

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 741**

51 Int. Cl.:

**B29D 11/00** (2006.01)

**B29C 33/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2008 E 08870493 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **20.10.2010 EP 2240314**

54 Título: **Molde de colada para formar un dispositivo biomédico que incluye un dispositivo oftálmico**

30 Prioridad:

**31.12.2007 US 18143**

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

**05.02.2013**

73 Titular/es:

**BAUSCH & LOMB INCORPORATED (100.0%)  
ONE BAUSCH & LOMB PLACE  
ROCHESTER, NY 14604-2701, US**

72 Inventor/es:

**LAWTON, BRUCE, EDWARD;  
BARROWS, DANIEL, P.;  
GABRIEL, EMILY, ABRAMS;  
DOBNER, MICHAEL, HENRY;  
JOSEPHSON, CRAIG, ALAN;  
HOVEY, LARRY, C.;  
PANDIT, SANDEEP, PRABHAKER;  
WILLIAMS, RYAN y  
PIERCE, JESSICA, A.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 394 741 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**

Molde de colada para formar un dispositivo biomédico que incluye un dispositivo oftálmico

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un molde de colada para formar un dispositivo biomédico de acuerdo con la reivindicación 1. Se proporciona un molde de colada que tiene una sección de molde anterior y una sección de molde posterior, en el que las secciones de molde pueden acoplarse de forma operativa mediante un ajuste con apriete entre nervaduras en una sección de molde y un resalte anular en la segunda sección de molde.

**Descripción de la técnica relacionada**

Un método para fabricar dispositivos biomédicos que incluyen dispositivos oftálmicos tales como lentes de contacto es el moldeo por colada. El moldeo por colada de lentes de contacto implica depositar una mezcla curable de un material de lente polimerizable, tal como un monómero, en la cavidad de un molde de colada que está formada por al menos dos secciones de molde de colada ensambladas; curar la mezcla; desmontar las secciones de molde de colada y sacar la lente moldeada. También pueden emplearse etapas de procesamiento posteriores al moldeo, por ejemplo, hidratación en el caso de lentes de hidrogel. Métodos de moldeo por colada representativos se describen en la Patente de Estados Unidos N° 5.271.875 (Appleton et al.); Patente de Estados Unidos N° 4.197.266 (Clark et al.); Patente de Estados Unidos N° 4.208.364 (Shepherd); Patente de Estados Unidos N° 4.865.779 (Ihn et al.); Patente de Estados Unidos N° 4.955.580 (Seden et al.); Patente de Estados Unidos N° 5.466.147 (Appleton et al.); y Patente de Estados Unidos N° 5.143.660 (Hamilton et al.). El documento EP 0 447 361 A describe un molde para lentes de contacto que comprende dos mitades de molde de colada que se mantienen juntas mediante una conexión por fricción.

Por lo tanto, la configuración del molde, y particularmente las superficies ópticas del molde determinan, al menos parcialmente, las superficies resultantes de la lente. Aunque un número significativo de defectos ópticos pueden corregirse con los dispositivos biomédicos moldeados, dado que muchos dispositivos oftálmicos requieren dos mitades de molde, existe una necesidad de optimizar la configuración del molde de colada.

**Breve resumen de la invención**

El presente molde de colada para retener un volumen de líquido curable para formar un dispositivo biomédico se describe en la reivindicación 1.

Se proporciona un método para formar un dispositivo biomédico a partir de un volumen retenido de líquido curable en un molde de colada, en el que la primera superficie óptica es convexa y una pluralidad de nervaduras se extienden axialmente desde un lado de la primera brida y se extienden radialmente para terminar en un extremo libre; en el que la segunda superficie óptica es cóncava y un resalte que se extiende axialmente desde la segunda brida; depositar un volumen del líquido curable sobre la segunda superficie óptica; y acoplar la primera sección de molde y la segunda sección de molde poniendo en contacto el extremo libre de cada una de la pluralidad de nervaduras con el resalte para definir una cavidad del molde sellada entre la primera superficie óptica y la segunda superficie óptica, con una parte de la pared cilíndrica recta estando en contacto con la primera superficie óptica.

También se proporciona otro método para formar un dispositivo biomédico a partir de un volumen retenido de líquido curable en un molde de colada, moldeando por inyección una primera sección de molde, teniendo la primera sección de molde una primera superficie óptica convexa y un estrechamiento inverso en una primera superficie no óptica; moldear por inyección una segunda sección de molde, teniendo la segunda sección de molde una segunda superficie óptica cóncava y un estrechamiento inverso en una segunda superficie no óptica; depositar un volumen del líquido curable sobre la segunda superficie óptica; y acoplar la primera sección de molde y la segunda sección de molde para definir una cavidad del molde sellada que retiene al líquido curable entre la primera sección de molde y la segunda sección de molde.

Se contempla, además, un método para formar un dispositivo biomédico a partir de un volumen retenido de líquido curable en un molde de colada, en el que la primera superficie óptica es convexa y una pluralidad de nervaduras se extienden axialmente desde un lado de la primera brida y se extienden radialmente para terminar en un extremo libre; en el que la segunda superficie óptica es cóncava y un resalte que se extiende axialmente desde la segunda brida, y acoplar la primera sección de molde y la segunda sección de molde mediante un acoplamiento constituido por (i) un borde sellado entre la primera superficie óptica y la segunda superficie óptica y (ii) una pluralidad de puntos de contacto entre el extremo libre de la pluralidad de nervaduras y el resalte.

Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención, y se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva. Los dibujos no son necesariamente a escala, y los tamaños de diversos elementos pueden estar distorsionados por motivos de claridad. Los dibujos ilustran una o más realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios y el funcionamiento de la

invención.

**Breve descripción de las varias vistas de los dibujos**

- 5 La figura 1 es una vista en perspectiva de un molde de colada ensamblado para formar un dispositivo oftálmico.  
La figura 2 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del molde de colada de la figura 1.
- 10 La figura 3 es una vista de sección transversal de un dispositivo oftálmico, tal como una lente de contacto formada mediante el molde de colada de la figura 1.  
La figura 4 es una vista en perspectiva de una sección de molde anterior del molde de colada de la figura 1.
- 15 La figura 5 es una vista de sección transversal de la sección de molde anterior de la figura 4.  
La figura 6 es una vista en perspectiva de una sección de molde posterior del molde de colada de la figura 1.
- 20 La figura 7 es una vista de sección transversal de la sección de molde posterior de la figura 6.  
La figura 8 es otra vista de sección transversal de la sección de molde posterior de la figura 6.  
La figura 9 es una vista de sección transversal del molde de colada ensamblado de la figura 1.
- 25 La figura 10 es una parte aumentada de la vista de sección transversal de la figura 9.  
La figura 11 es una parte aumentada de la vista de sección transversal de la figura 10.
- 30 La figura 12 es una vista en planta superior de una configuración alternativa de la sección de molde posterior.  
La figura 13 es una configuración adicional del molde de colada para formar un dispositivo oftálmico.  
La figura 14 es una vista de sección transversal del molde de colada de la figura 13 en un estado ensamblado.
- 35 La figura 15 es una vista en perspectiva de la sección de molde anterior del molde de colada de la figura 13.  
La figura 16 es una vista en perspectiva de la sección de molde posterior del molde de colada de la figura 13.  
La figura 17 es una vista en perspectiva del molde de colada ensamblado de la figura 13.
- 40 La figura 18 es una vista en perspectiva de la sección de molde posterior que tiene una pluralidad de separadores.  
La figura 19 es una vista en perspectiva de una pluralidad de moldes de colada ensamblados en una configuración apilada, separados por los separadores.
- 45 La figura 20 es una vista en perspectiva del lado óptico de la sección de molde anterior que muestra las zonas de superficie plana para contacto de transporte.  
La figura 21 es una vista en perspectiva del lado no óptico de la sección de molde anterior que muestra las zonas de superficie plana para contacto de transporte.
- 50 La figura 22 es una vista en perspectiva del lado óptico de la sección de molde posterior que muestra las zonas de superficie plana para contacto de transporte.  
La figura 23 es una vista en perspectiva del lado no óptico de la sección de molde posterior que muestra las zonas de superficie plana para contacto de transporte.
- 55 La figura 24 es una vista de sección transversal en alzado lateral del molde de colada que muestra las zonas de superficie plana.  
La figura 25 es una vista en alzado lateral del molde de colada que muestra el acceso a un espacio de desencapsulado circular continuo entre la sección de molde anterior y la sección de molde posterior, accediéndose al espacio de desencapsulado de forma transversal al eje óptico.
- 60 La figura 26 es una vista en perspectiva que muestra la aplicación de una fuerza de desencapsulado paralela al eje óptico, la fuerza de desencapsulado aplicada a través de un hueco periférico de las secciones de molde.
- 65

La figura 27 es una vista de sección transversal en alzado lateral del molde de colada que muestra la aplicación de una fuerza de desencapsulado de martillado central.

La figura 28 es una vista en alzado lateral aumentada de una parte de la sección de molde posterior.

La figura 29 es una vista en alzado lateral que muestra la relación de las superficies ópticas de la sección de molde anterior y la sección de molde posterior con respecto a un lado de expulsión del mecanizado.

### Descripción detallada de la invención

En referencia a las figuras 1, 2, 13 y 14, se muestra un molde de colada representativo 10. El molde de colada 10 puede estar construido para formar cualquiera de diversos dispositivos biomédicos que incluyen dispositivos oftálmicos incluyendo, aunque sin limitarse a, implantes de lentes intraoculares (IOL), lentes de contacto, queratoprótesis, anillos corneales, incrustaciones corneales y similares. Para fines de descripción, los moldes de colada 10 se describen en términos de formación de una lente de contacto 20 mostrada en la figura 3. Incluso en la descripción del molde de colada 10 en términos de la lente de contacto 20, la lente de contacto puede ser cualquiera de diversas construcciones incluyendo, aunque sin limitarse a, lentes esféricas, tóricas o multifocales.

La lente de contacto 20 incluye una superficie anterior óptica convexa 22 y una superficie posterior óptica cóncava 24, en la que cada superficie está construida para ser compatible para contacto con el cuerpo.

En las configuraciones mostradas en las figuras 1, 2, 13 y 14, el molde de colada 10 incluye una sección de molde anterior 30 y una sección de molde posterior 70. La sección de molde anterior 30 se denomina a menudo como una curva o preforma de lente frontal y la sección de molde posterior 70 se denomina a menudo como una curva o preforma de lente trasera.

Tal como se ve en las figuras 9 y 14, cuando están ensambladas, la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70 forman una cavidad del molde 13 que tiene un eje óptico OA.

La sección de molde anterior 30 forma la superficie óptica convexa anterior 22 de la lente de contacto resultante 20. Específicamente, la sección de molde anterior 30 incluye un zona curva central con una superficie óptica cóncava 32 y una superficie no óptica opuesta 34.

Tal como se usa en este documento, la expresión "calidad óptica" o "superficie óptica" indica una superficie de moldeo que es lo suficientemente lisa para formar una superficie óptica que finalmente forma una superficie del dispositivo oftálmico tal como la lente de contacto 20, por ejemplo, la lente producida es adecuada para la colocación en el ojo sin necesidad de maquinar o pulir la superficie de la lente formada. Es decir, no se requiere un acabado de la superficie adicional para proporcionar un dispositivo adecuado para entrar en contacto con el ojo.

La superficie de calidad óptica cóncava 32 tiene las dimensiones, y preferiblemente la potencia de la superficie anterior 22 de la lente de contacto 20 producida en el molde de colada 10. La superficie óptica cóncava 32 puede definirse generalmente con respecto al eje óptico OA. La superficie óptica cóncava 32 termina en un vértice o borde periférico 36, tal como una pared cilíndrica recta (cilíndrica) que es generalmente paralela al eje óptico OA.

La sección de molde anterior 30 incluye una brida que se proyecta radialmente 40 que se extiende desde el vértice periférico 36 de la superficie de calidad óptica cóncava 32. En una construcción, la brida 40 se extiende perpendicular desde la pared cilíndrica recta 36 de la superficie óptica cóncava 32 (y, por lo tanto, generalmente perpendicular al eje óptico) para terminar en un borde periférico 42. Aunque la brida 40 se muestra como concéntrica con el eje óptico OA, se entiende que la brida puede ser asimétrica con respecto al eje óptico. La brida 40 puede incluir una lengüeta que se proyecta radialmente 58, en la que la lengüeta está configurada para la orientación de la sección de molde anterior 30 con respecto al eje óptico OA. Adicionalmente, la lengüeta 58 puede estar configurada para emplearla en el desencapsulado o la separación de las secciones de molde después de la formación de la lente de contacto 20.

La brida 40 incluye un resalte anular (o escalón) 44 que es intermedio radialmente con la pared cilíndrica recta 36 de la superficie de calidad óptica cóncava 32 y el borde periférico 42. El resalte 44 divide de este modo a la brida 40 en una repisa inferior plana, anular 46 y una repisa superior plana, anular 48. La repisa inferior 46 de la brida 40 es perpendicular a la pared cilíndrica recta 36 en la intersección con la pared cilíndrica recta, y se extiende perpendicular al eje óptico OA. La repisa superior 48 se extiende perpendicular al eje óptico OA.

En referencia a las figuras 9-11, el resalte 44 se extiende a lo largo del eje óptico OA lejos de la superficie óptica cóncava 32. Es decir, el resalte 44 y la superficie óptica cóncava 32 no descansan a lo largo de una parte común del eje óptico OA. El resalte 44 se extiende generalmente paralelo al eje óptico OA. Sin embargo, en configuraciones seleccionadas, el resalte 44 está inclinado con respecto al eje óptico, de modo que la parte del resalte adyacente a la repisa inferior 46 está más cerca del eje óptico OA que la parte del resalte adyacente a la repisa superior 48. De este modo, el resalte 44 puede inclinarse con respecto al eje óptico OA en un ángulo  $\theta$ .

- Aunque el resalte 44 puede tener diversas dimensiones longitudinales (a lo largo del eje óptico), se ha descubierto que una altura que es menor que la dimensión longitudinal de la superficie de calidad óptica cóncava 32 es satisfactoria. El resalte 44 y las partes adyacentes de la brida 40 tienen un grosor común. Sin embargo, se entiende que al menos uno del resalte 44 y la repisa inferior adyacente 46 y la repisa superior 48 pueden tener un grosor aumentado para promover la rigidez del resalte. Sin embargo, para fines de reducir los requisitos del material, la sección de molde anterior 30 tiene un grosor sustancialmente constante.
- Tal como se muestra en las figuras 13-15, la sección de molde anterior 30 también puede incluir una pluralidad de patas colgantes 50. Las patas 50 pueden disponerse alrededor del borde periférico 42 y se extienden en la dirección de la superficie de calidad óptica cóncava 32 a lo largo del eje óptico OA. Las patas 50 pueden extenderse una distancia suficiente a lo largo del eje óptico OA de modo que la sección de molde anterior 30 puede ser autoportante o apoyarse sobre las patas. Es decir, las patas 50 tienen una mayor dimensión longitudinal a lo largo del eje óptico OA que la superficie óptica cóncava 32.
- Las patas 50 pueden estar dispuestas de forma simétrica alrededor del borde periférico 42. Como alternativa, las patas 50 pueden estar dispuestas de forma asimétrica alrededor del borde periférico 42, proporcionando de este modo una indicación de la orientación de la sección de molde anterior 30 y, por lo tanto, la superficie de calidad óptica cóncava.
- Las patas 50 no son de dimensión crítica u óptica y, por lo tanto, pueden emplearse como vestigios u orificios en el proceso de formación de la sección de molde anterior 30. Además, una única o múltiples patas 50 pueden emplearse en el proceso de formación de la sección de molde anterior 30. El número de patas 50 está al menos parcialmente determinado por el uso deseado de las patas. Es decir, para que las patas 50 proporcionen la construcción autoportante, se contempla un mínimo de tres patas. Aunque podrían usarse dos patas 50 junto con la superficie no óptica 34 para proporcionar la construcción autoportante, es ventajoso minimizar el contacto potencialmente distorsionador proximal a la superficie de calidad óptica cóncava 32 y, por lo tanto, la superficie no óptica 34.
- Tal como se ve en las figuras 2, 4, 5 y 9-11, en la sección de molde anterior 30, el resalte 44 puede definir una superficie interna de un reborde anular 52. En esta construcción, el resalte 44 se extiende de nuevo a lo largo del eje óptico OA, una superficie superior 54 del reborde 52 se extiende radialmente hacia fuera y una pared externa 56 del reborde se extiende a lo largo del eje óptico OA para solaparse sustancialmente con el resalte. Durante la inclusión de las patas 50 en esta construcción, las patas se extienden desde la pared externa 56 del reborde 50 para tener una mayor dimensión longitudinal a lo largo del eje óptico OA que la superficie de calidad óptica cóncava 32.
- El reborde anular 52 aumenta la rigidez de la sección de molde anterior 30. Por lo tanto, la rigidez aumentada ayuda a la sección de molde anterior 30 a soportar diversos métodos de liberación de lente seca. Por ejemplo, durante la aplicación de una presión de liberación sobre la superficie superior 54 del reborde 52, la pared vertical se desviará haciendo que la lente formada se separe de la sección de molde anterior 30.
- En al menos construcciones seleccionadas, la dimensión radial de la repisa inferior 46 es menor que la dimensión radial de la superficie de calidad óptica cóncava 32. Es decir, el resalte 44 está más cerca de la pared cilíndrica recta 36, de lo que la pared cilíndrica recta está al eje óptico OA.
- El borde periférico 42 de la brida 40 puede incluir una asimetría tal como la lengüeta 58, en la que la lengüeta puede usarse para fines de alineamiento de la sección de molde anterior 30. Tal como se describe a continuación, también se contempla que la formación mediante moldeo por inyección de la sección de molde anterior 30 pueda estar provista de orificios en la lengüeta 58. La lengüeta 58 puede ser de una configuración sustancialmente plana que es perpendicular, paralela o inclinada con respecto al eje óptico OA. Se entiende que el borde periférico 42 de la sección de molde anterior 30 puede ser sustancialmente circular. También se contempla que el borde periférico 42 pueda ser simétrico o asimétrico con respecto al eje óptico OA. Por ejemplo, el borde periférico 42 puede definir una forma generalmente triangular u oval.
- La sección de molde posterior 70 forma la superficie óptica cóncava posterior 24 de la lente de contacto 20. La sección de molde posterior 70 incluye una superficie de calidad óptica convexa 72 y una superficie no óptica opuesta 74, en la que la superficie óptica convexa define la superficie de la lente de contacto 20 que entra en contacto con el ojo y, por lo tanto, tiene las dimensiones de la superficie trasera de la lente de contacto a producir mediante el molde de colada 10. La superficie óptica convexa 72 puede estar generalmente definida con respecto al eje óptico OA. La superficie óptica convexa 72 tiene un tamaño para acoplarse con el vértice o pared cilíndrica recta 36 de la sección de molde anterior 30 durante el ensamblaje operativo de la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70. Por lo tanto, en vista de consideraciones de tolerancia y fabricación, la superficie de calidad óptica convexa 72 tiene un tamaño para extenderse ligeramente más allá de la línea anular de acoplamiento con la pared cilíndrica recta 36 de la sección de molde anterior 30.
- La sección de molde posterior 70 incluye una brida que se proyecta radialmente 80 que generalmente se extiende desde la superficie de calidad óptica convexa 72. En una construcción, la brida 80 se extiende desde la superficie de

calidad óptica convexa 72 para terminar en un borde periférico 82. La brida 80 se extiende perpendicular al eje óptico OA y, generalmente, define una superficie superior e inferior plana. Aunque la brida 80 se muestra como concéntrica con el eje óptico OA, se entiende que el borde periférico 82 puede ser asimétrico con respecto al eje óptico. La brida 80 es una construcción generalmente plana que tiene una periferia circular concéntrica con el eje óptico OA. En una configuración adicional, la brida 80 tal como se ve en las figuras 1 y 7-12 puede incluir una lengüeta que se proyecta hacia fuera 88. Tal como se describe a continuación, también se contempla que la periferia de la brida 80 pueda incluir un hueco o sección con una escotadura 95, tal como se muestra en la figura 12, exponiendo de este modo la brida 40 de la sección de molde anterior 30 cuando las secciones de molde están acopladas de forma operativa.

El borde periférico 82 de la brida 80 puede incluir una asimetría tal como la lengüeta 88, en la que la lengüeta puede usarse para fines de alineamiento de la sección de molde posterior 70. Tal como se describe a continuación, también se contempla que la formación mediante moldeo por inyección de la sección de molde posterior 70 pueda estar provista de orificios en la lengüeta 88. La lengüeta 88 puede ser de una configuración sustancialmente plana que es perpendicular, paralela o inclinada con respecto al eje óptico OA.

En la sección de molde posterior 70, la superficie de calidad óptica convexa 72 puede extenderse para intersecar la brida 80. Como alternativa, tal como se ve en las figuras 10 y 11, una banda no óptica 76 puede estar formada intermedia entre la superficie de calidad óptica convexa 72 y la brida 80. La banda no óptica 76 puede conservar la curvatura general de la superficie de calidad óptica convexa 72. Como alternativa, la banda no óptica 76 puede ser una superficie sustancialmente cilíndrica.

La superficie externa de la sección de molde posterior 70 que incorpora superficies no ópticas incluye un estrechamiento inverso 78 generalmente adyacente a o incorporado en la superficie trasera cóncava no óptica 74 de la superficie de calidad óptica convexa 72. El estrechamiento inverso 78 es una superficie formada que está inclinada, en pendiente opuesta a, o se solapa verticalmente con una parte restante de la sección del molde con respecto a una dirección de inclinación lateral. Por ejemplo, una línea paralela al eje óptico o la dirección de inclinación lateral, interseca una parte de la sección del molde, a continuación abandona la sección de molde e interseca de nuevo la sección de molde, por lo tanto, interseca un estrechamiento inverso 78. El estrechamiento inverso 78 proporciona dirección de inclinación lateral que interseca dos veces la sección de molde. Como alternativa, para una primera brida y/o segunda brida plana, una línea paralela a una normal a la brida respectiva pasa a través de dos partes separadas de la sección de molde respectiva. El estrechamiento inverso 78 no contribuye a ensamblar el ensamblaje del molde 10 sino que, en su lugar, tal como se describe posteriormente, a formar la sección de molde posterior 70. En una configuración, tal como se ve en las figuras 10 y 11, el estrechamiento inverso 78 está ubicado en la transición de la superficie no óptica 74 y la brida 80. Generalmente, todas las características estructurales de la sección del molde se estrechan o están inclinadas en la misma dirección, permitiendo de este modo la retirada de un molde de mecanizado. Sin embargo, las presentes secciones de molde incluyen al menos una superficie con estrechamiento inverso. El estrechamiento inverso resiste a la retirada de la sección del molde de una parte del molde de mecanizado, ubicando de este modo de forma predecible la sección de molde con respecto al molde de mecanizado.

En referencia a las figuras 2, 6-11, 13, 14 y 16, la sección de molde posterior 70 incluye una pluralidad de nervaduras radiales 90 que se proyectan desde la brida 80 paralelas al eje óptico OA y en la dirección de la superficie de calidad óptica convexa 72. Las nervaduras 90 tienen un extremo interno 92 y un extremo externo separado radialmente 94. El extremo interno 92 de las nervaduras 90 puede ser colindante con la superficie de calidad óptica convexa 72, la banda no óptica 76 o ambas. Como alternativa, el extremo interno 92 de las nervaduras 90 puede estar separado de la superficie de calidad óptica convexa 72 y la banda no óptica 76. Es decir, un espacio 93 puede formarse adyacente al extremo interno 92 de las nervaduras 90.

Las nervaduras 90 se extienden a lo largo de radios que generalmente se extienden desde el eje óptico OA. Las nervaduras 90 tienen una altura definida por la dimensión a lo largo del eje óptico OA desde la brida 80 a un borde libre separado 96. En una construcción, las nervaduras 90 se estrechan a lo largo de la altura de las nervaduras. Es decir, las nervaduras 90 tienen una dimensión circunferencial mayor en la brida 80 que en el borde libre 96.

Además, el extremo externo 94 de las nervaduras 90 tiene un estrechamiento. El extremo externo 94 está inclinado con respecto al eje óptico OA. El estrechamiento del extremo externo 94 es tal que la parte del extremo externo adyacente al borde libre 96 está más cerca del eje óptico OA que la parte del extremo externo adyacente a la brida 80. Por lo tanto, el extremo externo 94 de las nervaduras 90 está inclinado con respecto al eje óptico OA en un ángulo  $\beta$ . En una configuración, el ángulo de inclinación  $\beta$  del extremo externo 94 de las nervaduras 90 es menor que el ángulo de inclinación  $\theta$  del resalte 44 de la sección de molde anterior 30. En una configuración alternativa, el ángulo de inclinación  $\beta$  del extremo externo 94 de las nervaduras 90 y el resalte 44 son sustancialmente iguales. Se ha descubierto que un estrechamiento (ángulo de inclinación  $\beta$ ) satisfactorio es de aproximadamente  $2^\circ$  en el que el resalte es paralelo al eje óptico OA.

Las nervaduras 90 están configuradas para permitir la deformación proximal al extremo externo 94 en respuesta a una fuerza de compresión hacia dentro radialmente ejercida sobre el extremo externo. Sin embargo, para

parámetros operativos deseados, la deformación de la nervadura 90 no se transmite a la superficie de calidad óptica convexa 72. Por lo tanto, en la construcción de la sección de molde posterior 70 que tiene el extremo interno 92 de las nervaduras 90 colindante con la superficie de calidad óptica convexa 72, la deformación de las nervaduras en el extremo externo 94 no altera de forma perjudicial una deformación correspondiente del extremo interno de las nervaduras o la superficie de calidad óptica convexa. En la construcción que emplea la banda no óptica 76, la deformación del extremo externo 94 de las nervaduras 90 no deforma de forma perjudicial la superficie de calidad óptica convexa 72.

La resistencia a la transmisión de la deformación puede proporcionarla una serie de mecanismos que incluyen ajustar el tamaño de la dimensión radial de la nervadura 90 para absorber la deformación en la longitud de la nervadura; separar el extremo interno 92 de la nervadura de la superficie de calidad óptica convexa 72, formar la nervadura con suficiente material adyacente al extremo interno; o formar una región plegable, dócil o absorbente en la nervadura que se adapta a la fuerza de compresión (deformación) sin transmitir la fuerza radialmente hacia dentro.

El número de nervaduras 90 está al menos parcialmente determinado por los parámetros operativos deseados del molde de colada 10, así como los materiales que forman las secciones de molde 30, 70. Típicamente, la sección de molde posterior 70 incluye entre 3 y 30 nervaduras 90. Tal como se ve en las figuras 10 y 11, una normal N a un punto de contacto entre el extremo externo 94 de la nervadura 90 y el resalte 44 se extiende generalmente paralelo a la brida. Se entiende que la normal N puede estar inclinada desde horizontal (o desde perpendicular al eje óptico) en aproximadamente  $<10^\circ$ , con una configuración preferida de aproximadamente  $<5^\circ$  y una configuración satisfactoria de aproximadamente  $\leq 2^\circ$ . La normal N representa la dirección de la fuerza aplicada por el resalte 44 sobre las nervaduras 90 y a la inversa por las nervaduras sobre el resalte. La fuerza a lo largo de la normal N genera un brazo de palanca LA alrededor del borde sellado periférico de la cavidad del molde 13. En referencia a la figura 10, el brazo de palanca LA es perpendicular a la normal N e interseca el borde periférico sellado en la pared 36. Por lo tanto, el brazo de palanca LA tiene una longitud que se extiende desde el borde sellado para intersecar perpendicularmente a la normal N.

Aunque el brazo de palanca LA puede definirse mediante una parte sólida correspondiente de una de las secciones de molde 30, 70, se entiende que el brazo de palanca está a una distancia, en la que al menos una parte de la distancia está fuera de la estructura física de la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70. Es decir, la palanca puede solaparse con una parte física de una de las secciones de molde, o puede ser simplemente una medición de distancia, independiente de una estructura de soporte. El impulso resultante a partir de la fuerza a lo largo del punto de contacto normal N alrededor del brazo de palanca LA transmite una fuerza de distorsión a al menos una de las superficies ópticas 32, 72. Para una fuerza dada a lo largo de la normal N, cuanto mayor sea la longitud del brazo de palanca LA, mayor será el impulso y mayor la fuerza de distorsión resultante. Por lo tanto, el molde de colada 10 está construido para reducir la longitud del brazo de palanca. Además, existe un brazo de palanca LA de un tamaño y, por lo tanto, un impulso único, en contraste con una pluralidad de brazos de palanca de diferente longitud. La relación de un diámetro (o eje principal) de la cavidad del molde 13 con respecto a la longitud del brazo de palanca LA es mayor que 6, en configuraciones seleccionadas mayor que 9 y puede ser mayor que de 15 a 18. Por debajo de una relación de aproximadamente 5, el grosor de las secciones de molde debe aumentar para descartar la deformación perjudicial de las superficies ópticas. Es decir, al emplear una relación relativamente grande de un diámetro óptico con respecto a la longitud del brazo de palanca LA, la configuración del molde de colada 10 tiende a reducir el impulso de deformación resultante causado por la fuerza a lo largo del punto de contacto normal que actúa alrededor del borde sellado. Específicamente, al reducir la longitud del brazo de palanca LA, el impacto de la fuerza de distorsión sobre las superficies ópticas se reduce. En configuraciones seleccionadas, el brazo de palanca LA tiene una longitud que es menor que un grosor de la sección del molde que forma la superficie óptica. Por lo tanto, las secciones de molde pueden tener un grosor reducido, que posibilita un tiempo de oscilación reducido en la fabricación de las secciones de molde, así como costes de material reducidos de las secciones de molde. Tal como se ve en las figuras 10 y 11, la longitud del brazo de palanca LA es menor que el grosor de la sección del molde que forma al menos una de las superficies ópticas 32, 72.

En referencia a las figuras 18 y 19, la sección de molde posterior 70 puede incluir, además, una pluralidad de separadores o protuberancias 86 en el lado no óptico de la sección del molde. Se entiende que los separadores 86 pueden emplearse en cualquiera o ambas de la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70. Por ejemplo, el lado de la brida 80 opuesto a las nervaduras 90 puede incluir una pluralidad de separadores 86 que se extienden a lo largo del eje óptico OA. Los separadores 86 tienen un tamaño tal que, durante el apilado de secciones de molde posteriores 70, la superficie de calidad óptica 72 de una sección de molde no entra en contacto con una sección de molde apilada adyacente. Por lo tanto, por ejemplo, los separadores 86 tienen un tamaño para entrar en contacto con la brida 80 o las nervaduras 90 de la sección de molde posterior apilada adyacente 70.

En referencia a las figuras 18 y 19, los separadores 86 pueden tener un tamaño para permitir el apilado de moldes de colada ensamblados 10. Los separadores 86 de la sección de molde posterior 70 contactan con la superficie no óptica de la sección de molde anterior 30 en los moldes de colada apilados y específicamente el lado no óptico de la brida 40. Los separadores 86 tienen un tamaño para proporcionar espacio suficiente entre secciones de molde similares apiladas adyacentes o moldes de colada ensamblados para excluir, al menos sustancialmente, la

deformación perjudicial de la sección de molde en las zonas funcionalmente críticas de las secciones de molde o moldes respectivos.

5 Adicionalmente o como alternativa, la sección de molde posterior 70 también incluye una pluralidad de patas que se proyectan 100. Las patas 100 pueden disponerse alrededor del borde periférico 82 y extenderse en la dirección lejos de la superficie de calidad óptica convexa 72 y a lo largo del eje óptico OA.

10 Las patas 100 pueden disponerse de forma simétrica alrededor del borde periférico 82. Como alternativa, las patas 100 pueden disponerse de forma asimétrica alrededor del borde periférico, proporcionando de este modo una indicación de orientación de la sección de molde posterior 70 y, por lo tanto, la superficie de calidad óptica convexa 72. La asimetría de las patas 100 puede corresponder a una asimetría de las patas 50 en la sección de molde anterior 30 posibilitando de este modo el alineamiento de las secciones de molde.

15 Las patas 100 no son de dimensión crítica u óptica y, por lo tanto, pueden emplearse como vestigios u orificios en el proceso de formación de la sección de molde posterior 70. Además, una única o múltiples patas 100 pueden emplearse en el proceso de formación de la sección de molde anterior 70. El número de patas 100 está al menos parcialmente determinado por el uso deseado de las patas. Es decir, para que las patas 100 proporcionen la construcción autoportante, se contempla un mínimo de tres patas. Aunque dos patas 100 junto con una parte de la brida 80 podrían usarse para proporcionar la construcción autoportante, es ventajoso minimizar el contacto potencialmente de distorsión proximal a la superficie de calidad óptica convexa 72.

20 Tanto en la sección de molde anterior 30 como en la sección de molde posterior 70, las patas 50, 100 tienen un tamaño para estabilizar la sección de molde respectiva, de modo que la sección de molde pueda montarse o transportarse sobre una superficie plana mientras mantiene una orientación uniforme de la sección del molde, o  
25 molde de colada ensamblado 10. En contraste con diseños anteriores que emplean una falda circunferencial, las presentes patas 50, 100 requieren menos material, por lo tanto menores costes de material y requisitos de fijación reducidos, dado que los presentes componentes son auto-estables.

30 La brida de una de la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70 puede incluir al menos uno y preferiblemente una pluralidad de escotaduras o huecos 95 a lo largo de la periferia respectiva. Las escotaduras 95 tienen un tamaño para dejar expuesta a la brida de la restante de la sección de molde anterior y la sección de molde posterior. En una construcción, las escotaduras 95 están separadas alrededor del borde periférico, y específicamente el borde periférico 82 de la brida 80 en la sección de molde posterior 70, dejando expuestas de este modo regiones separadas de la brida 40 de la sección de molde anterior 30. Las escotaduras 95 proporcionan  
35 acceso a la interfaz de las secciones de molde ensambladas 30, 70, y facilitan de este modo la separación de las secciones de molde. Se contempla que una pluralidad de escotaduras 95 puedan disponerse alrededor del borde periférico 82 de la brida 80, permitiendo de este modo la aplicación de una fuerza de separación relativamente equitativa o uniforme entre las secciones de molde.

40 Como alternativa, o junto con los huecos 95, el borde periférico 42 de la sección de molde anterior 30 puede estar desplazado desde el borde periférico 82 de la sección de molde posterior 70, durante el ensamblaje operativo del molde 10. Por lo tanto, los bordes periféricos 42, 82, o al menos partes de los bordes periféricos respectivos, están situados en diferentes posiciones radiales.

45 Las secciones de molde anterior y posterior 30, 70 generalmente tienen un grosor entre aproximadamente 0,2 mm y 1,0 mm con una configuración seleccionada que tiene un grosor de aproximadamente 0,6 mm o menos. Sin embargo, se entiende que dichas dimensiones no se requieren para los beneficios de la presente invención. Las secciones de molde anterior y posterior 30, 70 pueden estar formadas a partir de cualquiera de diversos materiales termoplásticos moldeables por inyección tales como poliestireno, polipropileno, cloruro de polivinilo (PVC),  
50 cicloolefinas y similares.

Tal como se ve en las figuras 20-24, cada una de la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70 incluyen zonas planas (partes planas) para la colocación o contacto con una fijación, linguete, pista u otro mecanismo de transporte o fijación. Las partes planas están provistas en la superficie superior 54 del reborde 52, el  
55 lado no óptico de la brida 40, así como las partes expuestas de la brida 80 tanto en el lado óptico como en el no óptico de la sección de molde posterior 70. Las partes planas son superficies continuas planas locales suficientemente separadas de la superficie óptica respectiva, en las que las partes planas tienen un tamaño suficiente para alojar tolerancias en mecanismos de transporte y fijación.

60 Cuando las secciones de molde 30 y 70 se ensamblan, las superficies ópticas 32, 72 de las secciones de molde definen la cavidad del molde 13 en la que se forma un dispositivo biomédico tal como un dispositivo oftálmico que incluye una lente de contacto 20, tal como mediante moldeo por colada. En general, la lente de contacto 20 se forma depositando un líquido curable tal como un monómero y/o macrómero polimerizable en la cavidad del molde 13, curando el líquido a un estado sólido, abriendo la cavidad del molde y retirando la lente. El líquido polimerizable o  
65 curable puede ser cualquiera de diversos materiales conocidos en la técnica tal como se describe en las siguientes Patentes de Estados Unidos, 7.297.160 titulada "High refractive-index, hydrophilic, arylsiloxy-containing

macromonomers and polymers, and ophthalmic devices comprising such polymers”; 7.279.538 titulada “Aromatic-based polysiloxane prepolymers and ophthalmic devices produced therefrom”; 7.198.639 titulada “Polysilsesquioxane containing polymeric compositions”; 7.176.268 titulada “Prepolymers for improved surface modification of contact lenses”; 7.169.874 titulada “High refractive index polymeric siloxysilane compositions”; 5 7.138.440 titulada “High refractive index polymeric siloxysilane compositions”; 7.132.494 titulada “High refractive index aromatic-based silyl monomers”; 7.132.493 titulada “High refractive index aromatic-based prepolymer precursors”; 7.132.492 titulada “High refractive index aromatic-based prepolymer precursors”; 7.101.949 titulada “High refractive index polymeric siloxysilane compositions”; 7.091.299 titulada “High refractive index polymeric siloxysilane compositions”; 7.009.024 titulada “High refractive index aromatic-based siloxane difunctional macromonomers”; 7.009.023 titulada “High refractive index aromatic-based siloxane difunctional macromonomers”; 10 7.005.494 titulada “High refractive index aromatic-based siloxane monofunctional macromonomers”; 6.992.162 titulada “High refractive index aromatic-based siloxane monofunctional macromonomers”; 6.989.430 titulada “High refractive index aromatic-based siloxane monofunctional macromonomers”; 6.956.087 titulada “High refractive index polysiloxane prepolymers”; 6.951.914 titulada “High refractive index aromatic-based prepolymer precursors”; 15 6.908.978 titulada “High refractive index polymeric siloxysilane compositions”; 6.906.162 titulada “High refractive index aromatic-based siloxane monofunctional macromonomers”; 6.891.010 titulada “Silicone hydrogels based on vinyl carbonate endcapped fluorinated side chain polysiloxanes”; 6.881.809 titulada “High refractive index aromatic-based silyl monomers”; 6.881.808 titulada “High refractive index aromatic-based siloxane difunctional macromonomers”; 6.864.342 titulada “High refractive index aromatic-based prepolymers” y 6.864.341 titulada “High refractive index aromatic-based prepolymer precursors”. La expresión líquido curable pretende abarcar cualquier material polimérico biocompatible líquido que forma un dispositivo oftálmico sólido posterior, tal como mediante reticulación o polimerización en el molde.

El material se cura a continuación en la cavidad del molde para formar el dispositivo oftálmico predeterminado. Se entiende que otras etapas del procesamiento posteriores tales como hidratación del dispositivo o la lente de contacto 20 pueden realizarse a continuación.

Una cantidad dosificada o medida del material líquido se dispone en la sección de molde anterior 30 sobre la superficie óptica cóncava 32.

El ensamblaje del molde de colada 10 requiere el acoplamiento de la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70, que se consigue poniendo en contacto al extremo externo 94 de las nervaduras 90 con el resalte 44 y simultáneamente poniendo en contacto a la superficie de calidad óptica cóncava 32 específicamente el vértice 36 con la superficie de calidad óptica convexa 72.

La superficie de calidad óptica cóncava 32 y la superficie de calidad óptica convexa 72 se acoplan a lo largo de una línea de contacto generalmente circular. Típicamente, existe una ligera deformación de las superficies ópticas a lo largo de la línea de contacto circular, sellando de este modo de forma efectiva la cavidad del molde 13, para retener el líquido curable. Específicamente, la pared cilíndrica recta 36 de la superficie óptica 32 de la sección de molde anterior 30 se asienta en la superficie óptica relativamente plana 72 de la sección de molde posterior 70 para formar una constricción, o línea sellada circular. En la unión de la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70, el extremo externo 94 de las nervaduras 90 en la sección de molde posterior se acopla al resalte 44 de la sección de molde anterior. El borde libre 96 de las nervaduras 90 está separado de la repisa 46 y no entra en contacto con esa parte de la brida 40.

A medida que el molde de colada 10 se ensambla, el exceso de material curable procedente de la superficie óptica cóncava 32 es empujado desde la cavidad del molde 13 y se desborda sobre la brida 40. El material en la brida 40 también entra en contacto con las nervaduras 90. Durante el curado del material curable en la cavidad del molde 13, el exceso de material curable en la brida 90 también se cura al menos parcialmente y se adhiere o se une a las nervaduras 90.

En la configuración en la que el ángulo de inclinación del resalte 44 es mayor que el ángulo de inclinación del extremo externo 94 de la nervadura 90, se forma una línea de acoplamiento circular (en la que las tolerancias de fabricación dan como resultado típicamente una zona de contacto). Esta configuración proporciona una fuerza/zona de contacto potenciada entre la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70.

En la configuración que tiene ángulos de inclinación iguales, las secciones de molde 30, 70 están generalmente centradas alrededor del eje óptico OA, en la que la fuerza de acoplamiento entre las secciones de molde se distribuye por toda la zona de contacto relativamente grande. Específicamente, tal como se ve en las figuras 10 y 11, el extremo externo 94 de las nervaduras 90 se deforma durante el acoplamiento operativo de las secciones de molde 30, 70. Dado que las respectivas superficies están configuradas de modo que el extremo externo 94 de las nervaduras 90 pueda deformarse o aplastarse durante el proceso de ensamblaje, las nervaduras están construidas para excluir la deformación correspondiente de las superficies de calidad óptica 32, 72. Tal como se ve en las figuras 10 y 11, el extremo externo 94 de las nervaduras 90 y el resalte 44 están configurados para definir una distancia interferente. Es decir, el ajuste con apriete se define por las partes, en caso contrario, solapantes de las nervaduras 90 y el resalte 44.

La deformación del extremo externo 94 de las nervaduras 90 es al menos deformación elástica y, en configuraciones seleccionadas, deformación plástica. La deformación elástica del extremo externo 94 da como resultado un cambio visible de la forma de al menos el extremo externo, de modo que durante el desencapsulado (retirada) de la sección de molde posterior 70 de la sección de molde anterior 30, las nervaduras 90 vuelven a la forma original. Cuando la deformación del extremo externo 94 es plástica, hay de nuevo un cambio visible de la forma del extremo externo. Sin embargo, durante el desencapsulado, al menos una parte del cambio de forma permanece en la nervadura 90. Aunque la deformación elástica y plástica se describe en términos del extremo externo 94 de las nervaduras 90, se entiende que los componentes pueden tener un tamaño para transmitir una cantidad sustancial de la deformación al resalte 44.

En cualquier configuración, el borde libre 96 de las nervaduras 90 no entra en contacto con la repisa inferior 42 de la sección de molde anterior 30. Sin embargo, dependiendo del volumen de material en exceso en la brida 40, el borde libre 96 entra en contacto con el exceso de material. Además, la parte superior del resalte 44 o superficie superior 54 del reborde 52 está separada de la brida 80 de la sección de molde posterior 70 para definir un espacio de desencapsulado 89. El espacio de desencapsulado 89 entre las secciones de molde 30, 70 en estado ensamblado puede usarse para facilitar la separación, desencapsulado, de las secciones de molde durante la formación del dispositivo oftálmico, tal como la lente de contacto 20. Tal como se ve en las figuras 1, 9, 14 y 25, el espacio de desencapsulado 89 es accesible desde cualquier dirección. Por lo tanto, el molde de colada 10 no requiere necesariamente una orientación angular preferida para el desencapsulado. El espacio de desencapsulado 89 puede ser accesible desde aproximadamente 270° a aproximadamente 360° de la periferia del molde de colada 10.

Tal como se ve en la figura 25, el molde de colada ensamblado 10 posibilita un acceso ininterrumpido al espacio de desencapsulado 89 entre la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70. Es decir, se define una línea de división de la sección de molde entre la brida 40 y la brida 80, de modo que la inserción a lo largo de la línea de división de la sección de molde es perpendicular al eje óptico OA. En referencia a la figura 26, los respectivos huecos (escotaduras) 95 a lo largo de los bordes periféricos respectivos 42, 82 permiten una fuerza de desencapsulado aplicada a la sección de molde expuesta a lo largo de una línea paralela al eje óptico OA. Tal como se ve en la figura 27, el molde de colada 10 permite, además, que se ejerza una fuerza de martillado central a lo largo del eje óptico y contra la superficie no óptica 74 de la sección de molde posterior 70. Se contempla que cualquier combinación de estos procedimientos de desencapsulado pueda usarse para separar las secciones de molde después de la formación del dispositivo oftálmico en la cavidad del molde 13.

Dado que el exceso, de material no curado fuera de la cavidad del molde 13 se adhiere o se une a las nervaduras 90, durante el desencapsulado (separación de las secciones de molde anterior y posterior 30, 70) el exceso de material al menos parcialmente curado, permanece unido a la sección de molde posterior sobre y entre las nervaduras 90. Al facilitar la retención del exceso de material curado, el molde de colada 10 proporciona un manejo repetible y predecible del exceso de material curado durante la separación de las secciones de molde 30, 70.

En una configuración adicional, la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70 pueden estar unidas de forma cooperativa mediante el acoplamiento de un anillo de fijación anular en el resalte 44 de la sección de molde anterior 30 con un bulto que se proyecta radialmente en el extremo externo 94 de las nervaduras 90. El anillo de fijación anular se proyecta radialmente hacia dentro desde el resalte 44, de modo que el resalte y las nervaduras 90 se flexionan ligeramente a medida que los bultos son empujados más allá del resalte.

En otra configuración, la brida 80 de la sección de molde posterior 70 puede incluir un surco circular abierto hacia la superficie óptica 72, en la que el surco tiene un tamaño para alojar al reborde 52 en la brida 40 de la sección de molde anterior 30. El surco tiene un tamaño para formar un ajuste con apriete con el reborde 52 a medida que las superficies ópticas 32, 72 se acoplan para formar el sello periférico de la cavidad del molde 13.

Se contempla, además, que la brida 80 de la sección de molde posterior 70 pueda incluir una falda o pared colgante, que se extiende en la dirección de la superficie óptica 72, en la que la pared colgante tiene un tamaño para formar un ajuste con apriete con el resalte 44 a medida que las superficies ópticas 32, 72 se acoplan para sellar la cavidad del molde 13.

El acoplamiento de la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70 también puede conseguirse mediante un retén en una de las secciones de molde para acoplar de forma cooperativa un enganche en la sección de molde restante durante las superficies ópticas 32, 72 que forman el sello periférico de la cavidad del molde 13.

Generalmente, los moldes de colada 10 están formados moldeando por inyección una resina en un ensamblaje de molde de mecanizado que define una cavidad del molde de mecanizado. El ensamblaje de molde de mecanizado se monta en un aparato de moldeo por inyección para formar la sección de molde anterior y posterior 30, 70. Típicamente, el ensamblaje de molde de mecanizado está montado sobre y/o encajado en placas de molde del aparato de moldeo por inyección. Véase los números de publicación de patente publicadas en Estados Unidos 2006/0145369 publicada el 6 de julio de 2006 (número de solicitud estadounidense 11 /026.620 presentada el 30 de diciembre de 2004); 2006/0145370 publicada el 6 de julio de 2006 (número de solicitud estadounidense 11 /027.380 presentada el 30 de diciembre de 2004); 2006/0145371 publicada el 6 de julio de 2006 (número de solicitud

estadounidense 11 /027.381 presentada el 30 de diciembre de 2004) y 2006/0145372 publicada el 6 de julio de 2006 (número de solicitud estadounidense 11/027.406 presentada el 30 de diciembre de 2004).

De acuerdo con las solicitudes publicadas anteriores, en el proceso de moldear por inyección las secciones de molde respectivas 30, 70, se inyecta plástico fundido en la cavidad del molde de mecanizado de metal, donde el plástico se enfría hasta una forma sólida, asumiendo la forma de las superficies de la cavidad del molde de mecanizado. La cavidad del molde de mecanizado tiene un lado de expulsión de la cavidad y un lado central. El plástico se suministra a la cavidad del molde de mecanizado mediante una máquina de moldeo a través de una serie de canales de colada y entra en la cavidad del molde de mecanizado a través de un pequeño agujero denominado como un orificio. Tal como se ve en las figuras, el orificio puede establecer una interfaz con una de las patas 50, 100 en la sección de molde anterior respectiva 30 y la sección de molde posterior 70. Una vez que el plástico inyectado se ha enfriado al menos parcialmente, la cavidad del molde de mecanizado se abre a una división predeterminada, denominada como línea de división. El estrechamiento inverso posibilita que la parte de plástico formada (sección de molde) permanezca en uno predeterminado del lado de expulsión o el lado del núcleo de la cavidad del molde de mecanizado. Una vez que la cavidad del molde de mecanizado está abierta, un sistema de expulsión empuja a la sección de molde de la cavidad del molde de mecanizado. Típicamente, la parte formada (sección de molde) es retirada por un mecanismo robótico. A medida que la sección de molde es expulsada, un sistema de automatizado toma la sección de molde o las secciones de molde de la herramienta y transfiere las partes a la siguiente fase en el proceso. Después de que se ha retirado la sección de molde formada, la cavidad del molde de mecanizado se cierra y el proceso se repite. En referencia a la figura 28, en la construcción de las nervaduras 90, el ángulo de inclinación  $\beta$  (estrechamiento o inclinación lateral) facilita la transferencia y la liberación de la cavidad de mecanizado de metal, de modo que la sección de molde 70 es retenida inicialmente en el lado de expulsión durante la apertura de la cavidad del molde de mecanizado.

Además, la colocación del mecanizado óptico de la cavidad del molde de mecanizado en el lado de expulsión de la base posibilita una automatización más sencilla exponiendo la superficie no óptica de las secciones de molde formadas 30, 70 al mecanismo de toma y colocación o transferencia automática. Al limitar la exposición a las superficies ópticas de las secciones de molde formadas 30, 70, la probabilidad de daños a las superficies ópticas durante la manipulación se reduce. Se emplean elementos de retención tales como el estrechamiento inverso 78 en la sección de molde posterior 70 para garantizar que la sección de molde es transferida con el lado de expulsión de la base durante la apertura del molde de metal. Generalmente, alguna parte del estrechamiento inverso se proporciona perpendicular a la dirección de inclinación lateral o la dirección en la que la parte formada se retira de la cavidad del molde de mecanizado. La parte con estrechamiento inverso del material formado debe deformarse ligeramente para superar el corte sesgado del material solidificado. Esta fuerza crea retención de la parte de plástico formada, garantizando que la parte está en la orientación apropiada después de la apertura de la cavidad del molde de mecanizado.

En la formación de la sección de molde anterior 30, se contempla que el resalte 44 ó 56 forme el estrechamiento inverso 78 y se contraiga ligeramente durante el enfriamiento en el molde de mecanizado y tienda a retener a la sección de molde en el lado de expulsión de la base del molde de mecanizado. En la sección de molde posterior, el estrechamiento inverso 78 retiene a la sección de molde formada con respecto a una parte de la cavidad del molde de mecanizado. En referencia a la figura 29, las secciones de molde 30, 70 permanecen con el lado de expulsión a la cavidad del molde de mecanizado, excluyendo de este modo la exposición de las superficies ópticas 32, 72 hasta que la sección de molde respectiva es recuperada del lado de expulsión de la cavidad del molde de mecanizado. De este modo, cada sección de molde 30, 70 puede incluir una región de estrechamiento inverso 78 hacia la superficie de la cavidad del molde de mecanizado, formando de este modo una fuerza de retención de la sección de molde formada en la parte respectiva del molde de mecanizado, tal como el lado de expulsión.

De este modo, tanto la sección de molde anterior 30 como la sección de molde posterior 70 pueden estar formadas por mecanizado para moldeo por inyección, en el que el mecanizado generalmente tiene un estrechamiento o inclinación lateral en la dirección del movimiento del molde para permitir la expulsión de la sección de molde o la retirada del molde. Dado que los plásticos se contraen al enfriarse, la inclinación lateral (el grado de estrechamiento de una pared lateral) se selecciona típicamente para permitir que la sección de molde moldeada se retire del mecanizado de metal. Sin embargo, tal como se describe, cada una de la sección de molde anterior 30 y la sección de molde posterior 70 puede estar formada con una inclinación lateral inversa 78, asegurando de este modo la retención de la sección de molde dada en el mecanizado de molde respectivo. El estrechamiento inverso 78 es, de este modo, un estrechamiento en los lados de la sección del molde que es perpendicular al plano de división del mecanizado que requiere una deformación elástica de la sección del molde a retirar del mecanizado.

La sección de molde anterior 30 tiene un tamaño para posibilitar que la brida 80 tenga una dimensión radial suficiente en el borde periférico 42 de modo que puedan emplearse diversos diámetros de superficie óptica dentro del diámetro de la brida, sin requerir un cambio de la dimensión radial del borde periférico. Es decir, puede usarse una superficie de apoyo común de la sección de molde anterior 30, en la que diversos diámetros de lente pueden formarse dentro de la superficie de apoyo. Además, la asimetría externa tal como mediante la lengüeta 58 o la ubicación de las patas 50 permite el alineamiento del eje, así como la verificación, visuales. También se contempla que el borde periférico 42 de la sección de molde anterior 30 pueda ser más pequeño que el borde periférico 82 de

la sección de molde posterior 70, facilitando de este modo el acceso al interfaz entre las secciones de molde y, por lo tanto, la separación (desencapsulado) de las secciones de molde. Como alternativa, el borde periférico 42 de la sección de molde anterior 30 puede ser más grande que el borde periférico 82 de la sección de molde posterior 70, facilitando de este modo el acceso al interfaz entre las secciones de molde y, por lo tanto, la separación (desencapsulado) de las secciones de molde.

5 Aunque bordes periféricos 42 y 82 pueden tener un tamaño para proporcionar el acceso para el desencapsulado, también se contempla que uno o ambos de los bordes periféricos puedan definir un perfil generalmente triangular, de modo que el acoplamiento operativo de las secciones de molde exponga una parte de cada sección de molde para una fuerza de desencapsulado, independiente de la sección de molde restante.

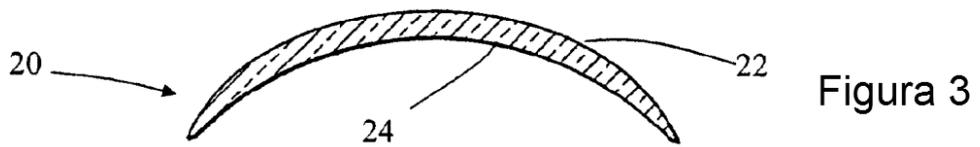
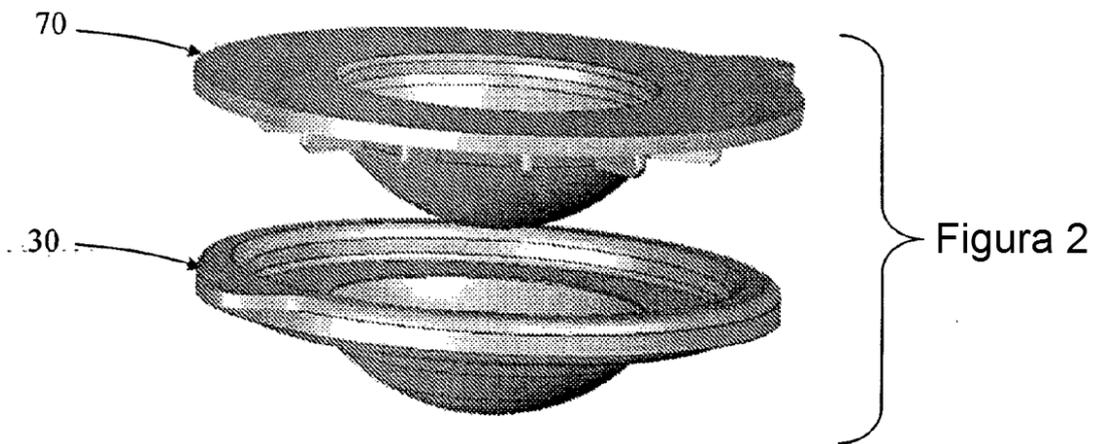
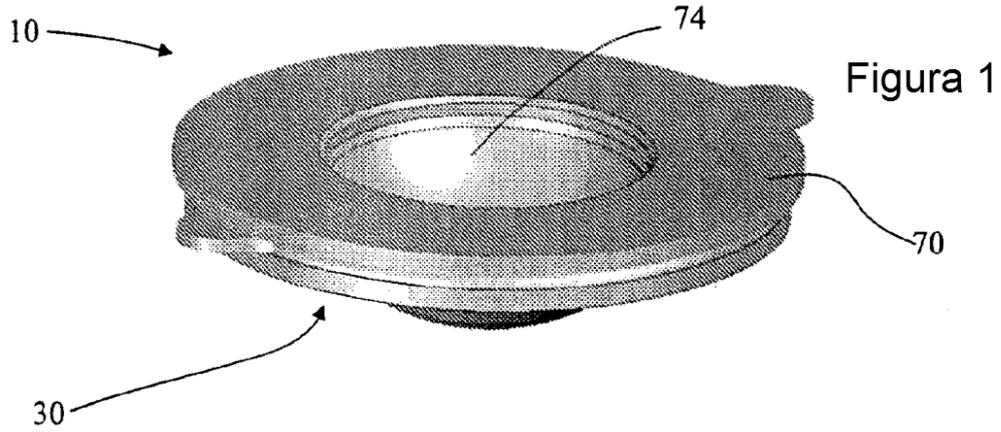
10 Con respecto a la sección de molde posterior 70, la dimensión radial de las nervaduras 90 permite un posicionamiento (formación) relativamente constante de los bordes externos 94, mientras que la ubicación de los bordes internos 92 puede modificarse para alojar dispositivos de diferente tamaño, tales como la lente de contacto 20. Junto con la elección del tamaño del borde periférico 42 de la sección de molde anterior 30, la dimensión radial más grande del borde periférico 82 de la sección de molde posterior 70 facilita el desencapsulado de las secciones de molde. El desacoplamiento del extremo externo 94 de las nervaduras 90 del radio de definición de la superficie óptica convexa 72 (así como SAG, la longitud (en mm) de una línea trazada desde un punto en la superficie esférica de la lente a una distancia Y del eje óptico OA hasta el plano tangencial del vértice de la superficie esférica) permite que el formato de la sección de molde anterior 70 se adapte a diversos tamaños de lente sin modificar la interfaz con la sección de molde anterior 30, o cualquier equipo de procesamiento. Es decir, las dimensiones que definen la superficie óptica 72 son independientes del diámetro exacto del extremo externo 94 de las nervaduras 90. Además, el estrechamiento inverso 78 en la parte posterior de la curva convexa retiene a la sección de molde formada en el lado de expulsión de la base del molde de mecanizado.

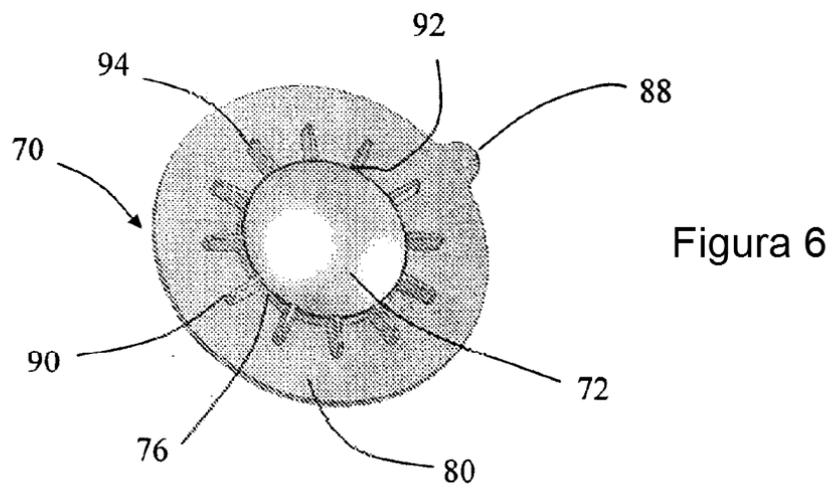
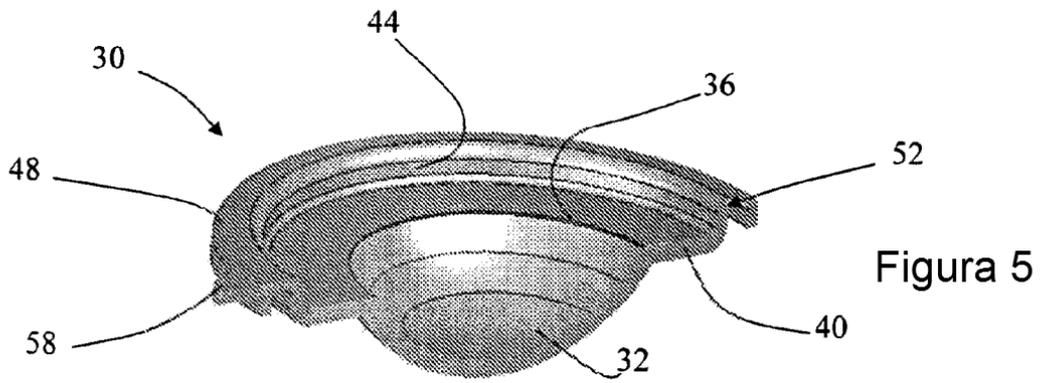
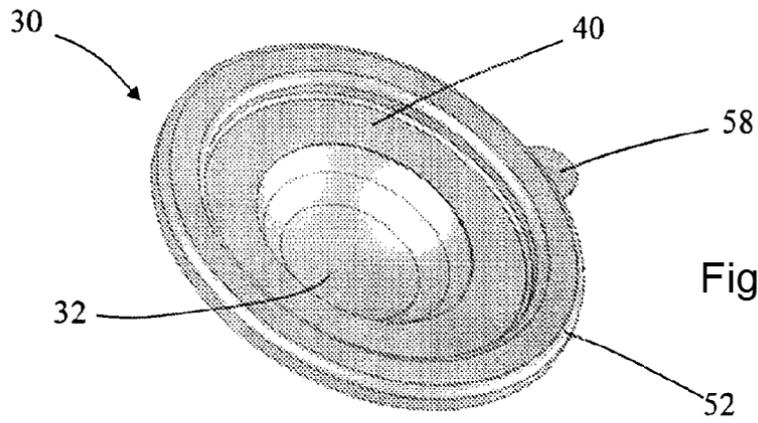
15 20 25 Aunque los elementos desvelados se han descrito en la sección de molde anterior 30 o la sección de molde posterior 70, se entiende que el elemento podría disponerse de forma intercambiable entre la sección de molde anterior o la sección de molde posterior y, por lo tanto, no están limitados al ejemplo específico descrito en detalle. Es decir, se contempla que cada una de las configuraciones, o realizaciones, pueda incluir cualquiera de los elementos descritos en este documento.

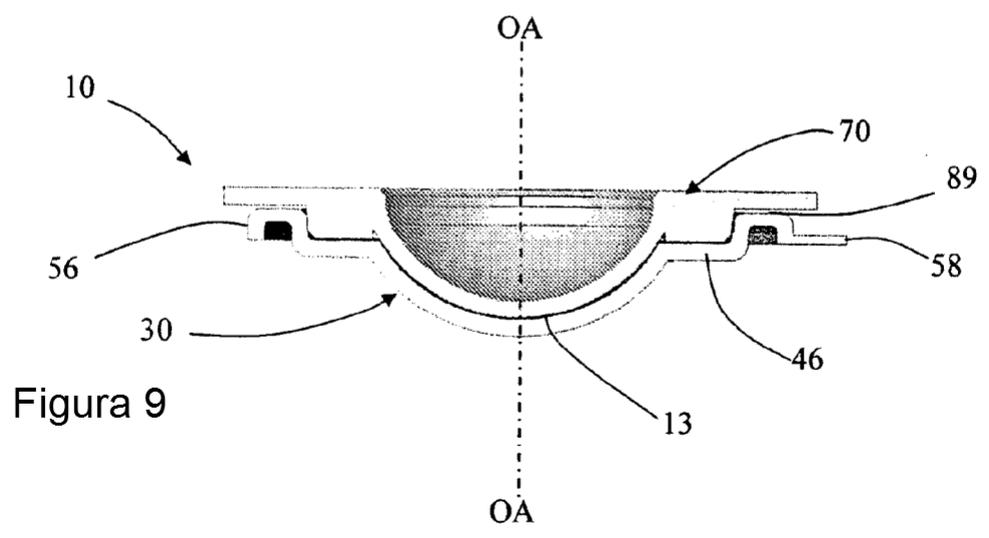
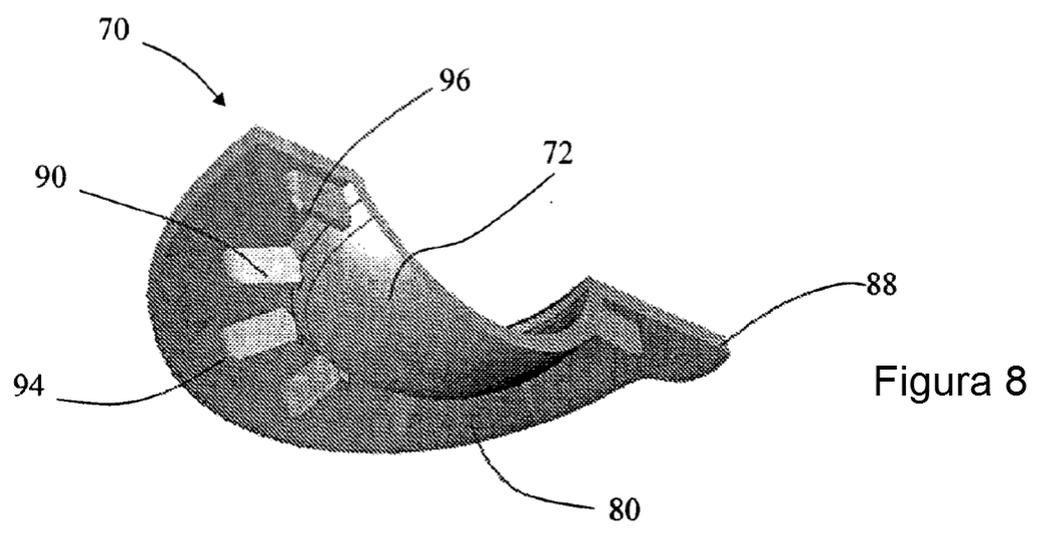
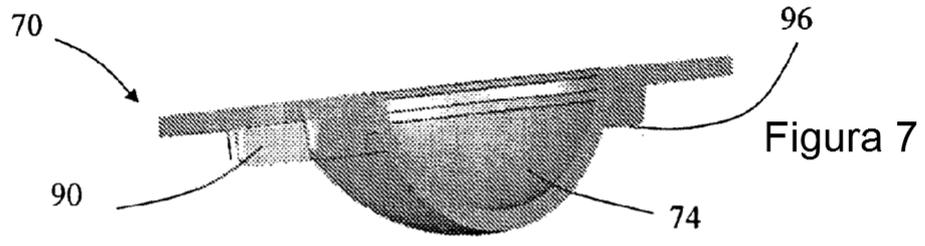
30 35 Aunque la invención se ha descrito junto con realizaciones ejemplares específicas de la misma, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para los especialistas en la técnica a la luz de la descripción anterior. Por consiguiente, la presente invención pretende abarcar todas dichas alternativas, modificaciones y variaciones, dado que están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

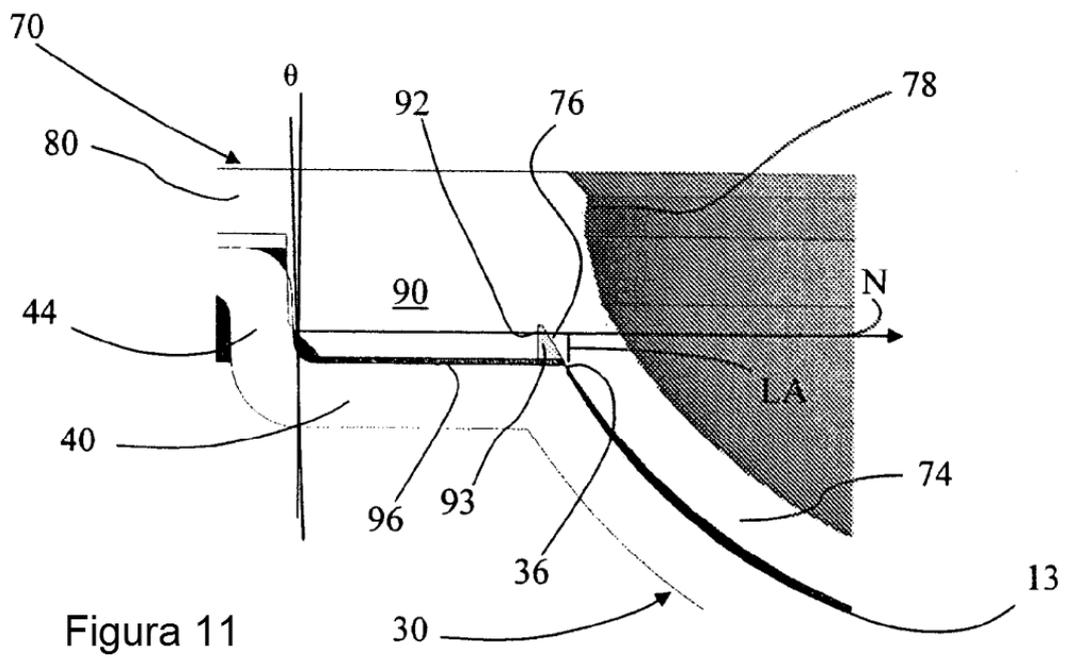
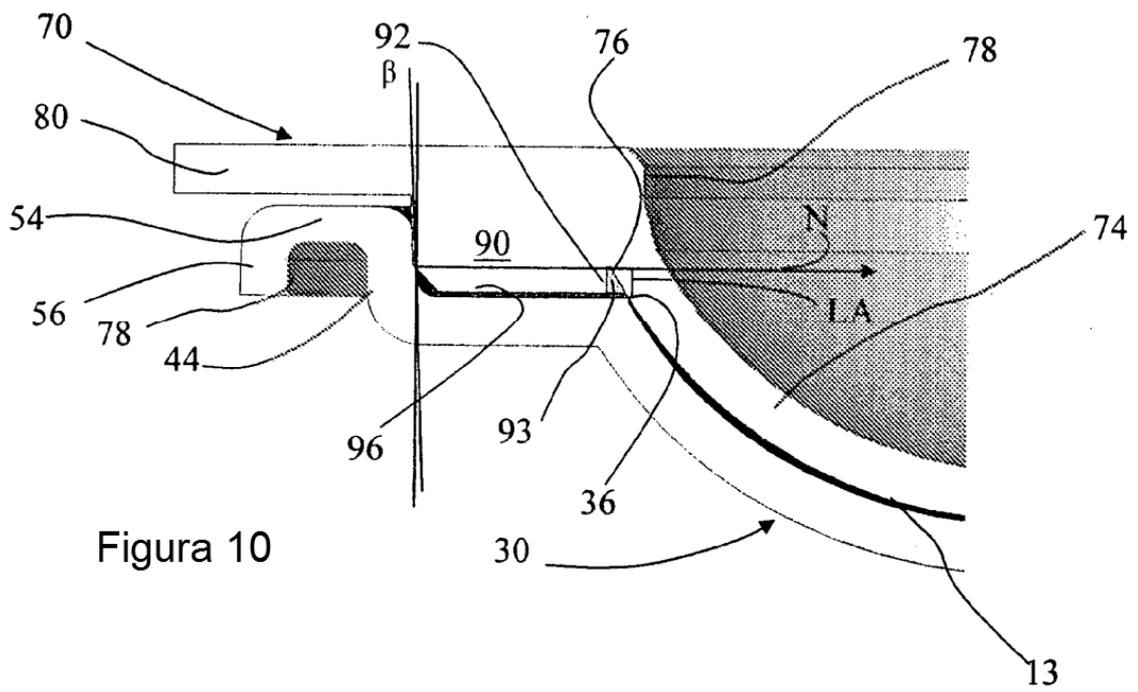
**REIVINDICACIONES**

1. Un molde de colada (10) para retener un volumen de líquido curable para formar un dispositivo biomédico, comprendiendo el molde de colada:
- 5 (a) una primera sección de molde (30) que tiene una primera superficie óptica (32) y una primera brida que se extiende radialmente (40);
- (b) una segunda sección de molde (70) que tiene una segunda superficie óptica (72) y una segunda brida que se extiende radialmente (30), la primera sección de molde y la segunda sección de molde dimensionadas para acoplarse para definir una cavidad del molde (13) que tiene un borde sellado (36);
- 10 (c) una de la primera y la segunda brida incluyendo una pluralidad de nervaduras que se extienden radialmente (90);
- (d) una restante de la primera y la segunda brida incluyendo un resalte que se extiende axialmente (44) con un tamaño para acoplarse a la pluralidad de nervaduras en una pluralidad correspondiente de puntos de contacto;
- 15 y
- (e) un brazo de palanca (LA) que se extiende desde el borde sellado para intersecar perpendicularmente una normal, que representa la dirección de la fuerza aplicada por las nervaduras (90) sobre el resalte (44), siendo una relación de un diámetro de la cavidad del molde con respecto a una longitud del brazo de palanca mayor de 6.
- 20 2. El molde de colada de la reivindicación 1, en el que la relación del diámetro de la cavidad del molde con respecto a la longitud del brazo de palanca es mayor de 10.
3. El molde de colada de la reivindicación 1, en el que la primera superficie óptica es convexa y la primera brida incluye la pluralidad de nervaduras, extendiéndose cada nervadura axialmente desde un lado de la primera brida y terminando radialmente en un extremo libre, y la segunda brida incluye el resalte y la segunda superficie óptica es cóncava e incluye una pared cilíndrica recta que define una periferia de la segunda superficie óptica.
- 25 4. El molde de colada de la reivindicación 1, en el que las nervaduras tienen una dimensión radial de al menos el 5% de un diámetro de una de la primera superficie óptica y la segunda superficie óptica.
- 30 5. El molde de colada de la reivindicación 1, en el que:
- (a) la primera superficie óptica es convexa y una pluralidad de nervaduras se extienden axialmente desde un lado de la primera brida y se extienden radialmente para terminar en un extremo libre;
- 35 (b) la segunda superficie óptica es cóncava y un resalte se extiende axialmente desde la segunda brida, y
- (c) estando el acoplamiento de la primera sección de molde y la segunda sección de molde constituido por (i) un borde sellado entre la primera superficie óptica y la segunda superficie óptica y (ii) una pluralidad de puntos de contacto entre el extremo libre de la pluralidad de nervaduras y el resalte.
- 40 6. El molde de colada de la reivindicación 5, en el que los puntos de contacto están distribuidos circunferencialmente alrededor de una posición longitudinal común en un eje óptico de la cavidad del molde.
7. El molde de colada de la reivindicación 5, en el que los puntos de contacto están separados de la cavidad del molde a lo largo de un eje óptico de la cavidad del molde.
- 45 8. El molde de colada de la reivindicación 5, en el que las nervaduras tienen una dimensión radial de al menos el 5% de un diámetro de una de la primera superficie óptica y la segunda superficie óptica.
- 50 9. El molde de colada de la reivindicación 5, en el que la relación es mayor de 10.
10. El molde de colada de la reivindicación 1, en el que:
- (a) la primera sección de molde tiene una primera superficie óptica convexa, y una pluralidad de nervaduras, extendiéndose cada nervadura axialmente desde un lado de la primera brida y extendiéndose radialmente para terminar en un extremo libre; y
- 55 (b) la segunda sección de molde tiene una segunda superficie óptica cóncava, una pared cilíndrica recta que define una periferia de la segunda superficie óptica y una segunda brida que se extiende radialmente que tiene un resalte que se extiende axialmente, acoplándose la segunda sección de molde a la primera sección de molde para entrar en contacto con el extremo libre de cada una de la pluralidad de nervaduras en una pluralidad correspondiente de puntos de contacto en el resalte y definir una cavidad del molde entre la primera superficie óptica y la segunda superficie óptica, teniendo la cavidad del molde un eje óptico y un borde periférico sellado formado por una parte de la pared cilíndrica recta y la primera superficie óptica.
- 60 11. El molde de colada de la reivindicación 10, en el que la relación es mayor de 10.
- 65









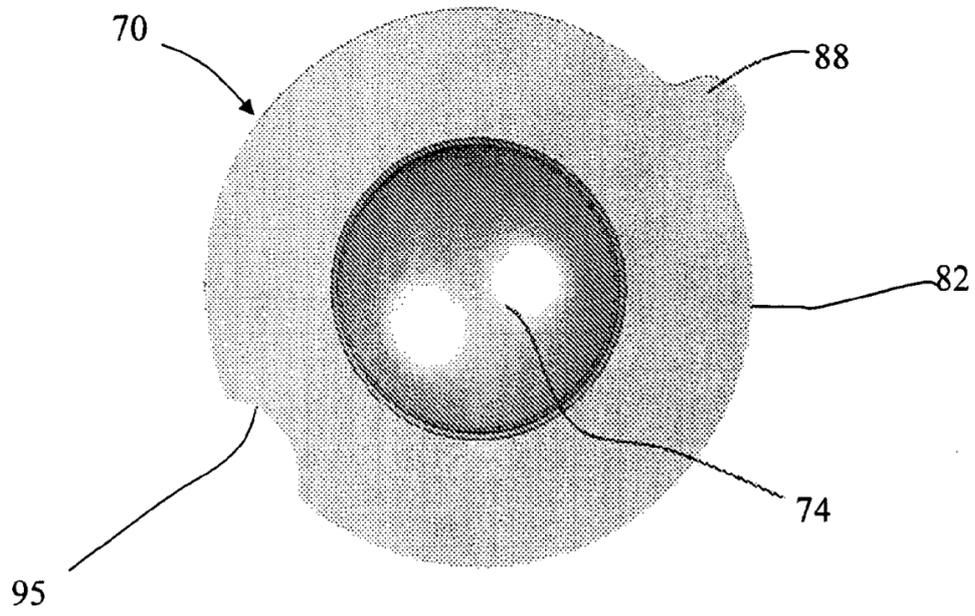


Figura 12

Figura 13

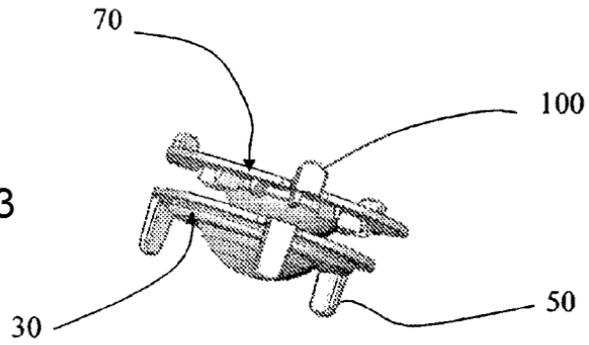


Figura 14

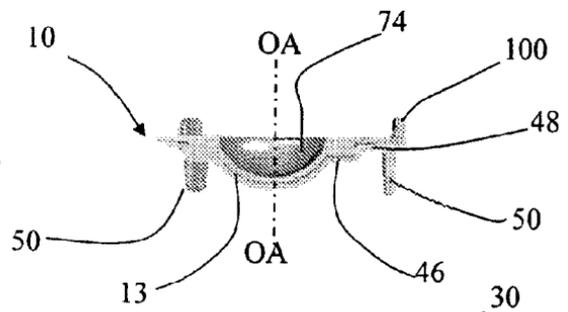


Figura 15

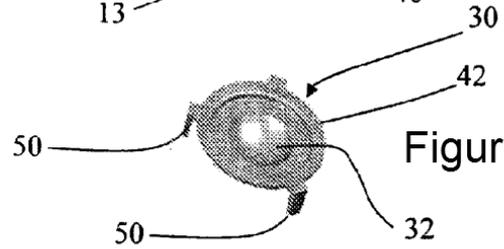


Figura 17

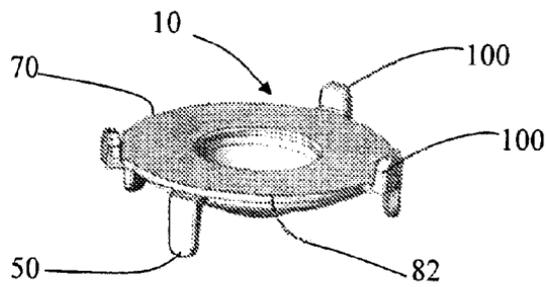
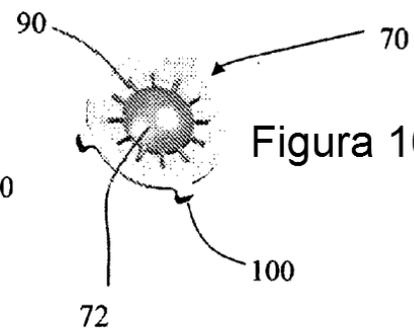


Figura 16



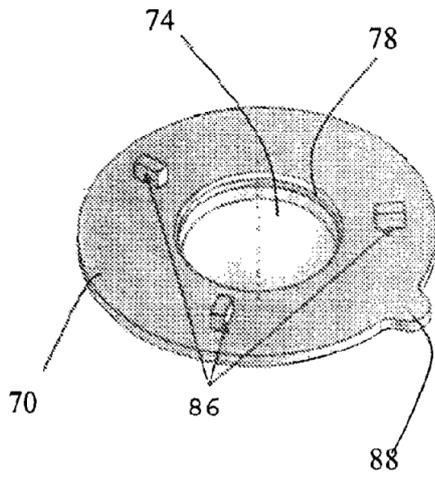


Figura 18

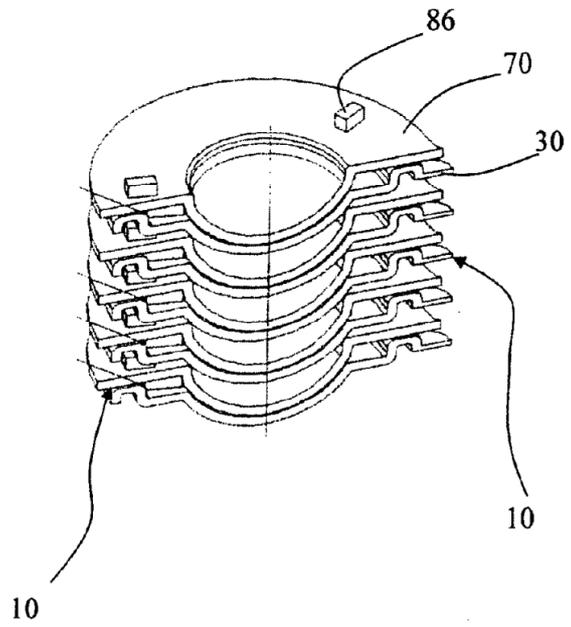


Figura 19

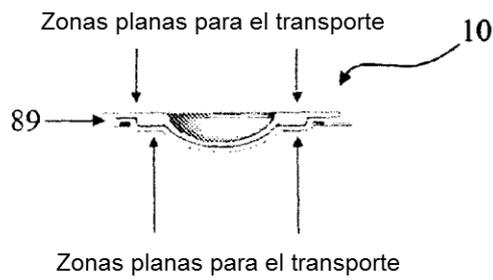
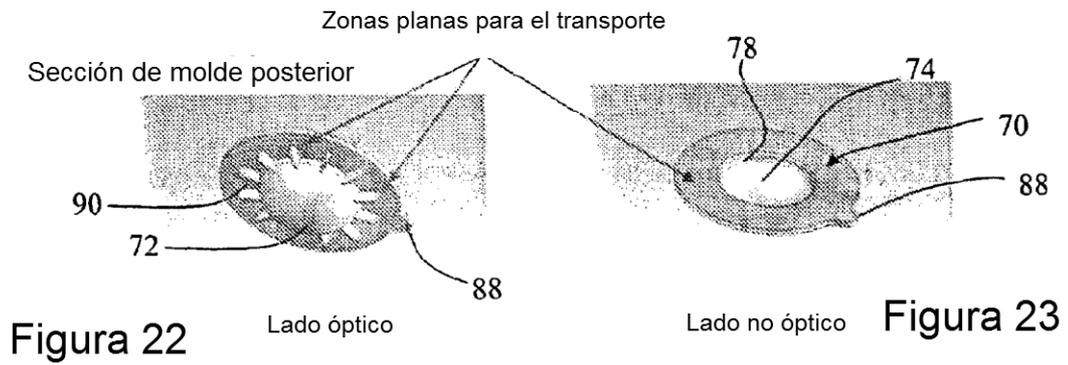
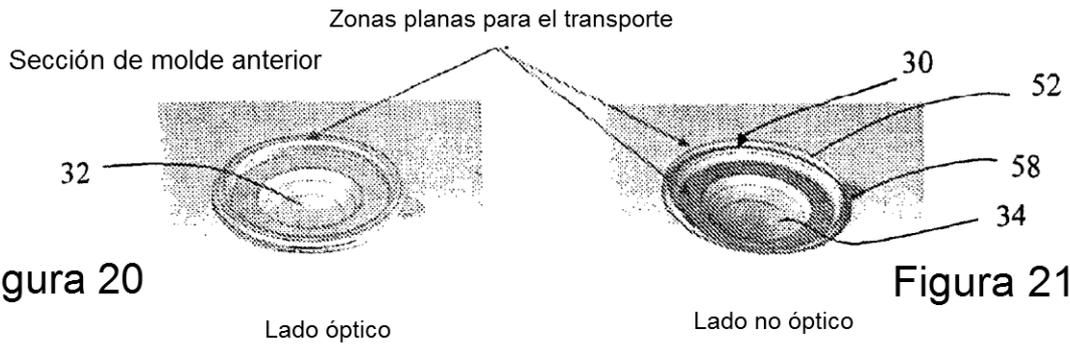
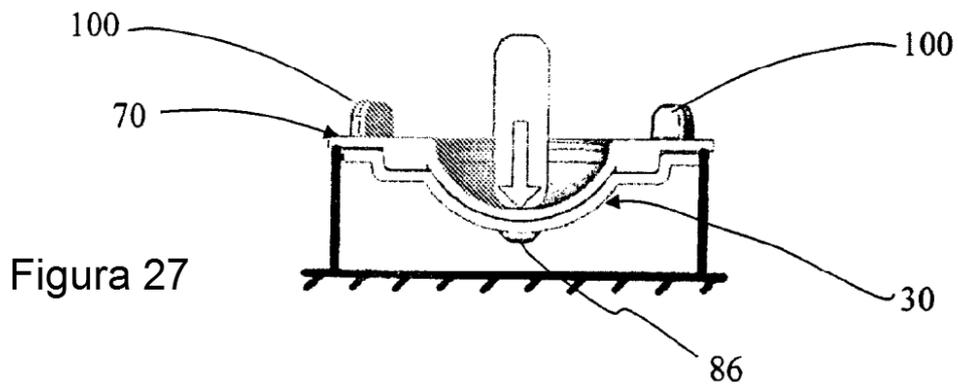
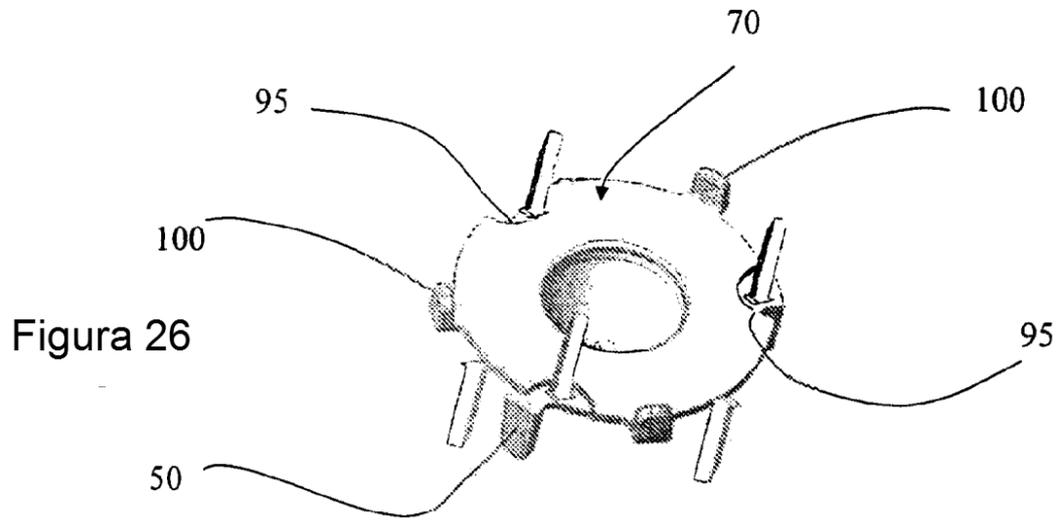
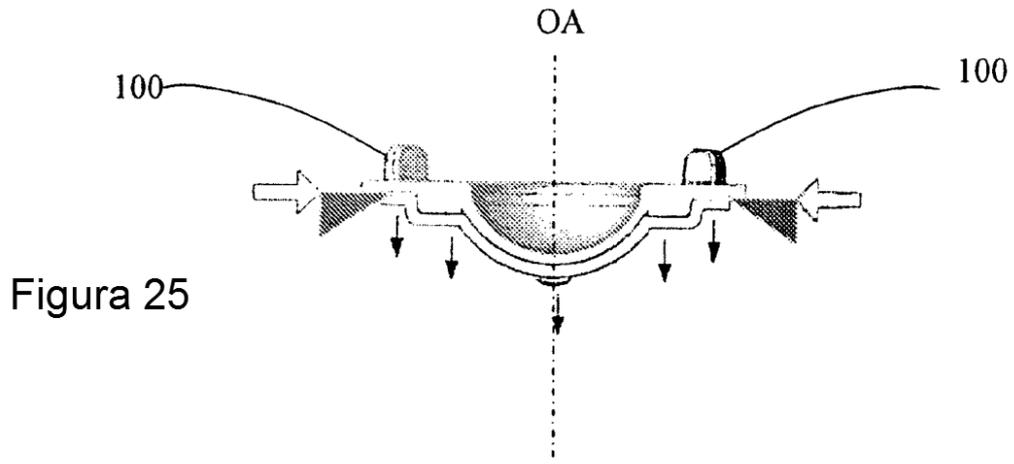


Figura 24



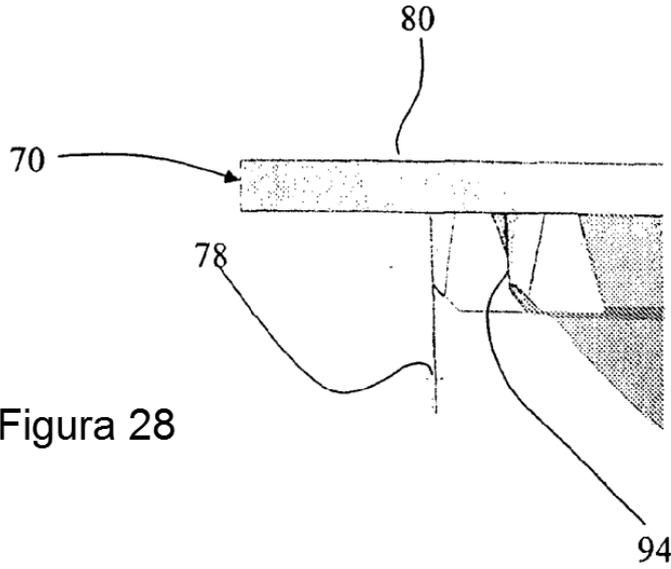


Figura 28

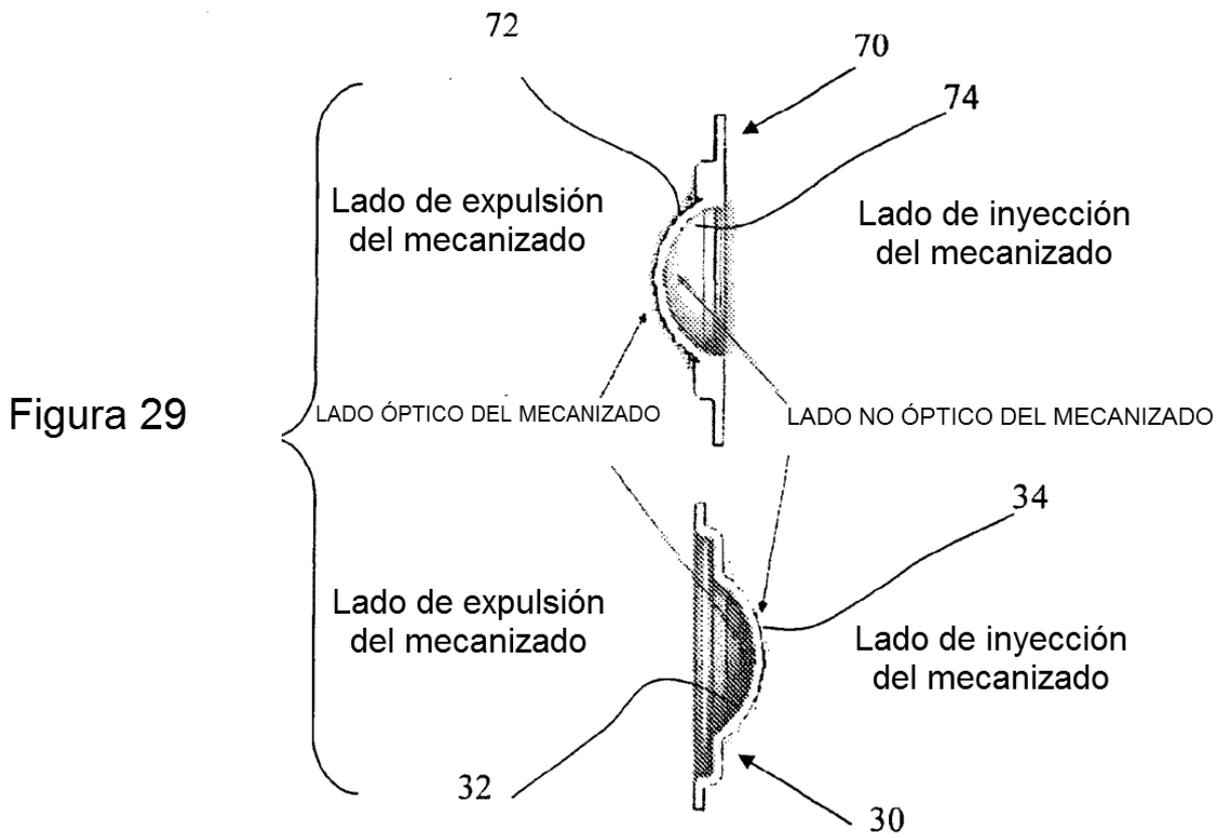


Figura 29