antes de que comience el proceso de curado.

65

Otro hecho a tener en cuenta con respecto al monómero de inyección es la colocación de la cavidad del molde 60 para que la potencia óptica añadida (no mostrada) se oriente de modo que tenga su parte superior plana sustancialmente erguida o vertical durante el relleno de la cavidad del molde 60. Esta orientación ayuda a prevenir que las burbujas de aire de dentro del monómero queden atrapadas en esta discontinuidad de la superficie de formación de la lente 22 del molde delantero 20. Es más probable que las burbujas permanezcan en la cavidad del molde 60 si, por ejemplo, la parte superior plana está orientada horizontalmente.

Haciendo de nuevo referencia a la figura 5, la bolsa de relleno 80 está fabricada, al menos parcialmente, con una superficie deformable sobre la que el operario dirige una fuerza de compresión para que una pared de la bolsa 80 se mueva hacia dentro, hacia la pared opuesta. Cuando se aplica esa fuerza de compresión, el monómero fluido, ubicado en el interior, se empuja hacia y por fuera del acceso de inyección 82 para que entre en la cavidad del molde 60 a través de la abertura de introducción 70. En la fabricación de un sistema que requiere una inversión de capital mínima, la realización ilustrada está diseñada de manera económica y se basa en que el operario apriete la bolsa 80 con la mano para rellenar la cavidad del molde 60.

También se contemplan otros medios para inyectar el monómero dentro de la cavidad del molde 60. Los ejemplos de dichos sistemas que utilizan una bolsa deformable para rellenar la cavidad del molde 60, en particular, para diseños de moldeo más complejos, se divulgan en la solicitud de patente estadounidense con número de serie 10/095.130, presentada el 11 de marzo de 2002 y titulada "*Method and Apparatus for Dispensing a Fluid*" ("Método y aparato para dispensar un fluido"). Otra opción son los sistemas de relleno de monómero, similares a los del diseño divulgado en la patente estadounidense n.º 6.103.148.

Cuando el monómero rellena la cavidad del molde 60, la bolsa 80 se retira del molde y, después, el monómero se cura (tal y como se comenta con mayor detalle más adelante).

Materiales del molde

Los materiales adecuados para conformar los moldes de la invención incluyen una variedad de materiales termoplásticos o sustancialmente termoplásticos que pueden moldearse por inyección. Los materiales son preferentemente transparentes visualmente. Entre los materiales termoplásticos amorfos adecuados se incluyen, aunque no se limitan a, policarbonato, acrílicos, poliestireno, CAB (acetato butirato de celulosa), poliésteres y combinaciones de estos. En general, también es deseable que el material termoplástico se seleccione de forma que no se vea afectado por el revestimiento y/o por el material de monómero utilizado para conformar la lente. En general, son deseables análogos de termoplásticos con un peso molecular mayor porque suelen ser más resistentes a los revestimientos y a los monómeros utilizados para conformar las lentes.

Los termoplásticos amorfos pueden proporcionar la ventaja de que, a diferencia de los termoplásticos cristalinos, tienden a mantener una superficie de calidad óptica durante largos períodos de tiempo, por lo que tienen una vida útil larga si se almacenan adecuadamente. Por el contrario, los termoplásticos cristalinos, como el polipropileno, sufren cambios dimensionales después de ser moldeados por inyección. Estos cambios dimensionales se producen debido a que el polímero intenta colocarse en una estructura más cristalina. El resultado de esta redistribución es que la parte plástica puede tener una superficie irregular no óptica. Por el contrario, los termoplásticos amorfos normalmente conservarán la forma que adoptan durante el proceso de moldeo por inyección. No todos los termoplásticos son 100 % cristalinos o 100 % amorfos, de modo que el alcance de esta divulgación oscila desde materiales "sustancialmente amorfos" a totalmente amorfos, lo que quiere decir que son termoplásticos que mayormente contienen materiales amorfos.

Control de liberación previa

Tal y como apreciará un experto en la materia, la lente conformada para una lente de gran potencia óptica (bien "convergente" o "divergente") puede tener un grosor sustancialmente distinto entre el medio de la lente y el borde de la lente. El material formador de lente se contraerá un poco durante el proceso de curado, por lo que grandes diferencias de grosor derivarán en grandes diferencias de contracción. Cuando la periferia exterior de la lente se contrae sustancialmente más que la parte interior de la lente (tal como con una lente divergente), o cuando la parte interior de la lente se contrae más que la periferia exterior de la lente (tal como con una convergente), la parte de la lente con mayor contracción en realidad se separará de una o más de las superficies del molde, produciendo así un fenómeno que los expertos en la industria óptica conocen como "liberación previa".

Para reducir esta liberación previa en lentes de gran potencia óptica que utilizan moldes de vidrio, tiene que crearse un nuevo conjunto de moldes delantero y trasero con diámetros más pequeños. En consecuencia, también deben crearse nuevas juntas para estos nuevos moldes. En concreto, en la presente invención, la liberación previa en lentes de gran potencia óptica se controla cambiando solo la geometría del molde delantero, sin cambiar el molde trasero o el anillo utilizado para ensamblar y unir los moldes delantero y trasero. De hecho, los anillos y los moldes traseros son los mismos que se utilizan para el resto de las potencias ópticas de lente, y así, no se requiere un inventario adicional de moldes traseros con diámetro pequeño para adaptar la fabricación de lentes de gran potencia óptica.

La figura 6A muestra una vista en sección transversal de un molde delantero 100 para una lente convergente. Con respecto al molde delantero 20 estándar para una lente positiva, divulgado en la figura 2B, la geometría de la superficie de formación de la lente se ha cambiado de una forma esférica uniforme a un molde que comprende una región central 102 y una región exterior 104. La región central 102 comprende una superficie esférica con un radio de curvatura R1. La región central 102 se extiende desde la línea central del molde 100 hasta una distancia X1, alejada de la línea central del molde 100, y una región exterior 104 se extiende desde la distancia X1, alejada de la línea central, hasta la periferia exterior del molde 100. La región exterior 104 comprende una superficie que tiene un radio de curvatura R2 que es sustancialmente mayor que R1, que puede comprender una superficie que es plana (radio de curvatura infinito).

Si se acoplase a un molde trasero 40 con una forma convencional, la lente acabada 106, fabricada con el molde delantero 100, presentaría menos diferencia de grosor entre el centro y el borde del molde, reduciendo o eliminando así la liberación previa de la lente desde el molde. En concreto, haciendo referencia a la figura 6C, la lente acabada 106 comprende una primera superficie 108, conformada por el contacto de las regiones 102 y 104 del molde delantero 100, y una segunda superficie 109, conformada por el contacto con el molde trasero 40 estándar. El grosor de la sección transversal de la lente acabada 106 es una función de los diferentes radios de curvatura y de los puntos de curvatura de las superficies de los moldes 100, 40. Por lo general, la lente 106 comprenderá un grosor máximo en la línea central de la lente, mostrada en la figura 6 como la distancia Y1. Debido a las diferencias de los radios de curvatura y de los puntos de los radios de curvatura, el grosor de la lente se reducirá, por lo general, a medida que la distancia aumenta desde la línea central de la lente 106. El grosor de la lente 106 se reducirá hasta la distancia X1 desde la línea central de la lente. A distancias mayores que X1, debido a la forma de la región 104 del molde 100, el grosor de la lente aumentará a medida que aumenta la distancia desde la línea central. El grosor mínimo de la lente, indicado como distancia Y2 en la figura 6C, se forma a la distancia X1 desde la línea central de la lente. Si no estuviera presente la región 104, el grosor mínimo normalmente se encontraría en la periferia exterior de la lente, es decir, en la distancia máxima alejada de la línea central de la lente, y normalmente sería menor que la distancia Y2. En consecuencia, la diferencia entre el grosor mínimo y el grosor máximo se reduce con el molde 100, minimizando la posibilidad de que se produzca la liberación previa.

A continuación, haciendo referencia a la figura 6B, se muestra una vista en sección transversal de un molde delantero 110 para una lente divergente. Con respecto al molde delantero 20 estándar para una lente negativa, divulgado en la figura 2A, la geometría de la superficie que forma la lente se ha cambiado de una forma esférica uniforme a un molde que comprende una región central 112 y una región exterior 114. La región central 112 comprende una superficie esférica con un radio de curvatura R3 y una región exterior 114 comprende una superficie esférica con un radio de curvatura R4. El radio R3 es sustancialmente mayor que el radio R4. La región central 112 se extiende desde la línea central del molde 110 hasta una distancia donde una tangente al radio R3 se alinea con una tangente al radio R4, indicada en la figura 6B como la distancia X2.

Si se acoplase a un molde trasero 40 con una forma convencional, la lente acabada 116, fabricada con el molde delantero 110, presentaría menos diferencia de grosor entre el centro y el borde del molde, reduciendo o eliminando así la liberación previa de la lente desde el molde. En concreto, haciendo referencia a la figura 6D, la lente acabada 116 comprende una primera superficie 118, conformada por el contacto de las regiones 112 y 114 del molde delantero 110, y una segunda superficie 119, conformada por el contacto con el molde trasero 40 estándar. El grosor de la sección transversal de la lente acabada 116 es una función de los diferentes radios de curvatura y de los puntos de curvatura de las superficies de los moldes 110, 40. Por lo general, la lente 116 comprenderá un grosor mínimo en la línea central de la lente, mostrada en la figura 6D como la distancia Y3. Debido a las diferencias de los radios de curvatura y de los puntos de los radios de curvatura, el grosor de la lente se aumentará, por lo general, a medida que la distancia aumenta desde la línea central de la lente 116. El grosor de la lente 116 aumentará hasta la distancia X2 desde la línea central de la lente, donde el grosor de la lente es un valor máximo de Y4. A distancias mayores que X2, debido a la forma de la región 114 del molde 110, el grosor de la lente se reducirá a medida que aumenta la distancia desde la línea central. Si no estuviera presente la región 114, el grosor máximo de la lente 116 normalmente se encontraría en la periferia exterior de la lente, es decir, en la distancia máxima alejada de la línea central de la lente, y normalmente sería mayor que la distancia Y4. En consecuencia, la diferencia entre el grosor mínimo y el grosor máximo se reduce con el molde 110, minimizando la posibilidad de que se produzca la liberación previa.

Determinados aspectos de la invención se refieren a dispositivos de moldeo que comprenden un anillo que tiene una periferia interior y una pluralidad de moldes delanteros, estando cada molde delantero conformado con plástico y teniendo una superficie de formación de lente. Los moldes delanteros proporcionan un borde que rodea la superficie de formación de lente, que está dimensionado para poder ser recibido de manera complementaria en el interior de una parte de la periferia interior del anillo, y una base que tiene unas dimensiones mayores que la periferia interior. Los dispositivos de moldeo incluyen además un molde trasero, conformado por un plástico y que tiene una superficie de formación de lente; estando configurado el molde trasero para emparejarse con cada uno de la pluralidad de moldes delanteros. El borde de cada uno de los moldes delanteros y el aro del molde trasero están configurados para ser recibidos en el anillo, y las superficies de formación de lente de los moldes delantero y trasero y el anillo forman una cavidad de molde que tiene las dimensiones de una lente deseada conformable en su interior. La pluralidad de moldes

delanteros está configurada para conformar las lentes con diversos diámetros efectivos.

Los moldes de la presente invención pueden diseñarse para moldear lentes con distintas potencias ópticas, así como lentes con distintos diámetros efectivos utilizando un molde trasero en común. El diámetro efectivo se corresponde con el diámetro de la lente que está diseñada para ser una parte de la lente acabada después de que se haya recortado para ajustarse en unas gafas. A continuación, haciendo referencia a las figuras 7A a 7C, se ilustran los diámetros efectivos de las tres lentes fabricadas utilizando los tres moldes distintos y un molde trasero en común. En la figura 7A, la lente 206 tiene un diámetro efectivo A-A'; en la figura 7B, la lente 216 tiene un diámetro efectivo de B-B'; mientras que en la figura 7C, la lente 226 tiene un diámetro efectivo de C-C'. Se observará que las lentes 206, 216 y 226 pueden tener todas, un molde trasero en común. Así, cada uno de los moldes delanteros 20, 100 y 110 puede utilizarse con el mismo molde trasero 220 para crear lentes con tres diámetros efectivos distintos.

Revestimientos del molde

En determinadas realizaciones de la invención, se aplica un revestimiento al interior del molde antes de conformar la lente. En algunas realizaciones, el revestimiento se aplica en las partes interiores del molde mediante revestimiento por inmersión, revestimiento por centrifugado, revestimiento por pulverización, revestimiento por flujo, pulverización electrostática, revestimiento con rodillo, revestimiento con rodillo modificado, revestimiento por impresión u otro método de revestimiento. El revestimiento también puede someterse opcionalmente a un "curado previo" para curar parcialmente el revestimiento y así que permanezca en su lugar y no se mueva durante las etapas posteriores del proceso.

Los moldes pueden revestirse con cualquiera de una variedad de formulaciones de revestimiento, siempre y cuando el revestimiento no afecte químicamente al molde. La fórmula del revestimiento puede incluir, por ejemplo, materiales funcionales de acrilato con capacidad de reticulación, sol-gel, revestimientos basados en nanopartículas, iniciadores o catalizadores capaces de iniciar la reacción de los acrilatos, agentes de flujo o niveladores, antiespumantes, estabilizadores, absorbedores de UV, antioxidantes, tintes y, posiblemente, disolventes. Algunos disolventes se pueden utilizar en la formulación de los revestimientos, siempre y cuando dichas formulaciones no afecten sustancialmente al molde antes de que la formulación se haya curado. Los disolventes que se podrían utilizar incluyen alcoholes, éteres de glicol, etc. Los disolventes que serían menos aceptables para su uso incluirían cetonas de peso molecular inferior, como acetona, metiletilcetona, metilisobutilcetona (MIBK), ciclohexanona; acetatos; disolventes aromáticos, como benceno, xileno, hidrocarburos de bajo peso molecular, como hexano, etc.

Los revestimientos adecuados incluyen aquellos que proporcionan un revestimiento duro para mejorar la resistencia a las ralladuras, un revestimiento que puede teñirse, con el fin de crear gafas de sol o con tintes "a la moda", un revestimiento frente a UV, para impedir que determinadas longitudes de onda de la luz UV pasen a través de la lente, un revestimiento AR (antirreflejo) para impedir los deslumbramientos, o cualquier otro tipo de revestimiento oftálmico. El revestimiento debería seleccionarse para que no afecte al material del molde. Dichos revestimientos permanecen en el molde de forma temporal y se transfieren a la lente acabada durante la etapa de curación de la lente. Así, el revestimiento se aplica en el molde con la intención de que se convierta en una parte integral de la lente acabada.

En general, es importante que el revestimiento no afecte al interior del molde y que pueda liberarse fácilmente del molde. En consecuencia, las formulaciones del revestimiento no deberían tener la solubilidad suficiente para afectar al molde. Como apreciaría un experto en la materia, los revestimientos podrían basarse en acrílicos curables mediante UV, sol-gel u otros tipos de composición. Preferiblemente, el revestimiento tiene un curado más completo en la interfaz del molde/revestimiento que en la interfaz de revestimiento/aire.

En un revestimiento acrílico, los principales constituyentes del revestimiento protector incluyen acrilatos o metacrilatos multifuncionales, incluyendo materiales tri-, tetra-, penta- y hexafuncionales, capaces de proporcionar altos niveles de reticulación. El peso molecular de estos constituyentes debe ser lo suficientemente alto para impedir que el molde se vea afectado. El revestimiento protector podría contener una pequeña cantidad de un diluyente de baja viscosidad con al menos dos grupos etilénicos para ajustar la viscosidad del revestimiento, pero la mayor parte de la formulación contendrá materiales con mayor peso molecular y con mayor viscosidad. Los ejemplos de los materiales que normalmente se utilizan en los revestimientos se incluyen en la tabla adjunta e ilustran la importancia del uso de materiales apropiados en los moldes plásticos.

Formulaciones de formación de lente

Los moldes de la presente invención son aptos para utilizarse con una variedad de composiciones de resina para conformar las lentes ópticas acabadas. En general, los moldes fabricados de conformidad con la invención están muy bien adaptados para utilizar los procesos de curado iniciado por radiación, tal como mediante exposición a rayos ultravioleta o a la luz visible, pero también pueden incluir materiales curados térmicamente si la temperatura de curado térmico está por debajo de la temperatura de transición del vidrio T_g del molde.

Las composiciones de formación de lente adecuadas incluyen materiales que tienen temperaturas bajas de curado,

que se curan rápidamente, incluyendo acrilatos y metacrilatos. En algunas implementaciones, se pueden utilizar epoxi.

Por lo general, es deseable que la formulación de formación de lente sea inerte o sustancialmente inerte al propio molde. No obstante, en determinadas circunstancias, el material de lente no es inerte al material del molde, en cuyo caso se puede utilizar un material intermedio, transferible o de revestimiento para prevenir la degradación del molde. Normalmente, el revestimiento se aplica primero en el interior del molde, se cura o se cura parcialmente y, después, se añade la formulación principal de formación de lente.

Se puede utilizar cualquiera de una variedad de iniciadores térmicos o de fotodisociación. El nivel del fotoiniciador o iniciador térmico utilizado suele ser bajo (de menos del 5 %) y no tendría ningún impacto significativo en la agresividad química sobre el molde de la formulación de la lente. En general, se prefieren temperaturas de curado de la lente menores, logradas con fotoiniciadores por UV o luz visible, con iniciadores térmicos de temperatura de iniciación baja o con una combinación de ambos. Se pueden utilizar varias fuentes de luz, incluyendo aquellas con una salida en los rangos UV-A, UV-B y de luz visible, o combinaciones de estas.

Dependiendo de la elección de los materiales termoplásticos utilizados, habrá determinados parámetros químicos y/o del proceso que permitirán que el molde pueda utilizarse de manera satisfactoria. En función de la noción química simple de que "lo similar disuelve a lo similar", cada tipo distinto de material termoplástico se puede utilizar sin problemas con determinados ingredientes típicos de una formulación de revestimiento y/o formulación de lente. Para determinar si una materia prima (o grupo de materias primas en una formulación) será químicamente compatible con el material del molde, pueden realizarse todas las pruebas necesarias:

Una prueba de cribado de la compatibilidad química supone colocar una muestra representativa del material termoplástico en contacto íntimo con el químico que va a analizarse. Este "contacto íntimo" puede suponer sumergir el termoplástico en la solución de prueba, o la solución de prueba puede asentarse sobre la parte superior del material termoplástico. El tiempo y la temperatura durante los que los dos materiales están en contacto son variables controladas de la prueba. Después de que haya acabado el período de prueba, toda la solución de prueba sobrante se elimina del material termoplástico simplemente limpiándola con un trapo, y se evalúan los daños que haya podido sufrir el termoplástico midiendo cualquier cambio en su aspecto físico, cualquier cambio en el porcentaje de transmitancia, cualquier cambio en el índice de refracción, cualquier cambio en la resistencia a la tracción, cualquier cambio en la flexibilidad, cualquier cambio en el tamaño o peso, cualquier cambio en la suavidad de la superficie o cualquier cambio en las propiedades ópticas.

En determinadas realizaciones de la invención, la formulación utilizada para conformar las lentes y el material utilizado para conformar el molde se seleccionan en función de las propiedades de solubilidad del material del molde y de la formulación de formación de lente. En general, se desea que haya una solubilidad baja del material del molde en la formulación de formación de lente. Aunque es difícil determinar la solubilidad de un material sólido en una resina, la durabilidad del molde se puede utilizar como indicador de la solubilidad. Los solicitantes han descubierto que la formulación de formación de lente debería seleccionarse para que la resina no degradase significativamente las propiedades ópticas de la superficie del molde al exponerse a la resina.

Cualquier cambio significativo en cualquiera de las propiedades anteriores del termoplástico representa daños en el material, y el material termoplástico no se podrá utilizar con dicha solución de prueba. No obstante, sigue siendo posible que aunque se sepa que un ingrediente determinado ataca a un material termoplástico en particular, dicho ingrediente puede seguir utilizándose en pequeñas cantidades en la solución, siempre y cuando los otros componentes sean compatibles con el termoplástico. En esta patente se proporcionan numerosos ejemplos de dichos casos.

Métodos para moldear y curar las lentes

La presente invención también se refiere a un dispositivo de moldeo de lentes, tal y como se muestra con el procedimiento ejemplar útil para comprender la invención. Para una etapa inicial, el dispositivo de la presente invención presenta un medio para proporcionar el anillo 50 y moldes delantero y trasero 20, 40. Aunque se contempla que los componentes estén conectados previamente entre sí como una unidad y que el operario disponga de ellos, se prefiere que el operario combine o acople entre sí el anillo 50 y los moldes delantero y trasero 20, 40 en el sitio de fabricación de las lentes para conformar la cavidad del molde 60. Cuando el operario recibe la graduación de las lentes de las gafas, él o ella selecciona los moldes delantero y trasero 20, 40 que, juntos, conformarán una cavidad de molde 60 que tenga las dimensiones de la lente deseada. En la realización ilustrada, el anillo es un anillo de "talla única" o "universal" y se utiliza para fabricar todas las lentes, independientemente de si son positivas o negativas y de su potencia óptica.

Con ese fin, el anillo 50 y los moldes delantero y trasero 20, 40 pueden moverse entre una posición de almacenamiento y una posición de moldeo. En la posición de almacenamiento, los componentes están separados entre sí, en donde los moldes que tienen las mismas características se almacenan juntos en áreas o recipientes designados, y en la posición de moldeo, la protuberancia 46 del molde trasero 40 recibe el borde 28 del molde delantero 20 para conformar la cavidad del molde 60 después de que el operario recupere los moldes correctos de las áreas de almacenamiento

designadas.

Se contempla el uso de un ordenador u otro sistema (no mostrado) para ayudar al operario a seleccionar los moldes 20, 40 durante la preparación del moldeo de una lente. Como ejemplo, se contempla que el operario introduzca los parámetros de la lente que se va a conformar (por ejemplo, la graduación, incluyendo la potencia óptica añadida) en un ordenador u otro. Los algoritmos de un programa informático asociado determinan los moldes delantero y trasero 20, 40 que deben utilizarse para conformar la lente deseada y, después, proporcionan una salida que indica esta información. Como variante opcional, dicho sistema también puede iluminar una bombilla o proporcionar otra indicación en las estaciones de almacenamiento, por encima de la ubicación específica donde se almacenan los moldes 20, 40 adecuados. Los indicadores ayudan al operario a localizar los moldes adecuados para reducir la posibilidad de que el operario escoja por accidente un molde incorrecto para fabricar la lente. Otra opción más es utilizar un código de barras u otro sistema de registro (no mostrado) sobre las superficies exteriores de los moldes 20, 40 para que así el sistema los escanee y verifique que se están utilizando los dos moldes adecuados.

Después de que el operario localice el molde delantero y trasero 20, 40, obtiene un anillo 50 y está listo para unir los componentes entre sí, la salida del sistema informático opcional puede ayudar además al operario indicando información adicional de localización y alineación. Tal y como se ha comentado anteriormente, en la realización ilustrada, los moldes delantero y trasero 20 pueden moverse rotatoriamente el uno con respecto al otro, de modo que los dos moldes 20, 40 están, uno con respecto al otro, a una de la pluralidad de orientaciones rotacionales seleccionadas. El ordenador puede proporcionar una salida que indique la orientación de los dos moldes 20, 40, el uno con respecto al otro, cuando las superficies de formación de lente 22, 42 de los respectivos moldes tengan una curvatura asimétrica. En la realización ilustrada, el ordenador indica preferentemente la ubicación adecuada en la que alinear el indicador de posición del eje 92 con las marcas de eje 90.

En cuanto a la colocación de los moldes 20, 40 para obtener el grosor central o del borde correctos en la cavidad del molde 60, este parámetro se considera preferentemente al seleccionar el anillo 50 y los moldes 20, 40, tal y como se ha comentado anteriormente. Los componentes designados se fabrican preferentemente para que, cuando el operario combine o ensamble los componentes entre sí, la cavidad del molde 60 presente el grosor correcto sin realizar ninguna acción adicional.

No obstante, un experto en la materia apreciará que pueden utilizarse otros medios aparte del sistema informático para determinar el molde correcto que se utilizará con la presente invención. En particular, la presente invención que utiliza el sistema informático permite que un operario con poca experiencia y comprensión de los principios del moldeo de lentes fabrique con éxito las lentes cuando el cliente le facilite la graduación.

Después de unir los moldes delantero y trasero 20, 40 con el anillo 50 para conformar la cavidad del molde 60 con las dimensiones deseadas, el operario conecta la bolsa 80 u otra fuente de monómero a la abertura de introducción 70. Entonces, el operario inyecta el monómero dentro de la cavidad del molde 60.

Durante el rellenado, el monómero entra a través de la abertura de introducción 70 al mismo tiempo que la abertura de ventilación 72 permite que el aire desplazado salga de la cavidad del molde 60 hacia el entorno. El método de rellenado utilizado en la presente invención minimiza la cantidad de monómero gastada y reduce las posibilidades de que se formen burbujas de aire en el interior de la lente. Si se utiliza, la bolsa 80 puede contener una cantidad de monómero suficiente para conformar una única lente o, de forma alternativa, para varios moldeos.

Ya que el monómero es un fluido viscoso, rellenará inherentemente la cavidad del molde 60 a una velocidad controlada. Por el diseño, la velocidad de relleno puede controlarse además reduciendo el área en sección transversal de la abertura de introducción 70 y/o el extremo 84 de la bolsa 80. Ya que los moldes delantero y trasero 20, 40 se conforman con plástico, pueden ser claros o transparentes para que el operario pueda observar visualmente el monómero entrando y rellenando la cavidad del molde 60. Cuando la cavidad 60 se rellena con el monómero y el monómero alcanza la abertura de ventilación 72 (y, por tanto, la parte superior de la extensión de la abertura de introducción 70), la fuente de monómero se retira del anillo 50. Si fuera necesario, se puede obstruir la abertura de introducción 70, lo que puede suponer simplemente el curado puntual del monómero en dicha ubicación para obstruirla, o utilizar una tapa que se ajuste a presión en la abertura de introducción 70. No obstante, la abertura de ventilación 72 permanece preferentemente comunicada con el entorno durante el curado.

Entonces, tras garantizar que no hay burbujas, el monómero de dentro de la cavidad del molde 60 se cura para conformar la lente. El material de la lente, dependiendo de la formulación, puede curarse mediante una variedad de métodos, incluyendo métodos con luz, calor, o combinaciones de estos. Si se emplea un mecanismo de radicales libres, entonces la lente puede curarse bien mediante luz UV, luz visible o bien mediante calor, dependiendo del iniciador. También es posible curar la lente con una combinación de estas técnicas de curado. Estos métodos de curado se pueden utilizar bien de manera simultánea o bien de forma consecutiva.

Ambas técnicas de curado se pueden utilizar con una velocidad variable de curado (es decir, curado por impulsos, progresivo). Después de completar el ciclo de curado (que normalmente es de dos a diez minutos) la lente se extrae

de los moldes simplemente retirando la junta y elevando los moldes, alejándolos de la lente.

Métodos para crear lentes utilizando moldes de plástico

5 La presente invención también se refiere a un dispositivo de moldeo de lentes que utiliza moldes de plástico, tal y como se muestra mediante un método ejemplar útil para comprender la invención, que se puede utilizar con la realización ejemplar comentada justo antes, o con otro diseño (es decir, con un diseño de junta en T que utiliza moldes de plástico en vez de moldes de vidrio).

10 Cuando se selecciona el tipo específico de material para conformar los moldes, el experto en la materia apreciará que, para que sea útil en el curado del monómero, el plástico seleccionado debe transmitir la radiación de curado sin fundirse, deformarse o estirarse (al menos hasta después de que el monómero se haya curado o polimerizado sustancialmente). Aunque, como fuente de curado, se contempla la radiación térmica, el experto en la materia apreciará que la presente invención puede estar más adaptada al fotocurado.

15 Para el fotocurado de resinas líquidas, los plásticos deseables incluyen materiales acrílicos y metacrílicos, como por ejemplo el polimetilmetacrilato (PMMA). Algunas realizaciones del PMMA transmisor de luz disponible son productos OP1 y OP4 de Cyro Industries, UV-T y V8-25 de Rohm & Haas, y CP-75 de ICI. Otros tipos ejemplares de plásticos transmisores de la radiación que se pueden utilizar con la presente invención incluyen poliésteres amorfos, poliamidas
20 amorfas, poliuretanos amorfos, poliolefinas amorfas, policarbonatos amorfos, poliimidias amorfas y copolímeros de estos. Un experto en la materia apreciará que estos plásticos enumerados son ilustrativos y la presente invención no se limita a estos ejemplos.

Otro factor que un experto en la materia considera al seleccionar los plásticos que se van a utilizar es que no interactúen o reaccionen de manera adversa con el material que va a curarse. Por ejemplo, si se desea utilizar polimetilmetacrilato para conformar los moldes debido a su coste o propiedades físicas, entonces los monómeros compatibles incluyen monómeros de cadena larga o de gran peso molecular o prepolímeros que no afecten al molde que debería utilizarse. De manera alternativa, el monómero que se desea utilizar puede ser el que se decida primero y el plástico que conforma los moldes se selecciona en función de que este sea químicamente resistente y no reactivo
30 con respecto al monómero seleccionado.

El uso de plástico para conformar los moldes proporciona beneficios potenciales con respecto a los sistemas de curado utilizados actualmente en la industria. Una cuestión es que los plásticos puedan moldearse por inyección. En la industria hay un uso bastante extendido y con experiencia del moldeo por inyección de polimetilmetacrilato y acrílicos
35 con el uso de moldes de cerámica o metal. Con dicho fin, los moldes pueden conformarse, por ejemplo, fabricando matrices de metal en las que se moldeará por inyección el polimetilmetacrilato u otro plástico durante un proceso de ensamblaje que tiene una alta productividad. En consecuencia, cada uno de los moldes se conformará con las mismas altas tolerancias con las que se conforma la matriz. Por el contrario, los moldes de vidrio no pueden fabricarse con dichas normas tan exigentes, de modo que la presente invención puede moldear una lente oftálmica que se haya
40 conformado con respecto a criterios más rigurosos. Un experto en la materia apreciará además que los componentes plásticos pueden conformarse utilizando otros métodos adecuados de gran producción utilizados en la técnica para fabricar plásticos, al contrario que los moldes de vidrio, que no pueden producirse en masa de manera viable con las tolerancias necesarias.

Otra cuestión con respecto al uso de componentes de plástico es la diferencia económica que hay con los sistemas convencionales de la técnica anterior, que utilizan dos moldes de vidrio y una junta. Aunque los moldes de vidrio se pueden utilizar repetidamente hasta cien veces o más, se acumulan los gastos asociados con cada moldeo, tal como el lavado y secado que deben garantizar que la superficie de formación de lente no se contamine. De hecho, los procesos de limpieza de los moldes de vidrio suelen ser trabajosos, lentos y poco eficaces y suponen su raspado
50 manual y el remojo en disolventes nocivos. Así mismo, los moldes de vidrio deben de inspeccionarse después de cada uso y limpiarse para garantizar que están listos para otro ciclo de fabricación de lente. Además, muchas veces los moldes de vidrio se quiebran y/o rompen accidentalmente antes de que hayan alcanzado su vida útil prevista. Un problema asociado es el hecho de que la lente pierda rendimiento debido a la reutilización involuntaria de moldes de lente dañados, en donde el usuario a veces no ve que el molde está dañado hasta que se ha completado el proceso
55 de moldeo.

Otro aspecto más de la presente divulgación supone el revestimiento de las superficies de formación de lente de los moldes con una composición resistente a la abrasión que se transfiera hacia la lente cuando se cure. De manera más específica, las superficies de formación de lente están cubiertas preferentemente con una composición que se transfiere *in situ* hacia las superficies ópticas de la lente moldeada como un revestimiento protector del producto final.
60 Sin un revestimiento duro de este tipo sobre la lente, que impida o resista la abrasión, ralladura y daño, la calidad óptica de la lente de gafas moldeada puede degradarse más fácilmente por la turbiedad y la poca calidad de la imagen.

Otro ejemplo de dicho revestimiento resistente a la abrasión se divulga en la patente estadounidense n.º 5.049.321. Esta patente divulga que la composición del revestimiento consiste sustancialmente en reactivos que tienen, al menos,
65 una funcionalidad de triacrilato, un fotoiniciador y un inhibidor de la polimerización reactivo con el oxígeno. Después

de aplicar dicha composición de revestimiento en forma de líquido curable ultravioleta sobre el molde, el revestimiento se somete a radiación ultravioleta en un entorno que contiene oxígeno, de modo que la composición del revestimiento se cura y llega a un estado semicurado. Después, cuando se moldea y cura la lente oftálmica, se permite que el monómero se endurezca y reaccione con grupos de acrilato en la interfaz de revestimiento/lente, para que así la lente
 5 revestida se extraiga del molde habiendo quedado el revestimiento resistente a la abrasión adherido a esta como parte integral de las superficies ópticas de la lente. En la patente estadounidense n.º 4.338.269 y 4.758.448 se divulgan otras técnicas similares para conformar un revestimiento resistente a la abrasión sobre una lente de moldeo.

Un experto en la materia apreciará que, aunque no sea necesario, el uso de dicho revestimiento resistente a la abrasión
 10 sobre las superficies de formación de lente crea un producto final que pueden preferir los consumidores y que también permite que el operario separe más fácilmente los moldes de la lente moldeada entre medias de estos. Con ese fin, el revestimiento resistente a la abrasión puede aplicarse en las superficies de formación de lente de los moldes utilizando un proceso igual que o similar al divulgado en la solicitud de patente estadounidense con n.º de serie 10/075.637, presentada el 12 de febrero de 2002 y titulada "*Methods of Applying a Coating to an Optical Surface*" ("Métodos de
 15 aplicación de un revestimiento en una superficie óptica"). Entre los métodos de tratamiento de moldes alternativos conocidos en la técnica se incluyen la pulverización, inmersión, cepillado, revestimiento por flujo, revestimiento con rodillo, revestimiento por centrifugado y otros.

El método preferido supone curar utilizando el fotocurado, aunque además de o de forma alternativa a la luz, se
 20 contemplan otros métodos de curado. Una ventaja principal del fotocurado, como la radiación UV, es que los moldes plásticos no alcanzan una temperatura a la que se funden, deforman o estiran, cosa que es más probable que ocurra con el curado mediante radiación térmica. En las patentes estadounidenses con n.º 4.919.850; 5.524.419; 5.804.107; 5.981.618; 6.103.148 y 6.241.505 se enseñan las metodologías de curado mediante UV.

Después de que el monómero se cure hasta endurecerse, el operario retira la lente curada del interior de la cavidad
 25 del molde. Se contempla que los componentes plásticos de la presente invención serán de un solo uso. Es decir, los moldes pueden ser desechables para que no haya problemas si los moldes se quiebran o rompen durante la extracción de la lente de la cavidad del molde. De hecho, la rotura de los moldes puede ayudar a separar la lente curada de la cavidad del molde 60, ya que los moldes son más frágiles que la lente curada, para que así no tenga que romperse
 30 también la lente. Un experto en la materia también apreciará que el tratamiento de las superficies de formación de lente con revestimientos resistentes a la abrasión, como las composiciones divulgadas en la solicitud de patente estadounidense n.º 10/712.714 y en la patente estadounidense n.º 5.049.321, ayudará a separar la lente del molde, así como a dotar a la lente de una barrera protectora resistente a las ralladuras. Un experto en la materia apreciará
 además que los moldes de plástico de la presente invención se pueden utilizar en más de un moldeo antes de que su
 35 vida útil finalice.

Ejemplos

A continuación, la invención se entenderá adicionalmente gracias a la referencia a los siguientes ejemplos. Tal y como
 40 se utiliza en los ejemplos, SR 340 es el monómero monofuncional 2-fenoxietilmetacrilato; SR 506 es acrilato de isobornilo; SR 150 es dimetacrilato de bisfenol A etoxilado; EBECRYL 1039, que es un monoacrilato de uretano; EBECRYL 810, que es un tetraacrilato poliéster; CN 131, que es un oligómero de monoacrilato aromático de baja viscosidad; y SR 203 es un monómero cíclico monofuncional de metacrilato de tetrahidrofurfurilo. Todos los números de a continuación están en partes. Las lentes se curaron entre dos moldes acrílicos. El tiempo de curado fue de 5
 45 minutos (exceptuando para el 100 % de la formulación SR 203, que se curó durante 30 minutos). Las formulaciones se fotocuraron.

Ejemplos 1 a 3: Interacción en la formación de la lente

50 Estos ejemplos muestran cómo diluir un componente de formulación agresiva con un componente no agresivo puede modificar la interacción entre el molde y la formulación.

Ejemplo 1

55 Los moldes del ejemplo 1 se conformaron con acrílico sin revestir. Como puede observarse a partir de la tabla 1, el uso de una mezcla que contiene más del componente menos agresivo (SR 150) que del componente agresivo (SR 340) produjo menos daño en la lente. Por daño en la lente se entiende que la lente no se considera aceptable ópticamente. Un tipo de daño de lente observado es cuando una parte del molde se queda pegada en la lente después de desmoldearla.

60

Tabla 1

Formulación	1	2	3	4	5	6	7
SR 150	100	90	85	80	70	50	0

ES 2 729 311 T3

SR 340	0	10	15	20	30	50	100
Fotoiniciador	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Daño en la lente	No	No	No	No	Sí (leve)	Sí (ligero)	Sí (grave)

Ejemplo 2

Los moldes del ejemplo 2 se conformaron con acrílico sin revestir. Como puede observarse a partir de la tabla 2, el uso de una mezcla que contiene más del componente menos agresivo (SR 150) que del componente más agresivo (CN 131) dañó menos la lente.

Tabla 2

Formulación	1	2	3	4	5	6	7
SR 150	100	90	85	80	70	50	0
CN 131	0	10	15	20	30	50	100
Fotoiniciador	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Daño en la lente	No	No	No	No	Sí (leve)	Sí (ligero)	Sí (grave)

10 Ejemplo 3

Los moldes del ejemplo 3 se conformaron con acrílico sin revestir. Como puede observarse a partir de la tabla 3, el uso de una mezcla que contiene más del componente menos agresivo (SR 150) que del componente agresivo (SR 203) dañó menos la lente.

15

Tabla 3

Formulación	1	2	3	4	5	6	7
SR 150	100	90	85	80	70	50	0
SR 203	0	10	15	20	30	50	100
Fotoiniciador	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Daño en la lente	No	No	No	No	Sí (leve)	Sí (leve)	Sí (grave)

Ejemplos 4 a 6

20 Los ejemplos 4 a 6 de a continuación muestran el efecto de la temperatura durante el curado de varios materiales de lente. Como puede observarse, el aumento de la temperatura de curado hasta los 50 °C puede provocar que la lente se dañe y, en ocasiones, la producción de una lente blanco lechoso.

Ejemplo 4

25

Los moldes del ejemplo 4 se conformaron con acrílico sin revestir. Como puede observarse a partir de la tabla 4, las temperaturas más altas a las que se moldearon las lentes dañaron más la lente y/o el molde y les dotaron de un aspecto turbio.

30

Tabla 4

Formulación	1	2	3	4	5	6
Temperatura	Temperatura amb.	50 °C	Temperatura amb.	50 °C	Temperatura amb.	50 °C
SR 150	100	100	80	80	50	50
SR 340	0	0	20	20	50	50
Fotoiniciador	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

ES 2 729 311 T3

Formulación	1	2	3	4	5	6
Daño en la lente/turbiedad	No/No	No/No	No/No	Sí/Sí	No/No	Sí/Sí

Ejemplo 5

Los moldes del ejemplo 5 se conformaron con acrílico sin revestir. Como puede observarse a partir de la tabla 5, las temperaturas más altas a las que se moldearon las lentes dañaron más la lente y/o el molde y les dotaron de un aspecto turbio.

Tabla 5

Formulación	1	2	3	4	5	6
Temperatura	Temperatura amb.	50 °C	Temperatura amb.	50 °C	Temperatura amb.	50 °C
SR 150	100	100	80	80	50	50
CN 131	0	0	20	20	50	50
Fotoiniciador	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Daño en la lente/turbiedad	No/No	No/No	No/No	Sí/No	Sí/No	Sí/Sí

10 Ejemplo 6

Los moldes del ejemplo 6 se conformaron con acrílico sin revestir. Como puede observarse a partir de la tabla 6, las temperaturas más altas a las que se moldearon las lentes dañaron más la lente y/o el molde y les dotaron de un aspecto turbio.

15

Tabla 6

Formulación	1	2	3	4	5	6
Temperatura	Temperatura amb.	50 °C	Temperatura amb.	50 °C	Temperatura amb.	50 °C
SR 150	100	100	80	80	50	50
SR 203	0	0	20	20	50	50
Fotoiniciador	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Daño en la lente/turbiedad	No/No	No/No	No/No	Sí/Sí	No/No	Sí/Sí

Ejemplo 7

20 Los moldes del ejemplo 7 se conformaron con acrílico. El ejemplo 7 muestra el daño de la lente en comparación con los moldes revestidos y con los moldes sin revestir. La tabla 7 presenta las posibles ventajas de revestimiento de los moldes antes de rellenarlos con la formulación y de curarlos posteriormente.

Tabla 7

Formulación	1	1	2	2
Molde revestido	No	Sí	No	Sí
Temperatura	Temperatura amb.	Temperatura amb.	50 °C	50 °C
SR 150	0	0	80	80
SR 340	100	100	20	20
Fotoiniciador	0,35	0,35	0,35	0,35

Daño/turbiedad	Sí/No	No/No	Sí/Sí	No/No
----------------	-------	-------	-------	-------

Ejemplos 8 a 10

Los ejemplos 8 a 10 proporcionan los datos de interacción entre el molde y la formulación para los moldes fabricados a partir de una variedad de polímeros. La siguiente información puede comprobarse a partir de los ejemplos: En primer lugar, los materiales de molde distintos se comportan de manera diferente. Además, el revestimiento de los moldes puede ayudar apropiadamente a impedir la interacción entre la formulación del molde y la lente y, minimizar el tiempo que las formulaciones de la lente están en contacto con los moldes antes del curado es una ventaja. Cuando más baja sea la temperatura de la formulación del molde y la lente, antes y durante el curado, menos probable será que ocurra la interacción entre el molde y la formulación. Finalmente, en las condiciones adecuadas, es posible curar y separar con éxito los moldes y las formulaciones sin revestir previamente los moldes. [Para las tablas 8, 9 y 10, solo se cataloga el material de la prueba. El resto de la formulación en estos ejemplos consiste en SR 150 y fotoiniciador(es). En los ejemplos 8-10, "No" significa que no se dañó la lente tal y como se define en el ejemplo 1, y "Sí" significa que se observó daño en la lente].

15

Ejemplo 8

El ejemplo 8 muestra la temperatura y el tiempo como factores de la fabricación de la lente utilizando moldes acrílicos.

20

Tabla 8

Material			EBECRYL 1039		SR 340		CN 131		EBECRYL 810	
% de material	Temperatura	Tiempo	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir
0	Temperatura amb.	10 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		30 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		60 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
10	Temperatura amb.	10 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		30 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		60 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
30	Temperatura amb.	10 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		30 min.	No	No	No	No	No	No	No	Sí
		60 min.	No	No	No	No	No	No	No	Sí
50	Temperatura amb.	10 min.	No	No	No	No	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	No	No	No	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	No	No	No	No	Sí	No	Sí

100	Temperatura amb.	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
0	50 °C	10 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		30 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		60 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
10	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	No	No	No
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	No	No	No
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	No	No	No
30	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
50	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
100	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí

Ejemplo 9

El ejemplo 9 muestra la temperatura y el tiempo como factores de la fabricación de la lente utilizando moldes de 5 poliestireno.

Tabla 9

Material			EBECRYL 1039		SR 340		CN 131		EBECRYL 810	
% de material	Temperatura	Tiempo	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir
0	Temperatura amb.	10 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
10	Temperatura amb.	10 min.	No	No	No	Sí	No	Sí	No	No
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
30	Temperatura amb.	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
50	Temperatura amb.	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
100	Temperatura amb.	10 min.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
0	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
10	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí

ES 2 729 311 T3

		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
30	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
50	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
100	50 °C	10 min.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí

Ejemplo 10:

El ejemplo 10 muestra la temperatura y el tiempo como factores de la fabricación de la lente utilizando moldes de 5 policarbonato.

Tabla 10

Material			EBECRYL 1039		SR 340		SR 203		SR 506	
% de material	Temperatura	Tiempo	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir
0	Temperatura amb.	10 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		30 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		60 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
10	Temperatura amb.	10 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		30 min.	No	No	No	No	No	No	No	No
		60 min.	No	No	No	No	No	No	No	No

Material			EBECRYL 1039		SR 340		SR 203		SR 506	
% de material	Temperatura	Tiempo	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir	Revestido	Sin revestir
30	Temperatura amb.	10 min.	No	No	No	No	No	Sí	No	No
		30 min.	No	No	No	No	No	Sí	No	No
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
100	Temperatura amb.	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No*	Sí*
0	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
10	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
30	50 °C	10 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		60 min.	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
100	50 °C	10 min.	No*	Sí*	No	Sí	No	Sí	No	Sí
		30 min.	No*	Sí*	No	Sí	No	Sí	No*	Sí*
		60 min.	No*	Sí*	No	Sí	No	Sí	No*	Sí*

*Durante el período de sujeción, las agresiones sobre el lado no revestido provocaron fugas. El lado revestido no mostraba pruebas de agresión.

Aunque la presente invención se ha descrito haciendo referencia a detalles específicos de determinadas realizaciones tuyas, no está pensada para que dichos detalles se consideren limitaciones con respecto al alcance de la invención, excepto que y en la medida en que se incluyan en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de moldeo (10), que comprende:

5 a) un anillo (50) que tiene una periferia interior (54);

b) una pluralidad de moldes delanteros (20), teniendo cada molde delantero (20) una superficie de formación de lente (22), y proporcionando cada molde delantero (20) un borde (28) que rodea la superficie de formación de lente (22), que tiene un tamaño para poder ser recibido de manera complementaria dentro de una parte de la periferia interior
10 (54) del anillo (50); y

c) un molde trasero (40) que tiene una superficie de formación de lente (42), estando configurado el molde trasero (40) para emparejarse con cada uno de la pluralidad de moldes delanteros (20), un aro (46) que rodea la superficie de formación de lente (42), que tiene un tamaño para ser recibido de manera complementaria dentro de una parte de la
15 periferia interior (54) del anillo (50);

en donde cuando el borde (28) de cada uno de los moldes delanteros (20) y el aro (46) del molde trasero (40) están configurados para ser recibidos en el anillo (50), las superficies de formación de lente (22, 42) de los moldes delantero y trasero (20, 40) y el anillo (50) forman una cavidad de molde (60) que tiene las dimensiones de una lente deseada
20 conformable en su interior;

y en donde la pluralidad de moldes delanteros (20) comprenden, cada uno, una forma distinta, para así conformar lentes con diferentes diámetros efectivos;

25 en donde

cada molde delantero (20) está conformado con un plástico y tiene una base (30) que tiene dimensiones mayores que la periferia interior (54) del anillo (50); y

30 el molde trasero (40) está conformado con un plástico, y el molde trasero (40) comprende además un reborde (48) que tiene unas dimensiones mayores que la periferia interior (54) del anillo (50).

2. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 1, en donde el anillo (50) comprende plástico.

35 3. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 1, en donde el anillo (50) define además una abertura de introducción (70) y una abertura de ventilación (72) a su través, en comunicación fluida con la cavidad del molde (60).

4. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 3, en donde, cuando los moldes delantero y trasero (20, 40) se disponen verticales, la abertura de ventilación (72) queda dispuesta sustancialmente en la parte central superior.

40

5. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 3, en donde la cavidad del molde (60) es sustancialmente circular en vista en planta y la abertura de introducción (70) está desviada de la abertura de ventilación (72) entre aproximadamente quince a noventa grados.

45 6. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 2, en donde el anillo (50) tiene extremos opuestos (52), en donde la base (30) del molde delantero (20) tiene una superficie de contacto (32) que es sustancialmente plana, y en donde la superficie de contacto (32) y un extremo (52) del anillo (50) hacen tope cuando se conforma la cavidad del molde (60).

7. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 6, en donde la superficie de formación de lente (22) del molde delantero
50 (20) es cóncava y define un nadir (26), en donde el nadir (26) interseca tangencialmente un plano (FMP) definido por la superficie de contacto (32) de la base (30).

8. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 7, en donde el reborde (48) del molde trasero (40) tiene una superficie de acoplamiento (49) que es sustancialmente plana, y en donde la superficie de acoplamiento (49) y un extremo (52)
55 del anillo (50) hacen tope cuando se conforma la cavidad del molde (60).

9. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 8, en donde la superficie de formación de lente (42) del molde trasero (40) tiene un vértice (44), para que un plano (AP) tangencial al vértice (44) sea sustancialmente paralelo a y esté separado de un plano (RMP) definido por la superficie de acoplamiento (49), siendo la separación (AH) entre el plano
60 (AP) tangencial al vértice (44) y el plano (RMP) definido por la superficie de acoplamiento (49) la altura del vértice del molde trasero.

10. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 9, en donde los extremos (52) del anillo (50) están separados por una altura (RH) del anillo, siendo la altura (RH) del anillo la suma de la altura del vértice del molde trasero y de un grosor
65 central deseado de la cavidad del molde (60).

11. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 8, en donde la superficie de formación de lente (22) del molde delantero (20) comprende además una pluralidad de protuberancias (34), estando situada cada una adyacente al borde (28), teniendo las protuberancias (34) una altura que se corresponde con un grosor de borde deseado de la
5 cavidad del molde (60).

12. El dispositivo de moldeo de la reivindicación 1, en donde el molde delantero (20) puede rotar con respecto al molde trasero (40), de modo que los dos moldes (20, 40) están, el uno con respecto al otro, en una de una pluralidad de orientaciones rotacionales seleccionadas, para así alterar las características de la cavidad del molde (60) cuando las
10 superficies de formación del molde (22, 42) de los respectivos moldes delantero y trasero (20, 40) tienen una curvatura asimétrica.

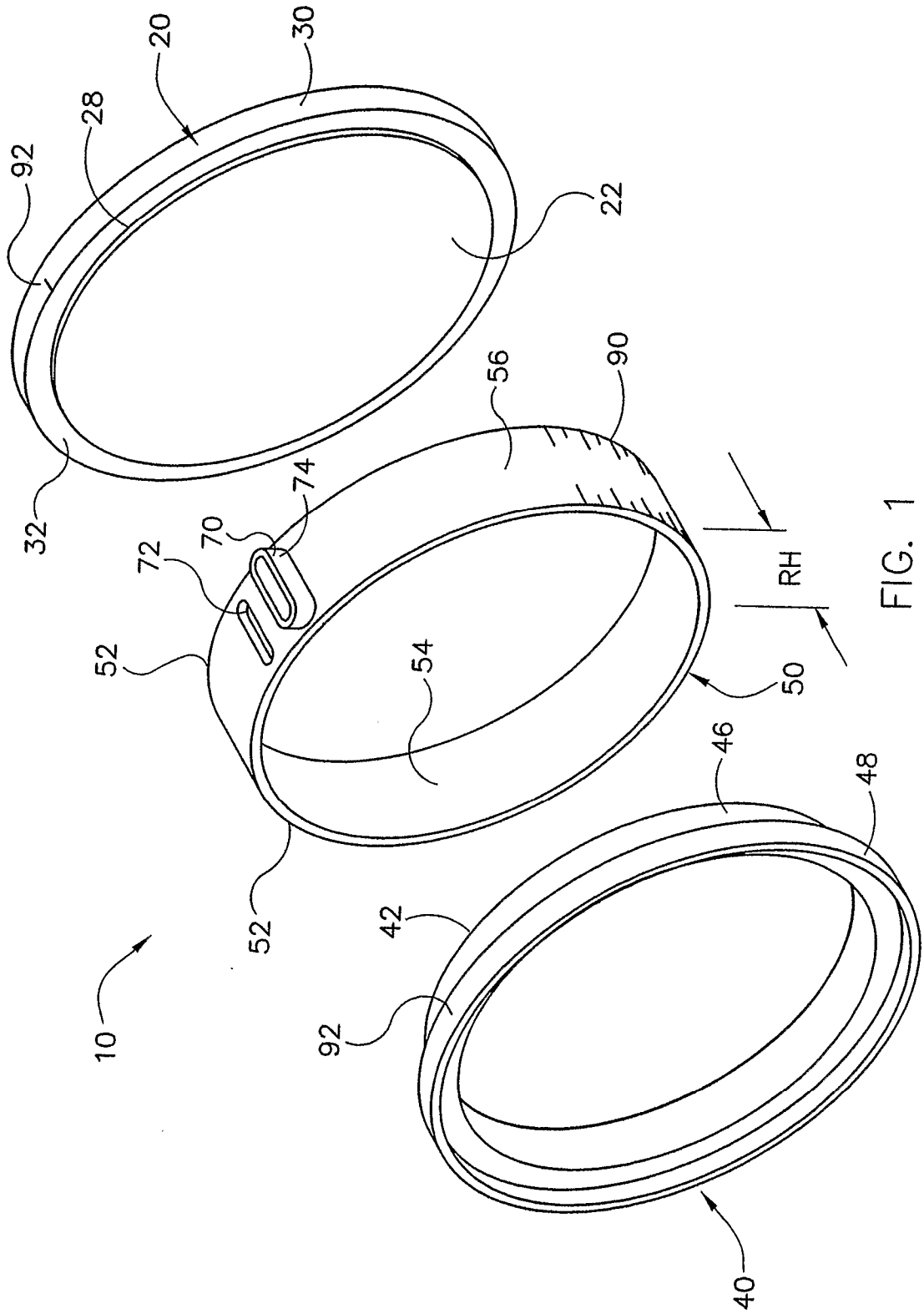


FIG. 1

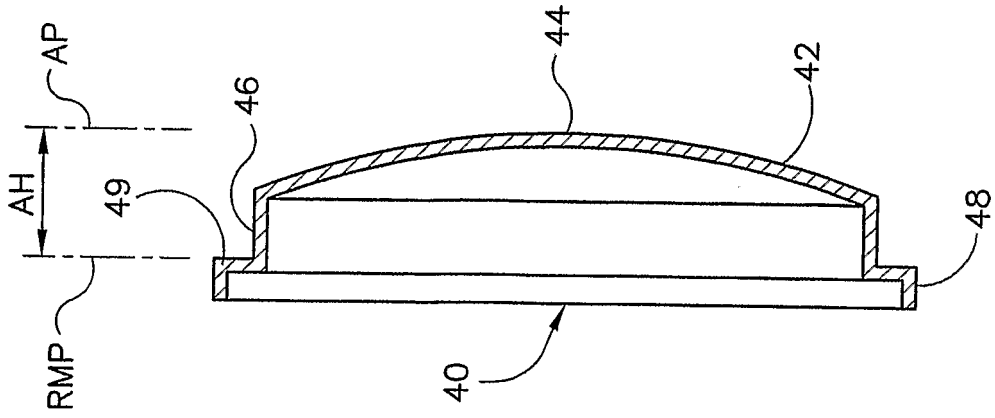


FIG. 2C

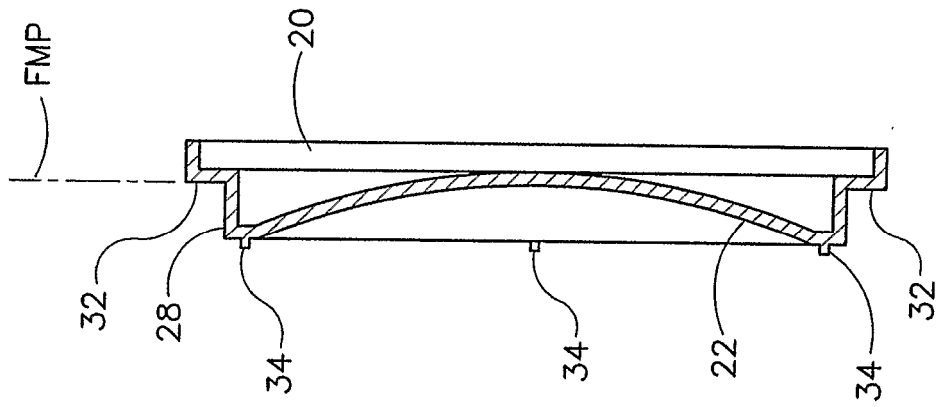


FIG. 2B

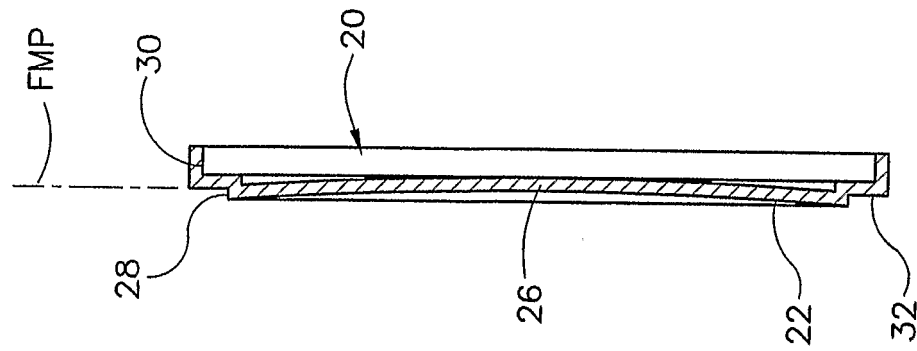


FIG. 2A

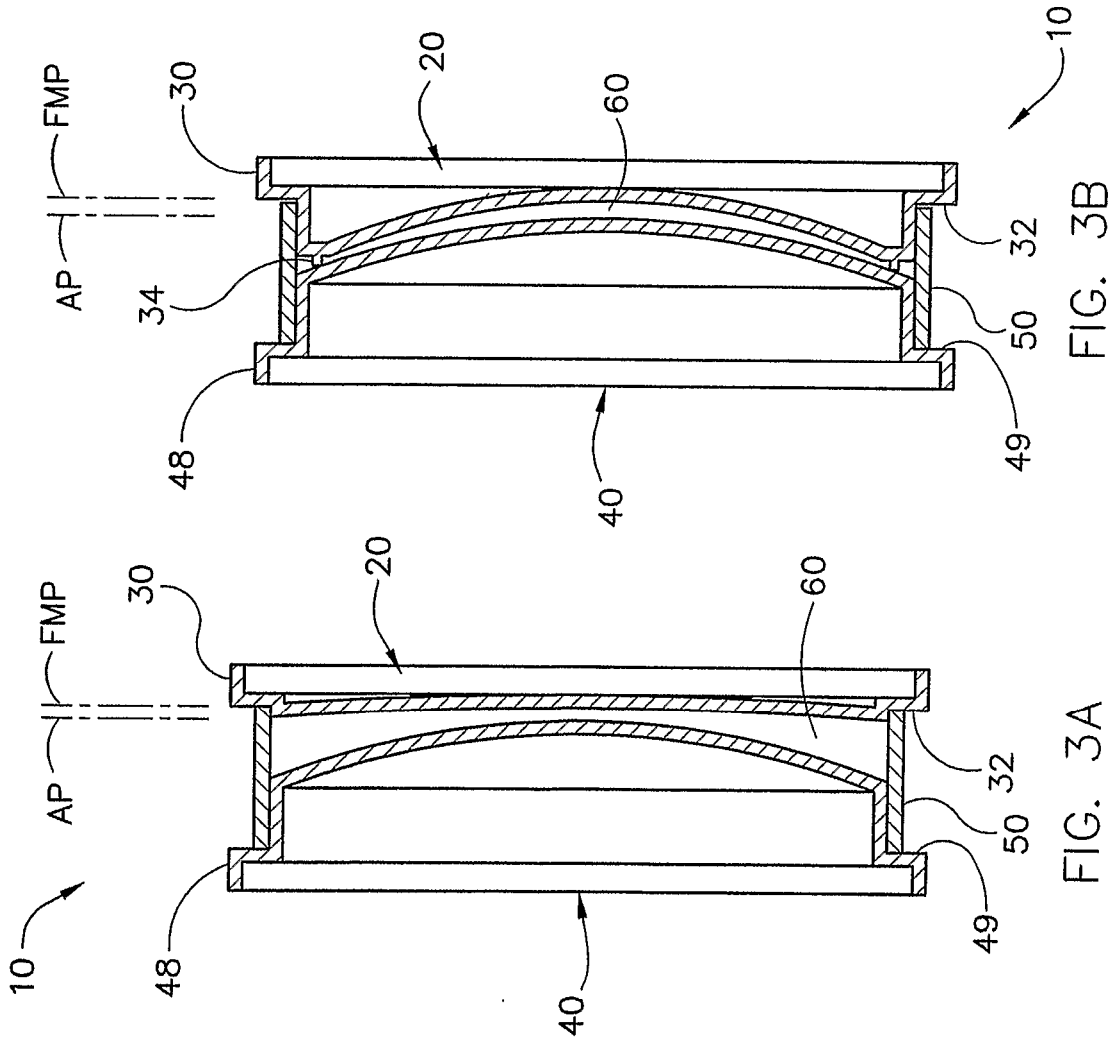


FIG. 3A

FIG. 3B

FIG. 4A

FIG. 4B

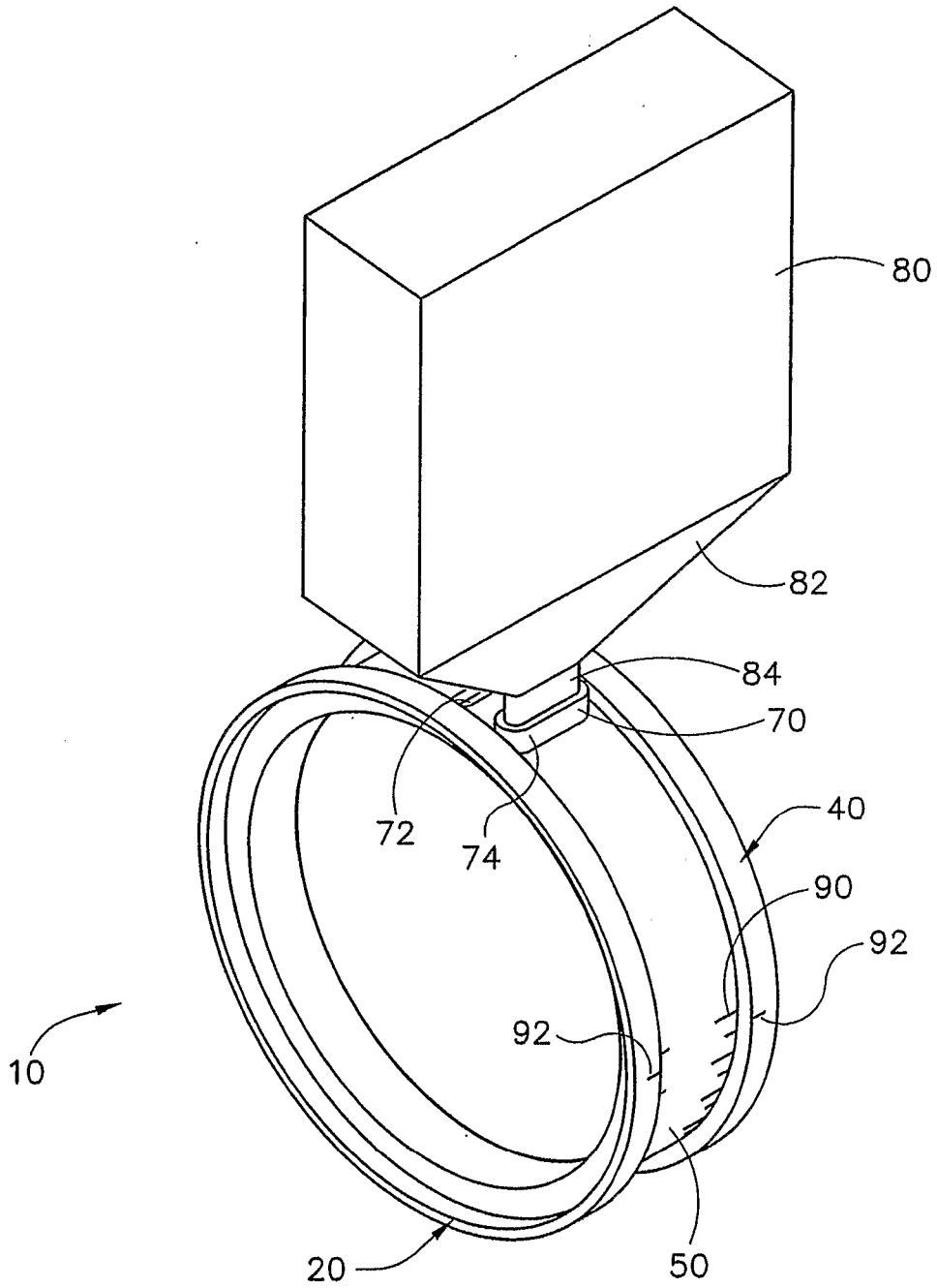


FIG. 5

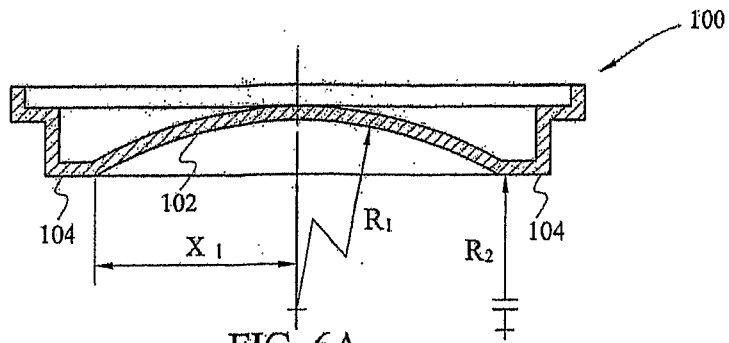


FIG. 6A

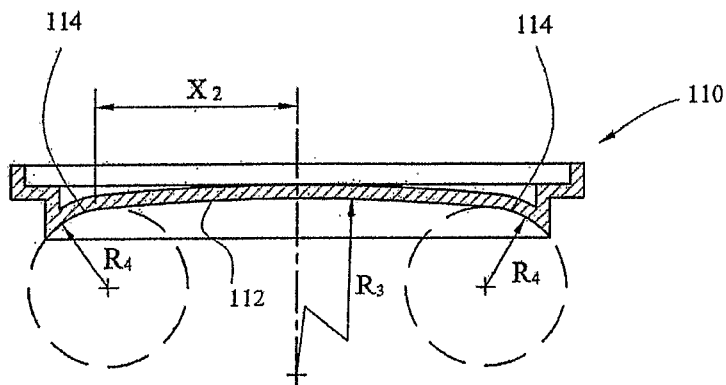


FIG. 6B

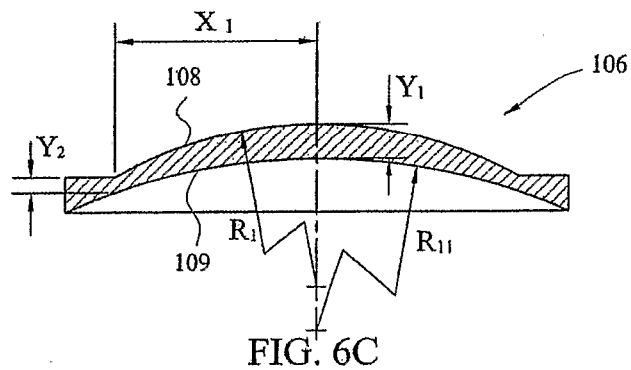


FIG. 6C

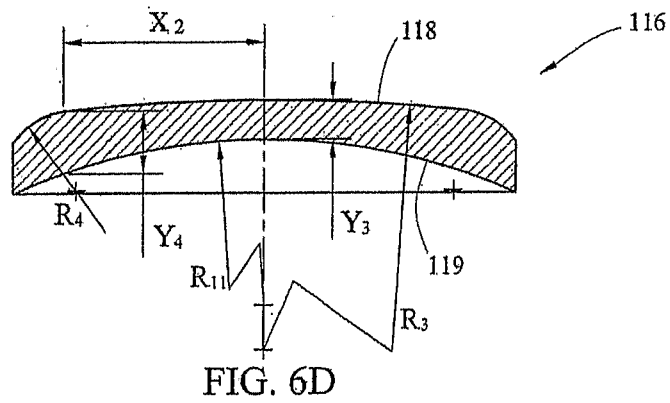


FIG. 6D

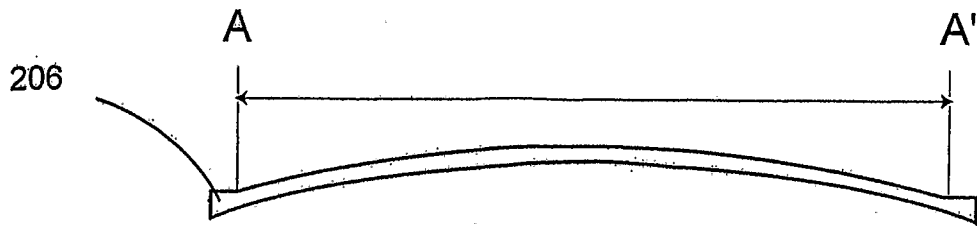


FIG. 7A

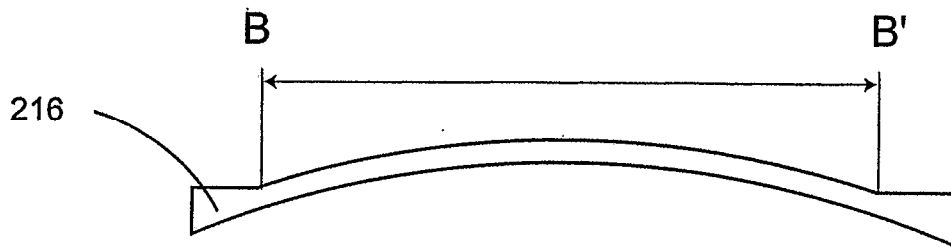


FIG. 7B

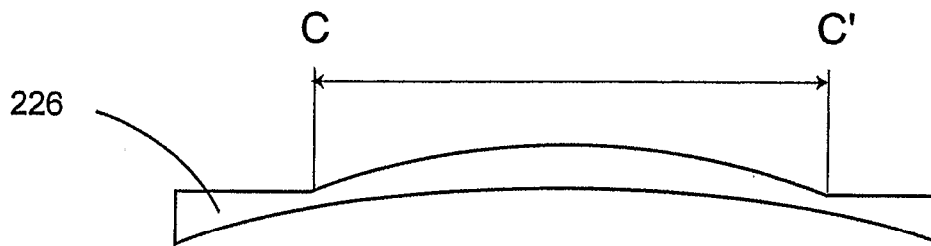


FIG. 7C