

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 680 897**

51 Int. Cl.:

B29D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.06.2009 PCT/EP2009/003929**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.12.2010 WO10139343**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2009 E 09776676 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2437929**

54 Título: **Método de fabricación de una lente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.09.2018

73 Titular/es:
**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:
**DUPARRÉ, JACQUES y
OLIVER, STEVEN**

74 Agente/Representante:
ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 680 897 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

Método de fabricación de una lente

5 Las realizaciones de la invención se refieren al campo de los sistemas ópticos, más específicamente al campo de las lentes y a la fabricación de tales lentes. Las realizaciones de la invención se refieren a ópticas a escala de oblea, más específicamente a diseños de lentes a escala de oblea que pueden usarse en disposiciones de lentes o sistemas ópticos, p. ej., en cámaras digitales en teléfonos móviles, asistentes digitales personales y similares, especialmente en combinación con sensores de imagen CMOS.

10 En el campo de la óptica a escala de oblea, las lentes se fabrican proporcionando un material polimérico curable por UV sobre un sustrato de vidrio grueso y conformando el material polimérico en una forma de lente deseada. El polímero puede depositarse en un lado o en ambos lados del sustrato de vidrio. Una pluralidad de tales obleas de lentes se apilan entre sí, ya sea directamente o por medio de una o más obleas espaciadoras que pueden ser sustratos de vidrio o polímero que comprenden orificios. De este modo, las lentes respectivas están dispuestas con una distancia al plano de formación de imágenes. Posteriormente, la oblea se corta en cuadritos y las ópticas respectivas se montan en un sensor de formación de imágenes.

15 Este enfoque resulta desfavorable en cuanto a razones mecánicas y estructurales, la cantidad de material de alto índice de refracción, es decir, materiales que tienen un índice de refracción n de aproximadamente 1,5 frente a $n = 1$ de aire (p. ej., los sustratos que forman placas paralelas) dentro de la trayectoria del haz de formación de imágenes es elevada según lo desee el diseño óptico. Esto reduce la calidad de la imagen y se requiere más lentes y/o lentes que tengan una forma más complicada dentro de la pila para compensar la reducción de la calidad de imagen. Por lo tanto, la adaptación de los diseños "clásicos" de lentes y el uso de las reglas de diseño que se aplican a estos diseños clásicos de lentes que evitan la aparición de errores de formación de imágenes específicos no se pueden usar en el diseño de tales lentes a escala de oblea.

20 Las ópticas y los sándwiches a escala de oblea mencionados anteriormente pueden usarse en cámaras digitales y, por su naturaleza, siempre incorporan sustratos (obleas). Desde la perspectiva de fabricación, en realidad se prefiere que estos sustratos sean comparativamente más gruesos en comparación con las lentes (replicadas con polímero UV) que se forman en la parte superior del sustrato o en ambos lados del sustrato. Sin embargo, esto supone una contradicción para las disposiciones de lente observadas en diseños clásicos de objetivos en los que, por ejemplo, se aplican disposiciones de uno o varios meniscos finos pero fuertemente doblados con el fin de reducir las aberraciones y especialmente para obtener un astigmatismo pequeño. Esto es un inconveniente de los diseños de lentes a escala de oblea del estado de la técnica ya que debido al evidente problema de astigmatismo en estos diseños, su rendimiento óptico es pobre aunque se aplican formas de lentes mucho más complejas (altamente esféricas). El problema de los sustratos gruesos es especialmente evidente para las lentes de menisco mencionadas anteriormente, que es que la lente tiene superficies de lente que están curvadas en la misma dirección. Como se ha mencionado anteriormente, en los sistemas ópticos convencionales se desea una fuerte curvatura del menisco, sin embargo, la aplicación de esta regla de diseño a las ópticas a escala de oblea requerirá la provisión de un sustrato de vidrio entre las áreas opuestas de la lente. En vista de la fuerte curvatura de las superficies opuestas del menisco, se puede usar un espesor elevado para que la lente pierda sus ventajas ópticas.

30 Un enfoque alternativo para fabricar lentes en una escala de oblea es realzar la oblea de lente completa a partir de un material polimérico que permite generar lentes que son muy finas. Sin embargo, este enfoque resulta desfavorable, ya que la oblea en sí misma no es un dispositivo de soporte estable (p. ej., un soporte de vidrio estable). Este soporte inestable dará como resultado inhomogeneidades con respecto al espesor y a la flexión de la oblea. También se observa una disminución en volumen de la oblea, dando como resultado una incertidumbre lateral. Estos efectos pueden ser graves, de modo que una pluralidad de obleas o placas no pueden apilarse una sobre otra.

35 Otro enfoque conocido en la técnica de fabricación de lentes es el moldeo por inyección de lentes. Sin embargo, la sobrecarga del procedimiento para generar lentes usando moldeo por inyección en términos de maquinaria y en términos de etapas del proceso resulta desfavorable. Además, no es posible la fabricación en una escala de oblea.

40 El documento US 2008/198481 A1 describe estructuras de lente esférica y los métodos de fabricación de las mismas. Para la fabricación de una estructura de lente esférica con superficies esféricas duales, se proporciona una lente esférica compuesta de una resina soluble con UV, y una superficie esférica formada al respecto. La lente esférica soluble con UV es irradiada con luz ultravioleta y se elimina con un disolvente químico que sale de una cavidad.

45 Es un objeto de la invención proporcionar una lente mejorada y un método de fabricación de la misma, en el que la lente tiene una estructura de lente formada sobre un sustrato y proporciona una calidad de formación de imágenes mejorada.

50 Este objeto se logra mediante un método de acuerdo con la reivindicación 1. Para superar los problemas

establecidos anteriormente con respecto a la tecnología a escala de oblea convencional que requiere el uso de sustratos a los que se aplican las lentes replicadas con polímero UV, el enfoque de la invención evita la provisión de material innecesario, p. ej., vidrio, en el camino óptico.

5 De acuerdo con las realizaciones de la invención, las lentes se fabrican mediante un proceso de múltiples etapas con material de sacrificio por encima de uno o más rebajes o a través de orificios en un sustrato, p. ej., un sustrato de vidrio. El enfoque convencional para formar directamente las lentes en la(s) superficie(s) de un sustrato de vidrio ya no se persigue. La ventaja del enfoque de la invención es que no hay un vidrio "grueso" en el camino óptico. Por consiguiente, el espesor de la lente está determinado esencialmente por el diseño óptico que permite el uso de
10 formas de lentes mucho más ventajosas. Dado que el sustrato de vidrio fuera de la cavidad de la trayectoria del haz de formación de imágenes aún se mantiene, también está garantizada la estabilidad mecánica general de la disposición.

De este modo, cuando se compara con enfoques convencionales, el enfoque de la invención es ventajoso desde una perspectiva de diseño óptico. De lo contrario, el espesor del sustrato introduce astigmatismo en un haz convergente de modo que en los diseños ópticos de lente a escala de oblea convencionales esto tenía que ser corregido por más elementos y/o formas de lentes más complejas. Alternativamente, se tenía que vivir con un pobre rendimiento óptico. El espesor del sustrato aumenta LPT (LPT = longitud de pista total) ya que esto significa más de un "material de alto índice" necesario en el camino óptico. El material de alto índice, es decir, el material que tiene un
20 alto coeficiente de refracción "n" (n aproximadamente 1,5), aumenta la pista a $n \cdot f$ (suponiendo un 100 % de llenado del camino óptico con n pequeño). Por lo tanto, cuanto menor sea el llenado en el camino óptico, menor es el aumento de espesor. Para reducir la LPT incluso con un sustrato grueso, los rayos se doblan convencionalmente hacia afuera delante de la pila de lentes y se doblan hacia atrás hacia el eje óptico cerca del sensor de imagen para reducir el ARP (ARP = ángulo de rayos principal). Esto da como resultado una alta potencia de refracción de las
25 lentes, que en realidad no es necesaria, pero da como resultado aberraciones fuertes, que de nuevo tienen que corregirse mediante formas de lente complejas, sin embargo, esto da lugar a tolerancias estrictas innecesarias.

En el diseño de lente clásico, los meniscos son normalmente los elementos de elección, y se intenta determinar el espesor de lente por las necesidades ópticas y no por las limitaciones mecánicas/de proceso. La reducción del número de restricciones geométricas tales como el espesor del sustrato o el espesor de la capa de replicación residual generalmente simplifica el diseño de la lente ya que aumentan los grados de libertad. La óptica es mejor o no crítica con respecto a la tolerancia, una menor flexión de los rayos se produce cuando los haces de luz se propagan a través de la lente. Por lo tanto, se tiene por objeto que los rayos de luz lleguen a las superficies de la lente de la manera más perpendicular posible, lo que a su vez necesita superficies de lentes fuertemente dobladas.
30 En el caso de que se necesiten sustratos entre estas superficies, significa que el espesor central de la lente será muy alto con los problemas mencionados anteriormente como consecuencia.

La aplicación del enfoque de la invención evita la necesidad de proporcionar sustratos en el camino óptico. De acuerdo con el diseño de la invención, solo la estructura de la lente en sí o solo la parte ópticamente requerida/necesaria de la estructura de la lente se encuentra dentro del camino óptico, evitando así los problemas recién mencionados.
40

De acuerdo con las realizaciones de la invención, se enseña un proceso de fabricación de lentes que se puede considerar análogo al micromecanizado MEMS. De acuerdo con este proceso, se usa un sustrato u oblea, p. ej., un sustrato u oblea de vidrio que comprende un rebaje o un orificio o una cavidad. El rebaje se llena con un material de sello soluble o material de sacrificio, como un sustancia fotoendurecible, en el que se forma la estructura de superficie de lente negativa. La segunda forma de lente lateral deseada se forma entonces aplicando un material de lente no soluble y, a continuación, el material de sacrificio se disuelve usando un disolvente que solo elimina el material de sacrificio pero no el material de lente.
45

Una ventaja del enfoque de la invención es que ahora es posible fabricar lentes a escala de oblea con un diseño que ya no tiene que tener en consideración el sustrato de vidrio. Una ventaja adicional es que al evitar el sustrato óptico de vidrio innecesario (= placas paralelas) dentro de la trayectoria del haz convergente se reduce o se evita por completo el astigmatismo de tipo aberración. Por lo tanto, ya no es necesario corregir los posibles errores de imagen mediante medidas adicionales y/o lentes que tienen un diseño complicado. Esto da como resultado un diseño más simple y reduce los costos para el sistema óptico.
50

Las realizaciones de invención se describirán con detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

60 Figs. 1(a)-(d) muestran las etapas de fabricación de una lente plana convexa de acuerdo con una realización de la invención;

Figs. 2(a)-(d) muestran las etapas de fabricación de una lente plana cóncava de acuerdo con una realización de la invención;

65 Figs. 3(a)-(b) ilustran un diseño alternativo de la lente plana convexa de la Fig. 1;

- Figs. 4 (a)-(d) muestran las etapas de fabricación de una lente de menisco usando un sustrato mostrado en la Fig. 3(a) y un molde de acuerdo con una realización de la invención;
- 5 Figs. 5(a)-(e) muestran las etapas de fabricación de una lente biconvexa de acuerdo con una realización de la invención;
- Figs. 6(a)-(i) muestran las etapas de fabricación en una escala de oblea de una pluralidad de lentes de menisco de acuerdo con una realización de la invención;
- 10 Figs. 7(a)-(f) ilustran una alternativa de fabricación de la matriz de lentes de menisco de la Fig. 6 comenzando después de la etapa del proceso mostrado en la Fig. 6(d);
- Figs. 8(a)-(f) muestran diversas configuraciones de lentes a escala de oblea para su uso en sistemas ópticos que pueden fabricarse de acuerdo con la realización mostrada en la Fig. 6 y la realización mostrada en la Fig. 7;
- 15 Fig. 9 muestra un sistema óptico que comprende una lente de acuerdo con una realización de la invención montada en un chip que comprende un área fotosensible; y
- 20 Figs. 10(a)-(b) muestran una realización que usa una oblea de un material de vidrio fotosensible para fabricar lentes en una escala de oblea.

La Fig. 1 muestra una realización de fabricación de una lente plana convexa.

- 25 Como se muestra en la Fig. 1(a) se proporciona un sustrato 100, que se muestra en una vista en sección transversal y comprende dos superficies opuestas 102 y 104 y un rebaje 106 formado en la superficie superior 102 del sustrato 100 y que se extiende a través del espesor del sustrato 100 a la superficie inferior 104 del sustrato 100 definiendo de este modo un orificio a través del sustrato 100. El orificio en el sustrato 100 se llena temporalmente con un material polimérico soluble (un material de sacrificio) 108 (véase la Fig. 1 (b)). El polímero puede ser un polímero soluble en disolvente (p. ej., acetona o isopropanol), como un sustancia fotoendurecible convencional o un polímero/sustancia fotoendurecible especial soluble en agua (normalmente en una base de polivinilalcohol). Una porción 110 del material polimérico 108 está conformada de acuerdo con una primera superficie de lente deseada. La porción 110 solo tiene forma en el material polimérico 108 dentro del rebaje 106.

- 35 Se aplica un polímero UV final 112 (que puede ser un polímero híbrido orgánico-inorgánico) a la estructura mostrada en la Fig. 1(b). El polímero 112 se aplica de manera que el polímero UV 112 solapa fuertemente el rebaje u orificio 106, es decir, se extiende también sobre la superficie superior 102 del sustrato 100. El lado del polímero 112 que se orienta hacia el sustrato 100 está conformado por la porción 110 en el material polimérico 108 en la primera superficie de lente deseada y el lado opuesto del polímero puede conformarse proporcionando un sello que tiene una porción de la forma negativa de la segunda superficie de la estructura de lente prevista. La lente a generar mostrada en este caso es una lente plana convexa, de modo que el sello usado para conformar la parte posterior de la estructura de la lente es de una forma plana en este caso. Después de aplicar el sello al material 112, se obtiene una estructura tal como se muestra en la Fig. 1(c). Después de haber curado el polímero 112, el material polimérico 108 se retira del orificio 106 que da como resultado la estructura (la lente final) mostrada en la Fig. 1(d). La lente final 45 114 comprende la estructura de lente 112 y el soporte 100. La estructura de lente 112 comprende una porción de lente 112a y una porción de soporte 112b. Aparte de los enfoques convencionales, la porción de lente 112a está dispuesta por encima del rebaje 106 del sustrato 100 sin ningún material de vidrio u otro material transparente con "alto índice de refracción" (superior al del aire o vacío) en la trayectoria del haz de luz.

- 50 La Fig. 2 muestra un proceso similar al de la Fig. 1 para fabricar una lente plana cóncava y las etapas mostradas en la Fig. 2(a) a (d) son básicamente las mismas que se muestran en la Fig. 1 excepto que el material polimérico 108 tiene una forma diferente para obtener la lente cóncava deseada.

- 55 En las Figs. 1(b) y 2(b), el material polimérico temporal 108 puede proporcionarse de modo que el sustrato y el orificio 106 estén cubiertos por el material polimérico 108, cuya porción 110 se conforma luego de acuerdo con una primera superficie de lente deseada. El material polimérico 108 puede estar conformado o estructurado por procesos litográficos o de impresión de modo que al menos una parte de la superficie superior 102 del sustrato 100 está expuesta para garantizar que el material de lente 112 contacte con el sustrato al menos parcialmente para permitir el soporte de la estructura de lente por el sustrato 100. La porción 110 se puede formar en el material polimérico 108 proporcionando un material ligeramente deformable y usando un sello para imprimir la primera superficie deseada seguido de un proceso de curado. En otras realizaciones, el material polimérico 108 puede conformarse mediante procesos de grabado fotolitográfico. Alternativamente, el material polimérico 108 puede proporcionarse en forma líquida. El material líquido puede colarse en el rebaje 108 y la porción 110 que define la primera superficie de lente deseada se imprime por medio de un molde. El material polimérico 108 se cura térmicamente o se cura por otros 65 medios, p. ej., iluminación UV.

Alternativamente, el material polimérico 108 puede proporcionarse de antemano, es decir, se proporciona un bloque de material polimérico y se conforma de acuerdo con la primera superficie de lente deseada y las dimensiones del rebaje 106. Este bloque preparado se inserta en el rebaje 106 produciendo la estructura mostrada en la Fig. 1(b) y la Fig. 2(b).

5 A continuación, con respecto a la Fig. 3, se describe un diseño alternativo de la lente plana convexa de la Fig. 1. Cuando se compara con la realización descrita con respecto a la Fig. 1 o la Fig. 2, el sustrato 100 comprende el rebaje 106 que no se extiende de la superficie del sustrato superior 102 a la superficie del sustrato inferior 104. Como se muestra en la Fig. 3(a), el extremo inferior del rebaje está cerrado. La Fig. 3(b) muestra la lente 114 que
10 comprende el sustrato 100 y la estructura de lente 112 que comprende la porción de lente 112a y la porción de soporte 112b que descansa sobre el sustrato 100. Las etapas para fabricar la lente 114 mostrada en la Fig. 3(b) son esencialmente las mismas que se describen en la Fig. 1 o la Fig. 2 excepto que la eliminación del material polimérico 108 se realiza de una manera diferente. Aunque, de acuerdo con las Figs. 1 y 2, el material polimérico 108 puede eliminarse del lado inferior del sustrato 100 a medida que el rebaje se extiende a través de todo el sustrato, de
15 acuerdo con la realización de la Fig. 3, se proporcionan una o más aperturas 116 en el sustrato 100 para conectar el rebaje 106 al entorno del sustrato 100. Las aperturas o canales 116 pueden proporcionarse en cualquier posición en el sustrato, por ejemplo, en las "paredes laterales" de la cavidad mostrada en la Fig. 3(b) o en la parte inferior, es decir, los canales 116 pueden extenderse de las caras laterales de la superficie inferior 104 del sustrato hasta el rebaje 106. Aunque la Fig. 3(b) ilustra solo un canal único, se puede proporcionar una pluralidad de canales. Los
20 canales 116 pueden proporcionarse después de la formación de la estructura de lente 112 o de antemano, es decir, ya pueden estar provistos en la estructura mostrada en la Fig. 3(a).

Después del llenado del rebaje o cavidad 106 con el material polimérico 108, al formar la capa de sacrificio y después de aplicar el material de lente y curar el mismo, se aplica un solvente a la cavidad a través de las una o
25 más aperturas 116 disolviendo así el material polimérico 108 y eliminándolo de los canales 116. Después de la eliminación del material polimérico 108, uno o más canales 116 pueden cerrarse nuevamente para sellar la cavidad 106 del entorno. En la realización de la Fig. 3, el sustrato 100 puede pre-procesarse de manera que se proporcione un conjunto de circuitos adicional en la parte inferior del mismo, como se indica en la Fig. 3 por el signo de referencia 120. El conjunto de circuitos puede incluir áreas fotosensibles u otras áreas sensibles que reciben haces de luz
30 incidente u otros haces electromagnéticos que están acoplados al área deseada del conjunto de circuitos 120 por medio de la estructura de lente 112. El procesamiento del conjunto de circuitos 120 puede realizarse a través del rebaje 106. En una realización alternativa, la estructura mostrada en la Fig. 3(a) puede obtenerse proporcionando dos sustratos u obleas, una oblea superior que incluye el rebaje 106 que se extiende a través de todo su espesor y un sustrato inferior que incluye el conjunto de circuitos 120. Los dos sustratos se unen por medio de obleas para
35 producir la estructura mostrada en la Fig. 3(a) como se indica por la línea 122. En otra realización, puede proporcionarse una capa espaciadora adicional entre los sustratos 100 y 104.

En cuanto a la unión de la oblea de un sustrato inferior a un sustrato separador, se observa que este sustrato inferior que comprende el conjunto de circuitos 120 también puede estar unido a la estructura mostrada en la Fig. 1(d) o la
40 Fig. 2(d) produciendo un sistema óptico deseado.

Además, se observa que los procesos mencionados anteriormente para fabricar estructuras de lentes también pueden realizarse en una escala de oblea, es decir, sobre la base de una oblea que comprende una pluralidad de rebajes que permiten la formación de una pluralidad de lentes al mismo tiempo. Siguiendo la definición de la
45 estructura de lente, la oblea se puede unir a una oblea adicional que incluye el conjunto de circuitos respectivo como se muestra en la Fig. 3 y acto seguido se corta en cuadrillos para obtener elementos individuales. Alternativamente, también es posible cortar en cuadrillos primero la oblea de lente y aplicar los respectivos elementos cortados en cuadrillos sobre el sustrato o elemento que incluye el conjunto de circuitos deseado.

50 Se describirá ahora una realización adicional de la invención con referencia a la Fig. 4. Se describirá la fabricación de una unidad de lente de menisco usando un sustrato tal como se muestra en la Fig. 3(a). La Fig. 4(a) muestra el sustrato 100. La línea 122 indica que el sustrato 100 puede estar formado por dos sustratos unidos por obleas, uno que incluye el rebaje 106 y el otro que incluye el conjunto de circuitos 120. Un molde 124 define una forma deseada del material polimérico (material de sacrificio) 108 sobre el que se aplicará el material de lente. El molde 124 para
55 conformar el material polimérico 108 comprende una porción de lente 124a así como una porción de soporte 124b. El molde 124 se proporciona después de llenar el material polimérico 108 en el rebaje 106 o antes de llenar el material en el rebaje 106, estando mostrada esta última situación en la Fig. 4(b). En una etapa posterior ilustrada en la Fig. 4(c), el material polimérico 108 se introduce en el rebaje 106 a través de la apertura o canal 116. Alternativamente, el material polimérico 108 se introduce en el rebaje abierto 106 que se muestra en la Fig. 4(a) y luego se aplica el molde 124. En ambos procesos, el material polimérico 108 se conforma por el molde de modo que
60 en una región por encima del rebaje 106 se forma la porción 110 que define la primera superficie de lente deseada 110. Después de curar el material polimérico 108, el molde 124 se retira y el material de lente 112 se aplica al material polimérico 108 ahora estructurado. La superficie del material de lente 112 opuesta del material polimérico 108 está conformada (p. ej., mediante un sello) de acuerdo con una segunda superficie de lente deseada, una superficie convexa en la Fig. 4 definiendo de ese modo la lente de menisco deseada. El material polimérico 108 se elimina a continuación a través de la una o más aperturas 116 para producir el sistema óptico o la estructura de lente
65

como se muestra en la Fig. 4(d). El molde 124 define la porción de soporte 124b para asegurar que la estructura de lente final 112 y más específicamente su respectiva porción de soporte 112b pueda descansar sobre la superficie superior 102 del sustrato 100.

5 La Fig. 5 ilustra las etapas para fabricar una lente biconvexa de acuerdo con otra realización de la invención. De una manera similar a la descrita con respecto a las Figs. 1 y 2, el sustrato 100 se proporciona como se muestra en la Fig. 5(a). El rebaje 106 está provisto de un material polimérico 108 que forma el material de sacrificio que está siendo conformado de acuerdo con la primera superficie de lente deseada que se va a generar (véase en la Fig. 5(b)). Sobre esta estructura, se aplica el material de lente 112. Un molde o sello 126 de lente define una estructura de
10 lente deseada o una segunda forma de superficie de lente 126a. Como se indica mediante la flecha que se muestra en la Fig. 5(c) el molde o sello 126 se presiona en el material 112. Después del curado del material 112, el sello 126 se retira, como se indica mediante la flecha mostrada en la Fig. 5(d), produciendo la estructura de lente biconvexa 112 que, después de la eliminación del material polimérico 108, está dispuesta por encima del rebaje 106 en el sustrato 100 como se muestra en la Fig. 5(e).

15 Se describirán realizaciones adicionales de la invención con respecto a la fabricación de estructuras de lente sobre una base de obleas. De acuerdo con estas realizaciones, se usa una oblea espaciadora provista de orificios, en la que los orificios se llenan temporalmente con un material polimérico soluble, por ejemplo un material como se ha mencionado anteriormente con referencia a la Fig. 1. En el polímero, la primera forma de la superficie de lente, por ejemplo, la parte posterior de una lente de menisco, está conformada solo en una posición en el orificio. Luego, se aplica un polímero UV final, por ejemplo un polímero híbrido orgánico-inorgánico (tal como p. ej., Ormocomp de Microresist Technology GmbH), y la forma deseada del lado frontal de la lente se forma por medio de un sello que ahora tiene una forma negativa del lado frontal previsto. El material polimérico de la lente se aplica de manera que solapa fuertemente el orificio para permitir la conexión a la oblea. Después del curado del material polimérico que define la estructura de la lente, se elimina el polímero temporal, también desde el interior de los orificios, lo que da como resultado lentes finas, singulares pero fuertemente dobladas, fijadas al sustrato. Estas etapas pueden repetirse para otras lentes. Dependiendo de la estructura deseada de un sistema óptico, los espesores y las orientaciones de las obleas se seleccionan para obtener una propiedad óptica deseada del sistema en general.

30 La Fig. 6 describe una realización para fabricar una matriz de lentes de menisco. Se proporciona una oblea espaciadora 100 que tiene una pluralidad de orificios o aperturas 106 que se extienden desde una superficie superior 102 de la oblea 100 a una superficie inferior 104 de la oblea (véase la Fig. 6(a)). La oblea 100 con orificios está fabricada con un espesor deseado y las aperturas 106 se proporcionan, por ejemplo, por grabado o chorro de polvo de precisión a través del espesor del sustrato 100 o por colada de la oblea 100 en un molde especialmente conformado o por replicación usando un sello especial. Además, se proporciona una oblea de sello de lente 130. La oblea de sello de lente comprende una capa de soporte 132 y una capa con patrones 134 dispuesta sobre el sustrato 132. La capa con patrones 134 está estampada para definir la forma negativa del primer lado previsto de las lentes de menisco que se generarán, como se muestra por las porciones conformadas 136 de la oblea de sello de lente. Como se muestra en la Fig. 6(a) el número de porciones conformadas 136 en la capa con patrones 134 de la oblea de sello de lente 130 corresponde al número de aperturas 106 en la oblea de soporte 100. La oblea de soporte 100 y la oblea de sello de lente 130 están fabricadas para tener una forma como se muestra en la Fig. 6(a).

45 La oblea de soporte 100 y la oblea de sello de lente 130 están alineadas entre sí de manera que las aperturas 106 estén alineadas con las porciones conformadas 136 de la oblea de sello de lente. Más específicamente, la oblea 100 y el sello 130 se fabrican de modo que cuando se alinean los dos elementos, los centros de las aperturas 106 se alinean con las respectivas aperturas de las porciones conformadas que definen un rebaje en una superficie superior 138 de la capa con patrones 134 de la oblea de sello de lente 130. Además, en la realización mostrada en la Fig. 6(a), los orificios o aperturas 106 en la oblea 100 tienen una dimensión lateral que es superior a la dimensión lateral correspondiente de las porciones o rebajes conformados 136 de modo que una primera parte de la apertura respectiva 106 solapa la apertura o rebaje 136 en el que una parte periférica de la apertura 106 solapa una parte de la superficie superior 138 de la oblea de sello 130.

50 Las obleas 100 y 130 se ponen en contacto de la manera que se muestra en la Fig. 6(b). La oblea 100 y la oblea 130 están unidas temporalmente entre sí, por ejemplo sujetando el conjunto de oblea espaciadora alineada y de sello.

55 Un material de molde disoluble, por ejemplo una sustancia fotoendurecible, se aplica a la estructura mostrada en la Fig. 6(b) de manera que el material de molde disoluble 108 llena tanto las respectivas aperturas 106 en la oblea 100 como también las porciones 136 conformadas en la oblea de sello de lente 130. El material de molde disoluble (el material de sacrificio) se puede aplicar de manera que la superficie superior 102 de la oblea espaciadora 100 se cubra. El material de molde disoluble 108 puede aplicarse a la estructura mostrada en la Fig. 6(b), por ejemplo mediante recubrimiento por rotación o recubrimiento por pulverización. Para las siguientes etapas de replicación, el material de molde disoluble 108 se cura. Mediante el curado, el material polimérico se une o se adhiere muy fuertemente/rígidamente a las superficies correspondientes de la oblea 100. Aunque la Fig. 6(b) muestra que el material de molde disoluble (el material de sacrificio) también se aplica a la superficie superior 102 de la oblea espaciadora 100, se observa que la invención no está limitada a dicha realización. Por el contrario, el material de molde disoluble 108 se puede aplicar de manera que las aperturas 106 en la oblea 100 se llenen solo parcialmente.

En este caso, nuevamente mediante el curado, el polímero se une o se adhiere muy fuertemente/rígidamente a las superficies laterales de la apertura 106 en la oblea 100.

5 Se observa que las etapas de replicación posteriores no requieren en general alta presión. En realidad, la replicación UV se efectúa esencialmente sin presión o casi sin presión. La presión que se puede ejercer puede ser la que distribuya el material de lente de baja viscosidad a través de la oblea sin burbujas de aire atrapadas. La viscosidad del material de lente es tal que para conformar el material de lente casi no se requiere fuerza. El material de lente (polímero) se reticulará mediante iluminación UV y, por lo tanto, se estabilizará.

10 En una etapa siguiente, que se muestra en la Fig. 6(d), la oblea espaciadora moldeada 100 y la oblea de sellado de lente 130 están separadas entre sí, por ejemplo, elevando la capa espaciadora moldeada 100 de la capa de sello 130.

15 Ahora, se proporciona una oblea de sellado superior 140 que comprende una capa de soporte 142 y una capa con patrones 144 que tiene una pluralidad de porciones conformadas 146. Las porciones conformadas 146 están formadas por rebajes en una superficie 148 de la oblea de sello superior 140. Los rebajes 146 están conformados para definir una forma negativa del segundo lado previsto de las lentes de menisco. Como se muestra en la Fig. 6(e) la oblea espaciadora moldeada 100 se voltea, y se aplica un material de lente, por ejemplo un material polimérico curable por UV, a la superficie 104 de la oblea espaciadora 100 y al material de moldeo soluble 108. La oblea espaciadora 100 con el material de lente aplicado 112 se alinea con una oblea de sello superior 140. El alineamiento es tal que el centro de los rebajes 146 en la oblea de sello superior 140 está alineado con el centro del material de moldeo soluble 108 formado en la capa espaciadora 100. Siguiendo el alineamiento de las respectivas obleas 100 y 140, la oblea de sello superior 140 se presiona sobre la oblea 100 que tiene aplicado al respecto el material de lente 102 para imprimir el perfil de lente superior sobre el material de molde soluble 108 como se muestra en la Fig. 6(f). Como se puede ver, por medio de la oblea de sello superior 140, el material de lente 112 se forma con la segunda forma de superficie de lente deseada. Para ser más específico, la forma de lente 112 ya tiene ahora las porciones de lente deseadas 112a y las porciones de soporte necesarias 112b superpuestas con la superficie 104 de la oblea de soporte 100.

30 En una etapa posterior mostrada en la Fig. 6(g), el material de lente 112 se cura y luego la oblea espaciadora 100 que tiene unida al respecto la estructura de lente se separa de la oblea de sello superior 140 como se indica por las flechas en la Fig. 6(g).

35 La oblea resultante 100 que tiene unida al respecto la estructura de lente deseada 112 se somete a continuación a un baño de disolvente o agua disolviendo así el material de molde soluble de perfil de lente inferior 108 como se muestra en la Fig. 6(h) que, finalmente, da como resultado la oblea de lente de menisco completa con espaciador integrado como se muestra en la Fig. 6(i). La matriz de estructura de lente comprende una pluralidad de lentes de menisco formada en una escala de oblea de manera que la porción de lente 112a de la estructura de lente está dispuesta encima de la apertura u orificio en la oblea de soporte 100 sin ningún material de vidrio adicional, evitando así los problemas de los enfoques de la técnica anterior descritos anteriormente.

45 La Fig. 7 ilustra un enfoque alternativo para fabricar el conjunto de lentes de menisco de la Fig. 6 comenzando después de la etapa del proceso mostrado en la Fig. 6(d). El enfoque descrito con respecto a la Fig. 7 proporciona una pluralidad de lentes diferentes de menisco con espaciador integrado. De acuerdo con el proceso descrito en la Fig. 7, la oblea espaciadora moldeada 100 se proporciona de la manera que se describe en las Figs. 6(a) a 6(d). De nuevo, se proporciona una oblea de sello superior 140, sin embargo, la oblea de sello superior 140 de la Fig. 7(a) se modifica proporcionando regiones ocultas 150 dentro de la oblea de sello 140 que bloquearán la luz UV (ultravioleta) al curar el material de lente. Las regiones ocultas se proporcionan entre los rebajes 146 formados en la capa con patrones 144 del sello 140 de manera que solapan parcialmente las regiones de la oblea 100 que están dispuestas entre el material de molde soluble 108. Las regiones ocultas 150 están estructuradas en una interfaz entre la capa de soporte 142 y la capa con patrones 144 de manera que una porción "a" de las regiones intermedias de la oblea 100 está oculta mientras que otras porciones "b" de esta región intermedia están no ocultas.

55 El material de lente se aplica y el sello 140 se usa para imprimir la estructura de lente deseada en el material de lente. En la etapa de curado, la estructura se ilumina con luz ultravioleta como se muestra en la Fig. 7(b) que curará el material de lente 112, sin embargo, bajo las regiones ocultas 140, el material polimérico de lente permanecerá sin curar. El sello 140 y la oblea 100 se separan luego entre sí como se muestra en la Fig. 7(c) y la oblea resultante 100 se somete a un baño de disolvente o agua, disolviendo de este modo el material de molde soluble de perfil de lente inferior 108. También el material polimérico no expuesto 112c del material de lente 112 se disuelve (véase la Fig. 7(d)), ya sea durante el mismo proceso y disolvente o durante un proceso y disolvente separado. La estructura resultante se muestra en la Fig. 7(e) y la estructura de la lente corresponde a la que se muestra en la Fig. 6(i), sin embargo, las lentes respectivas son lentes distintas ya que las estructuras de lente 112 ya están separadas entre sí debido a la eliminación del material polimérico 112c discutido anteriormente, produciendo así un espaciado entre las respectivas estructuras de lente. Esto es ventajoso ya que no hay necesidad de cortar en cuadrillos el material de la lente durante la separación. Además, los sustratos se pueden pegar/unir directamente entre sí cuando se apilan, evitando así interfaces de polímero adicionales (inestables).

En las realizaciones descritas anteriormente mostradas en las Figs. 6 y 7, el material de lente se aplicó a la oblea 100 y posteriormente se usó el sello 140 para imprimir la forma superior de lente deseada en el material de lente aplicado. El espesor de la estructura de lente se define por la cantidad de material de lente 112 aplicado a la oblea 100 y se controla determinando de manera precisa la separación o distancia de las interfaces representativas entre 100 y 140 en la máquina de replicación, p. ej., "alineador de máscara modificado" o "alineador IQ".

En una realización alternativa, el sello 140 y la oblea 100 pueden alinearse entre sí como se muestra en la Fig. 6(e) y la Fig. 7(a) sin el material de la lente aplicado hasta el momento. Las dos obleas están alineadas entre sí con una distancia entre ellas, por ejemplo, proporcionando las respectivas obleas en dispositivos de sujeción apropiados que permiten la disposición de las dos obleas con una distancia predefinida entre sí. Dependiendo del espesor deseado de la estructura de lente, esta distancia se establece y, posteriormente, el material de lente se introduce en el espacio entre la oblea 100 y el sello 140, y luego el proceso continúa como se describe con respecto a la Fig. 6(f) a (i) o la FIG. 7(b) a (e).

La Fig. 7 describe una realización que produce lentes discretas de la manera que se muestra en la Fig. 7(e) disolviendo las porciones respectivas 112c del material de lente entre las porciones de lente respectivas y las porciones de soporte de lente 112a y 112b. Sin embargo, en lugar de proporcionar el material de lente a toda la superficie de la oblea 100, un proceso alternativo puede aplicar discretamente el material de lente solo a las porciones en las que la lente se va a formar realmente, por ejemplo dispensando gotas de material de lente en las posiciones en las que las lentes estarán después, concretamente sobre la parte superior de las estructuras 108 mostradas en la Fig. 7(a). El material de lente se puede aplicar o dispensar mediante impresión por chorro de tinta u otros enfoques adecuados.

Una alternativa adicional para proporcionar las estructuras discretas de lente mostradas en la Fig. 7 es modificar la oblea de sello 140. Una posible modificación se muestra en la Fig. 7(f) que muestra una vista ampliada de una parte de la capa de sello 140 que tiene la estructura de rebaje modificada 146. Como se puede ver en la Fig. 7(f), la capa 144 está estampada de modo que el rebaje 146 tiene una primera porción 146a que define el perfil de lente deseado o el perfil de lente superior. El rebaje 146 comprende una porción de soporte 146b que define las porciones de soporte posteriores 112b de la estructura de lente. Además, la capa con patrones 144 está estructurada de manera que el sello 140 y la oblea 100 se ponen en contacto entre sí, es decir, la superficie 104 de la oblea 100 y la superficie 148 del sello 140 se ponen en contacto entre sí. Alternativamente, el rebaje 148 puede estructurarse de modo que toda la superficie superior de la lente es superior a la superficie inferior de la lente, proporcionando también la porción central de lente 146a y las porciones periféricas de soporte de lente 146b de modo que tal forma se indica mediante la línea discontinua 146c en la Fig. 7(f).

Hasta ahora, se describieron lentes individuales o matrices de lentes individuales, sin embargo, de acuerdo con realizaciones de la invención, las respectivas lentes o matrices de lentes se pueden combinar entre sí o con diferentes estructuras de lentes fabricadas de la misma manera que se ha descrito anteriormente. La Fig. 8 muestra diversas configuraciones de sistemas ópticos que usan lentes fabricadas de acuerdo con las realizaciones de las Figs. 6 o 7. La Fig. 8(a) muestra una pila de menisco convexa apilada doble con una lente inferior invertida, en la que la capa superior 802 y la capa inferior 804 se fabricaron de acuerdo con las realizaciones descritas anteriormente. La Fig. 8(b) muestra una pila de menisco convexa apilada doble en la que las dos capas se fabrican de nuevo de acuerdo con la invención, sin embargo, usando moldes diferentes y materiales de sacrificio conformados de forma diferente. La Fig. 8(c) muestra una pila de menisco convexa/cóncava apilada. La Fig. 8(d) muestra una pila de menisco cóncava apilada doble, y la Fig. 8(e) muestra una pila de menisco cóncava/convexa apilada. Claramente, de acuerdo con la invención, se pueden añadir capas adicionales de lentes para proporcionar pilas o pilas triples con cuatro o más capas de lente. El número y la configuración de las lentes respectivas en las capas dependen de una característica óptica deseada de un sistema óptico que usará la estructura de lente apilada.

La Fig. 8(f) muestra una realización en la que, aparte de las Figs. 8(a)-(e), las lentes respectivas están unidas entre sí en lugar de las capas espaciadoras, es decir, las superficies poliméricas de la lente están unidas entre sí. De nuevo, las dos capas de lentes se fabrican de acuerdo con la invención descrita anteriormente.

Además, en las realizaciones descritas anteriormente de la invención, las lentes se fabrican a partir de un único material de lente. La invención no está limitada a tales estructuras de lentes. Por ejemplo, es posible generar estructuras de lente que tienen dos o más capas del mismo material de lente o capas diferentes, dependiendo de una característica de lente deseada. Por ejemplo, siguiendo la etapa del método mostrado en la Fig. 6(g), antes o después de disolver el material de sacrificio 108, se puede aplicar un material de lente adicional a la oblea 100 y se puede usar un sello adicional para imprimir la superficie superior del segundo perfil de capa de lente. Una alternativa adicional es proporcionar una pluralidad de capas de lentes separadas entre sí. En tal realización, en la estructura mostrada en la Fig. 6(g), por ejemplo, se aplica un material soluble que está estructurado por un sello apropiado y después del curado de este material de sacrificio adicional se aplica un material de lente adicional, conformado con un sello apropiado y curado y finalmente, el material de sacrificio entre las dos capas de lente se elimina, por ejemplo, a través de una apertura respectiva proporcionada en la estructura. Aunque se ha descrito anteriormente que las capas adicionales se aplican a la superficie superior de la capa existente, se observa que la(s) capa(s) adicional(es) también se puede(n) aplicar a la superficie inferior de la capa existente.

Las lentes respectivas formadas de acuerdo con las realizaciones descritas anteriormente pueden aplicarse a sustratos u obleas de circuitos integrados que incluyen un conjunto de circuitos que tienen al menos una región sensible a la luz para recibir un haz de luz incidente a través de la lente. Alternativamente, también pueden proporcionarse elementos emisores de luz para emitir luz a través de la lente. Como se ha descrito anteriormente, el conjunto de circuitos adicional también podría proporcionarse en una escala de oblea. En una realización de este tipo, las matrices de lentes fabricadas de acuerdo con las Figs. 6 y 7 pueden apilarse de acuerdo con las realizaciones mostradas en la Fig. 8 y proporcionarse en una capa de circuito adicional pre-procesada que incluye los conjuntos de circuitos útiles descritos anteriormente. Después de eso, las obleas se cortan en cuadritos dando como resultado dispositivos singulares respectivos, un ejemplo que se muestra en la Fig. 9. La Fig. 9 muestra un sistema óptico que comprende la lente 114 unida a un sustrato o chip 152 que incluye un conjunto de circuitos 120 que comprende porciones de emisión de luz/recepción de luz. El chip 152 está provisto de protuberancias de soldadura 154 para permitir el marcado de su superficie a una placa de circuito para conectar el circuito 120 a trazas respectivas de la placa de circuito. La lente 114 comprende la estructura de lente 112 que tiene la porción de lente 112a y la porción de soporte 112b montada en el sustrato 100.

Para las realizaciones descritas anteriormente para fabricar las estructuras de lentes de la invención, se usan preferentemente los siguientes materiales (los siguientes materiales son solo ejemplos y la invención no se limita a tales materiales):

- como material de lente 112 generalmente se puede usar cualquier polímero curado por UV o incluso cualquier polímero curado térmicamente, más específicamente un polímero híbrido orgánico-inorgánico, comoOrmocomp y Ormocore de Microresist Technology, Exfine CO 150...160 por ChemOptics (base acrílica); SU8; colas UV como Zipcone UA de Gelest, Norland N61, N63, N68, familia de Panacol/Elosol Vitralit (V1507, V9010), Dymax OPA-20632, Desotech 3471-2-136, Epo-Tek OG134

- como material de sacrificio 108, se puede utilizar un material soluble en agua como Dymax Gel, sustancias fotoendurecibles convencionales (p. ej., de Hoechst, soluble en acetona o isopropanol); alcohol polivinílico (p. ej., de TDI, soluble en agua o poliestorol

- como sustrato de soporte 100, se puede usar vidrio, cerámica, vitrocerámica, metal, mallas metálicas, materiales de polímero fundido, pegamentos (SU8, Epotek), silicio, germanio, plástico, compuestos de moldeo de epoxi, como p. ej., usados para el moldeo por transferencia de resina (asistido con película) para el envasado de circuitos integrados (p. ej., gris-negro con relleno), de partes de un material termoendurecible, elastómeros u otros materiales transparentes que incluyen pigmentos.

El vidrio puede ser un vidrio negro estructurado (p. ej., Foturan) o D263T de Schott, Borofloat; El polímero puede ser PMMA, policarbonato, Zeonex (COP); o Topas (COC).

- como capa de soporte de sello 142, se puede usar un vidrio (blanco de máscara), sílice/cuarzo, borofloat, D263T;

- como la capa de sello con patrones, se puede usar 146 PDMS (polidimetilsiloxano), Fluorolink de Solvaysolexis.

En las realizaciones descritas anteriormente, el sustrato de soporte u oblea 100 estaba provisto de las aperturas 106. La oblea de soporte es preferentemente no transparente a la radiación que se recibe por la estructura de la lente. La oblea puede ser de un material original no transparente o puede ser una oblea de vidrio que puede iluminarse en las porciones deseadas para volverse no transparente (p. ej., Foturan).

De acuerdo con otra realización de la invención, el sustrato/oblea 100 está formado por un vidrio fotosensible (p. ej., Foturan) que puede estructurarse para una variedad de fines. Este material combina las propiedades exclusivas del vidrio (transparencia, dureza, resistencia química y térmica, etc.) y la oportunidad de lograr estructuras muy finas con relación de tolerancias ajustadas y alto aspecto (profundidad del orificio/anchura del orificio). El vidrio se oculta para determinar una estructura deseada y se expone a luz UV, p. ej., luz entre 290 nm y 330 nm. Los átomos, p. ej., los átomos de plata, en el vidrio se forman en las áreas iluminadas, y mediante un tratamiento térmico posterior, p. ej., entre 500 °C y 600 °C, el vidrio se cristaliza alrededor de estos átomos. Las áreas cristalizadas se pueden grabar, p. ej., con una solución al 10 % de ácido fluorhídrico a temperatura ambiente, con una tasa de grabado que es hasta 20 veces mayor que la de las áreas no tratadas. El uso de dicho material para el sustrato/oblea 100 es ventajoso ya que la estructuración del soporte de vidrio para la estructura de la lente puede lograrse fácilmente.

La Fig. 10(a) y Fig. 10(b) muestran una realización que usa el material descrito anteriormente para fabricar lentes en una escala de oblea. La Fig. 10(a) muestra una vista en sección transversal de una porción de la oblea 100 de la Fig. 6(i). Ocultando, iluminando, calentando y grabando, la oblea 100 se estructuró para definir los rebajes 106 y adicionalmente las cavidades (muescas) 300 que se extienden dentro de la oblea 100 desde su superficie inferior (la superficie opuesta a la lente 112). Para ser más específicos, en una primera etapa, la oblea 100 se oculta, ilumina, calienta y graba para definir las cavidades 300, y en una segunda etapa, la oblea 100 se oculta, ilumina, calienta y graba para definir los rebajes 106 (o viceversa). En una tercera etapa, toda la oblea 100 restante se ilumina con luz UV, haciendo que la oblea no sea transparente (negra). Esta iluminación se realiza ventajosamente con una dosis inferior a la utilizada durante la iluminación en las etapas primera y segunda. La dosis se selecciona para que el

vidrio no sea transparente y para mantener la estabilidad del vidrio contra el entorno (para evitar la eliminación involuntaria de material debido a las influencias ambientales).

5 Las cavidades o muescas 300 son ventajosas, ya que las mismas definen "calles de corte en cuadrillos" en la oblea 100. En la Fig. 10(a) se muestran esquemáticamente los álambos de corte en cuadrillos 302 y 304 que se usan para cortar en cuadrillos la oblea 100 a la que se unen la oblea de lente 112 y la oblea de circuito 104. Solo es necesario eliminar pequeñas cantidades del material de oblea para cortar a cuadrillos la estructura de oblea 306 de la Fig. 10(a), es decir, solo el silicio de la oblea de circuito 104, el material de lente de la oblea de lente 112 y una pequeña cantidad de material de vidrio de la oblea 100.

10 La Fig. 10(b) muestra una vista superior de la estructura de oblea 306 de la Fig. 10(a). Para mantener la estabilidad de la estructura de obleas 306, no todas las regiones de la oblea 100 están provistas de muescas 300. Por el contrario, se proporciona un anillo de soporte de vidrio sólido 308 sin cavidades cortadas en cuadrillos 200.

15 En las realizaciones descritas anteriormente, las paredes laterales de los orificios eran perpendiculares a la superficie del sustrato. Sin embargo, también pueden ser deseables otras paredes laterales conformadas, por ejemplo, paredes laterales inclinadas para obtener una apertura en forma de cono. En las realizaciones descritas en las Figs. 6 y 7 además de las aperturas 106, la oblea 100 puede pre-procesarse adicionalmente para definir cavidades o ranuras cortadas en cuadrillos pre-estructuradas para reducir el volumen a eliminar durante el corte en cuadrillos ("= relieves de corte en cuadrillos") en los que la oblea está rodeada por un anillo de soporte de vidrio sólido sin tales cavidades de corte en cuadrillos.

20

De acuerdo con otras realizaciones de la invención, se pueden proporcionar estructuras de apertura (= "apertura en una superficie no transparente"). Si bien en los enfoques convencionales tales estructuras de apertura se proporcionan en el sustrato de vidrio que subyace en la estructura de lente, esto ya no es posible de acuerdo con las enseñanzas de la invención. Por lo tanto, las estructuras de apertura pueden proporcionarse en la propia estructura de lente, por ejemplo mediante un proceso fotolitográfico o mediante un proceso *lift-off*. Adicionalmente, podría desearse proporcionar obleas espaciadoras no transparentes adicionales que tengan una apertura definida y que proporcionen en la oblea la cavidad por encima de la cual está dispuesta la estructura de lente. Alternativamente, pueden proporcionarse obleas de vidrio muy finas o láminas de polímero que tienen estructuras de apertura, en las que estas estructuras de apertura se generan preferentemente mediante procesos litográficos. El espesor de la oblea de vidrio o lámina de polímero en una realización de este tipo puede ser de 0,01-1 veces el espesor del sustrato o puede estar en el intervalo de 10 μm a 1.000 μm (o dos placas de polímero/vidrio de medio espesor laminadas/unidas con aperturas intermedias) para evitar distorsiones no deseadas por este elemento de vidrio adicional.

25

30

35

En las realizaciones descritas anteriormente, las paredes laterales de los orificios eran perpendiculares a la superficie del sustrato. Sin embargo, también pueden ser deseables otras paredes laterales conformadas, por ejemplo, paredes laterales inclinadas para obtener una apertura en forma de cono.

40

De acuerdo con otra realización, se proporcionan las llamadas "ranuras de captura" en el sustrato, en el que las ranuras de captura se proporcionan para recibir material de lente en exceso. Por ejemplo, en las Figs. anteriores puede proporcionarse una ranura en forma de anillo alrededor del rebaje en el sustrato/oblea 100 que se dimensiona de manera que su volumen sea suficiente para recibir el exceso de material de lente que se aplica debido a las tolerancias con que un dispensador aplica el material de lente al sustrato/oblea.

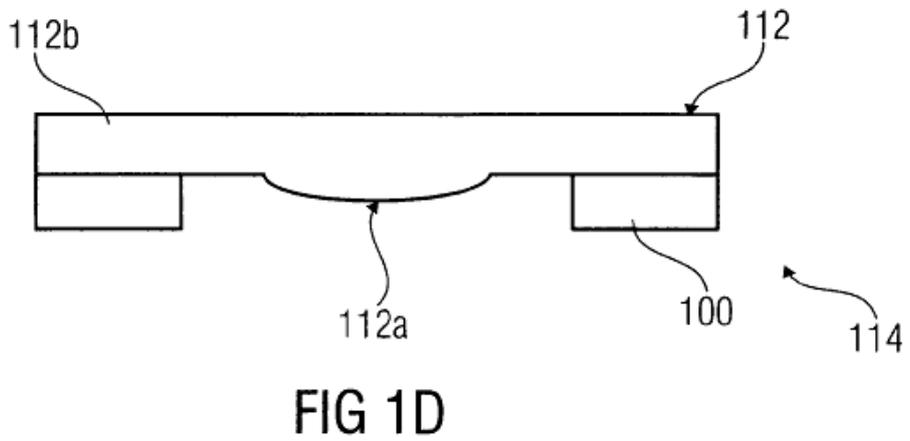
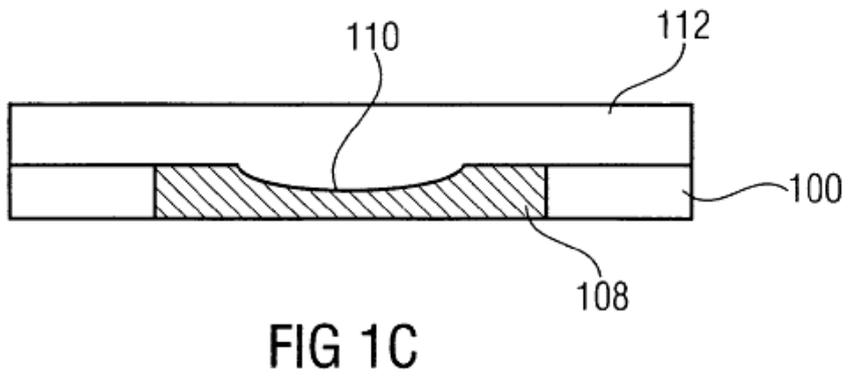
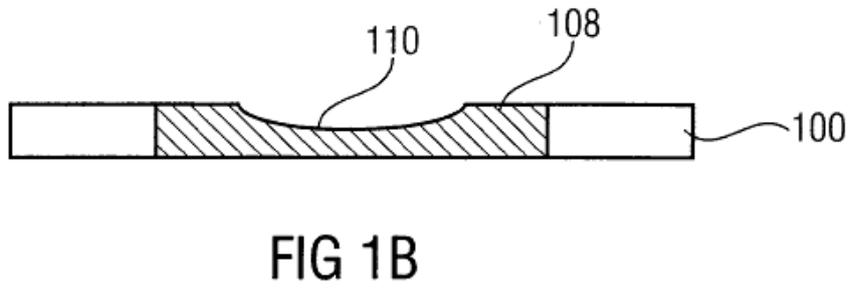
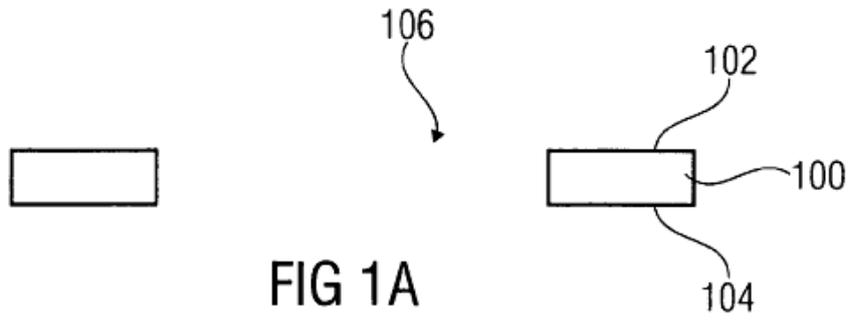
45

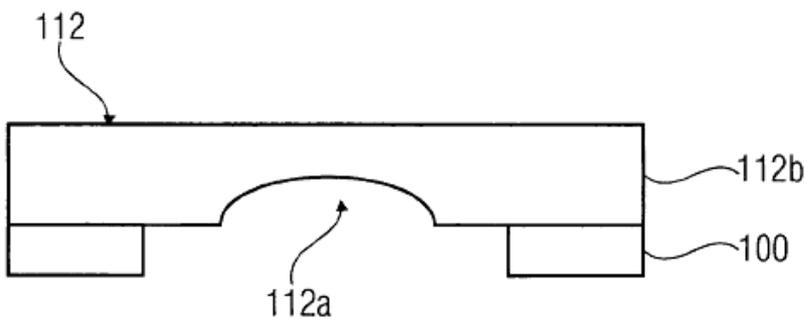
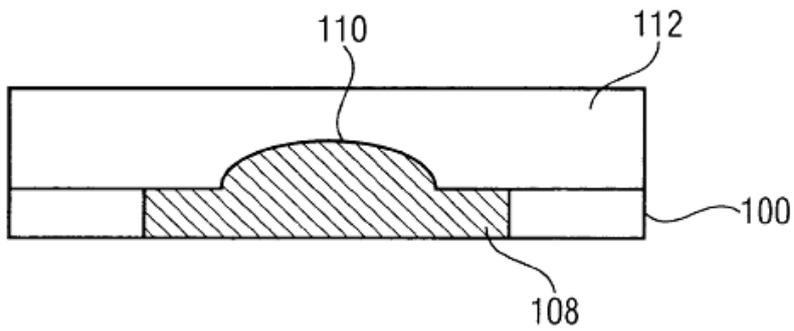
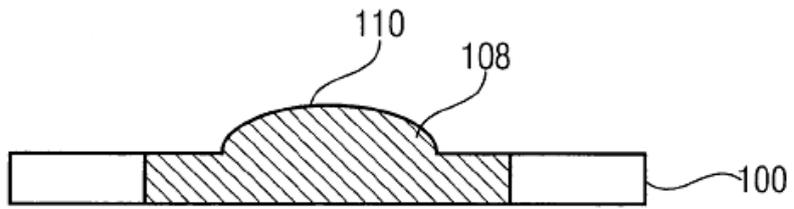
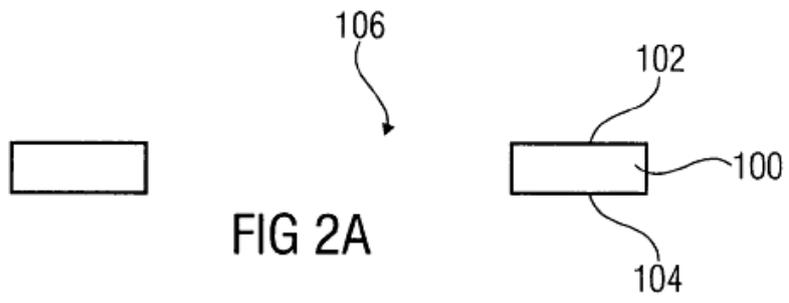
Si bien los perfiles de lentes específicos se han descrito anteriormente, cabe señalar que la invención no está limitada a los perfiles de lente ilustrados. Por el contrario, cualquier perfil de lente deseado puede generarse por medio del proceso de la invención como se ha descrito anteriormente dando como resultado una estructura de lente de "suspensión libre" de forma deseada por encima de una apertura o rebajo en una capa de soporte. Por ejemplo, los perfiles de lente pueden seleccionarse entre el grupo que comprende lentes planas convexas, lentes planas cóncavas, lentes biconvexas, lentes bicóncavas y lentes de menisco con cualquier descripción esférica, cónica, esférica y/o combinación de esas de la superficie/perfil de lente.

50

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de una lente (114) que tiene una porción de lente (112a), comprendiendo el método:
- 5 (a) proporcionar un sustrato (100) que comprende un rebaje (106) en una primera superficie (102) del sustrato (100), el rebaje (106) se extiende de la primera superficie (102) del sustrato (100) a una segunda superficie (104) del sustrato (100) que define así un orificio a través del sustrato;
- (b) disponer el sustrato (100) y un primer molde (124; 130) en contacto entre sí de modo que el rebaje del sustrato (106) y el primer molde (124; 130) estén alineados, en el que el primer molde (124; 130) tiene una
- 10 porción (110) conformada de acuerdo con una primera superficie de lente deseada (112a);
- (c) aplicar un material de sacrificio (108) al sustrato (100) en el rebaje (106) y en el primer molde (124; 130) de modo que el material de sacrificio (108) tenga una forma (110) de acuerdo con la primera superficie de lente deseada;
- (d) curar el material de sacrificio (108);
- 15 (e) retirar el primer molde (124; 130);
- (f) aplicar un material de lente (112) al sustrato (100) y al material de sacrificio (108) de modo que el material de lente (112) tenga una forma de acuerdo con la primera superficie de lente deseada; y
- (g) proporcionar la porción de lente final (112a) eliminando el material de sacrificio (108).
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en el que el primer molde (124) está conformado de modo que el material de sacrificio (108) sea aplicado a una porción de la primera superficie (102) del sustrato (100).
3. El método de la reivindicación 1, en el que
- 25 el primer molde (130) está dispuesto en la segunda superficie (104) del sustrato (100) y el material de sacrificio (108) se aplica desde la primera superficie (102) del sustrato (100) en el molde (124) y en el orificio de modo que al menos se llene parcialmente el orificio pero se llene completamente el molde para definir la primera superficie de lente deseada.
4. El método de una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que
- 30 la aplicación del material de lente (112) en la etapa (f) comprende la conformación de un primer lado del mismo de acuerdo con el material de sacrificio conformado (108), y la etapa (f) comprende además una conformación de un segundo lado del material de lente (112) opuesto al primer lado de acuerdo con la segunda superficie de lente deseada.
- 35 5. El método de la reivindicación 4, que comprende además:
- disponer el sustrato (100) y un segundo molde (140) de modo que el segundo molde (140) y el material de sacrificio conformado (108) estén alineados, en el que el segundo molde (140) tiene una forma de acuerdo con la
- 40 segunda superficie de lente deseada.
6. El método de la reivindicación 5, en el que el material de lente (112) se aplica antes o después de la disposición del segundo molde (140) en el sustrato,
- 45 en el que, en caso de aplicación del material de lente (112) después de la disposición del segundo molde (140) en el sustrato,
- el sustrato (100) y el segundo molde (140) están dispuestos a una distancia entre sí definida por el perfil de lente deseado, y
- en la etapa (f), el material de lente (112) se introduce en el espacio entre el sustrato (100) que comprende el material de sacrificio conformado (108) y el segundo molde (140), y
- 50 en el que, en caso de aplicación del material de lente (112) antes de la disposición del segundo molde (140) en el sustrato,
- el segundo molde (140) está dispuesto en el material de lente (112) para conformar el material de lente (112) de acuerdo con el perfil de lente deseado.
7. El método de una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que
- 55 la etapa (f) comprende el curado del material de lente (112), y la etapa (g) comprende la disolución del material de sacrificio (108).
8. El método de una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el sustrato (100) es una oblea que comprende una
- 60 pluralidad de rebajes (106).
9. El método de la reivindicación 8, que comprende:
- ocultar una porción del material de lente (112) entre rebajes adyacentes (108) antes de curar el material de lente
- 65 (112); y eliminar las porciones no ocultas (112c) del material (112).





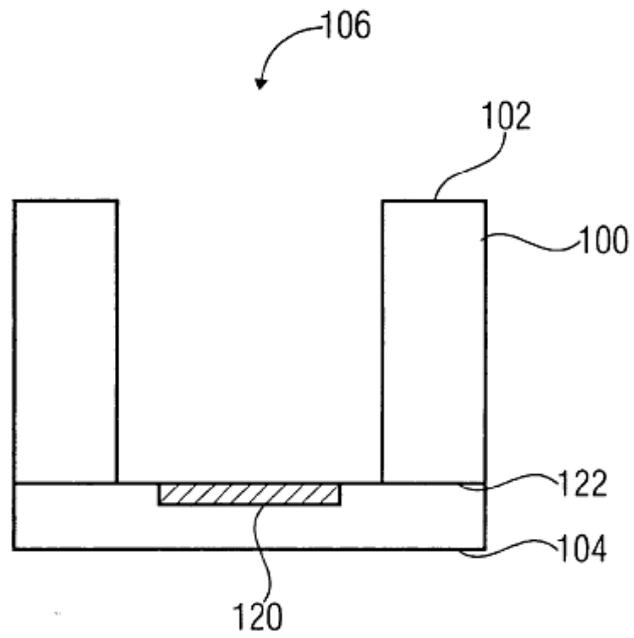


FIG 3A

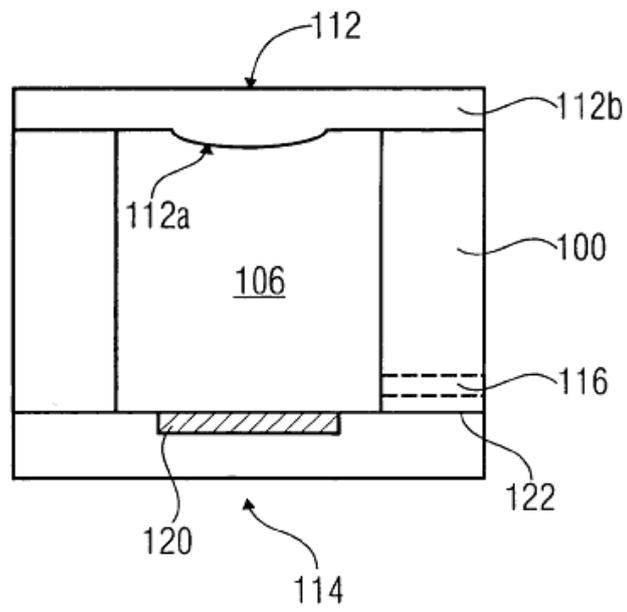


FIG 3B

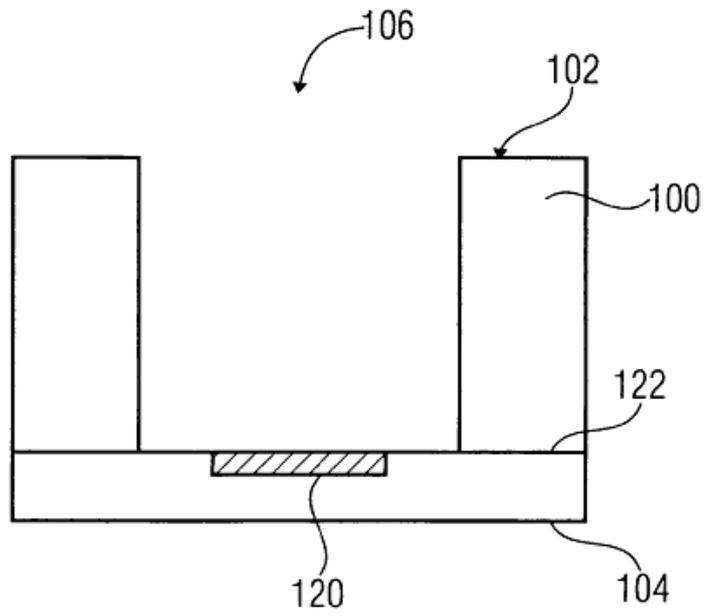


FIG 4A

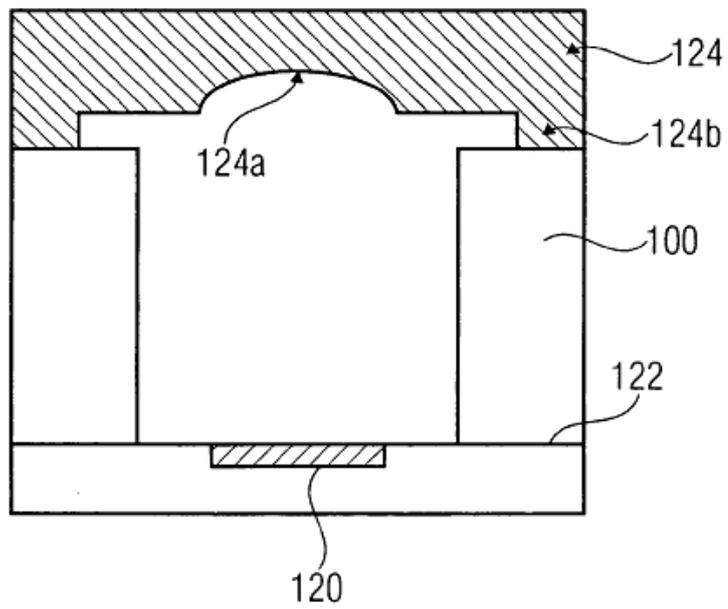


FIG 4B

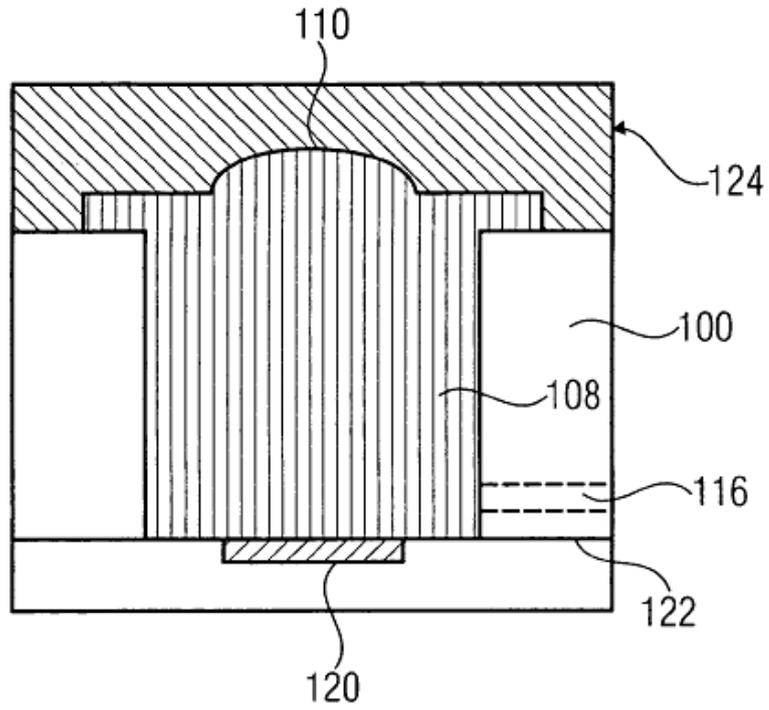


FIG 4C

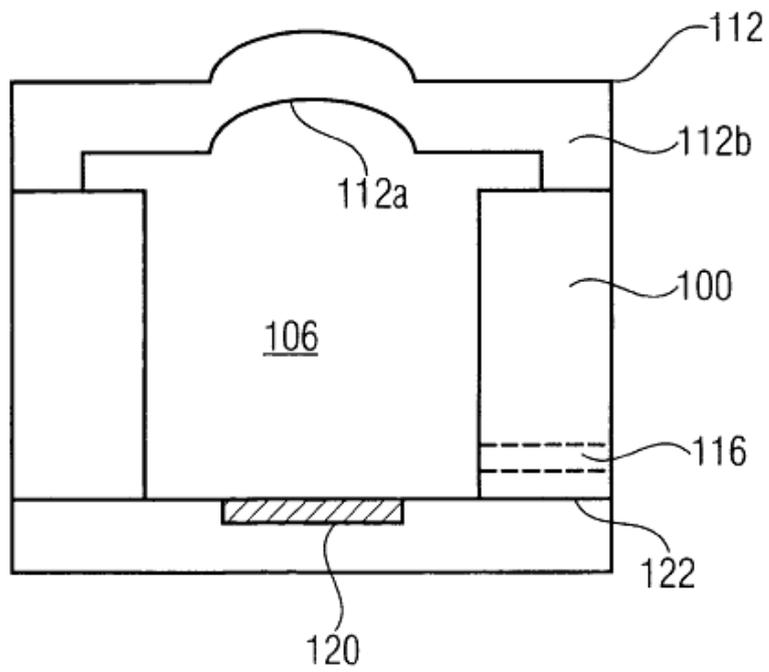
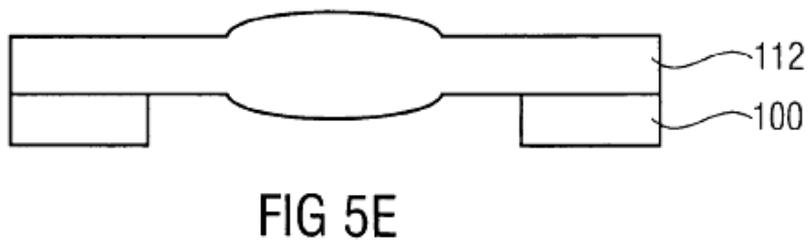
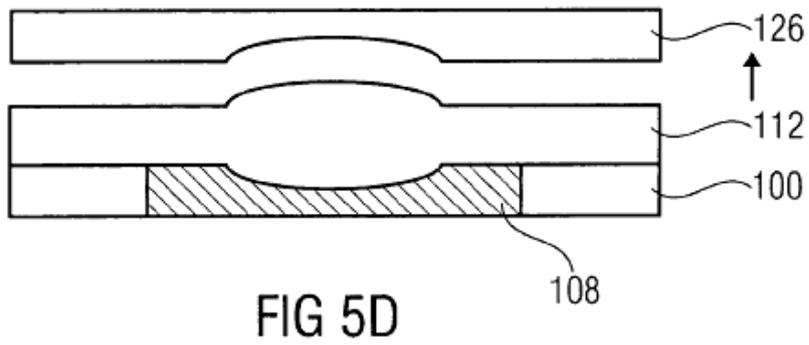
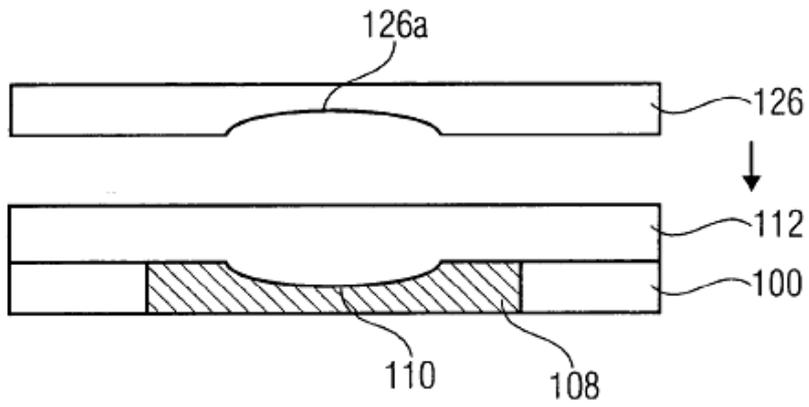
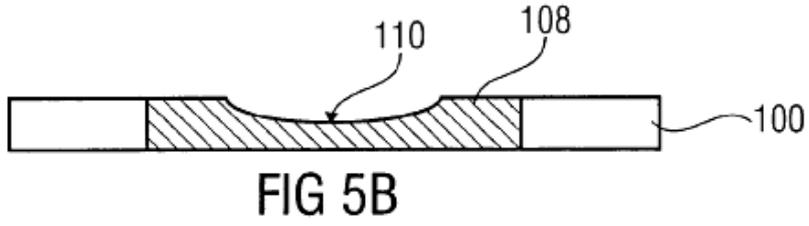
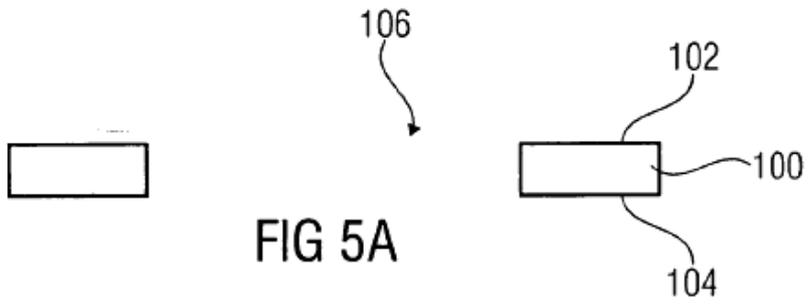


FIG 4D



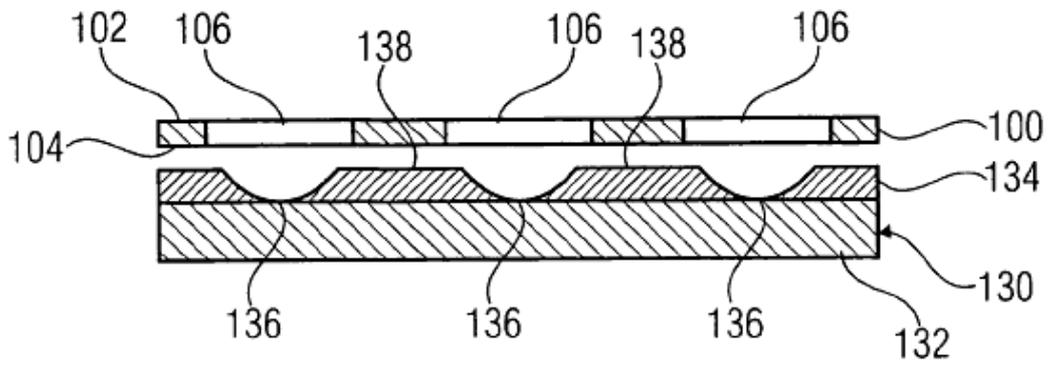


FIG 6A

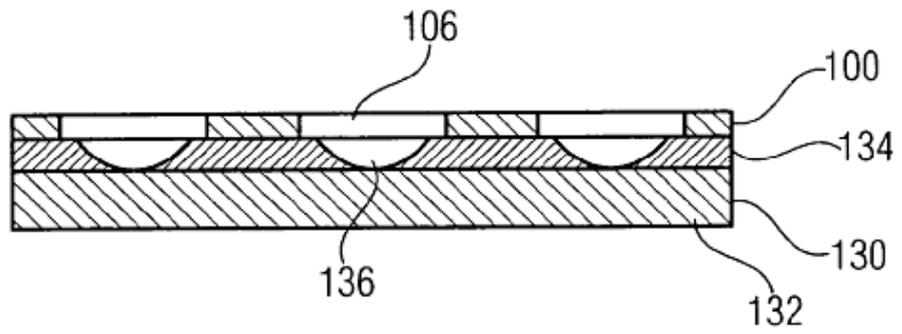


FIG 6B

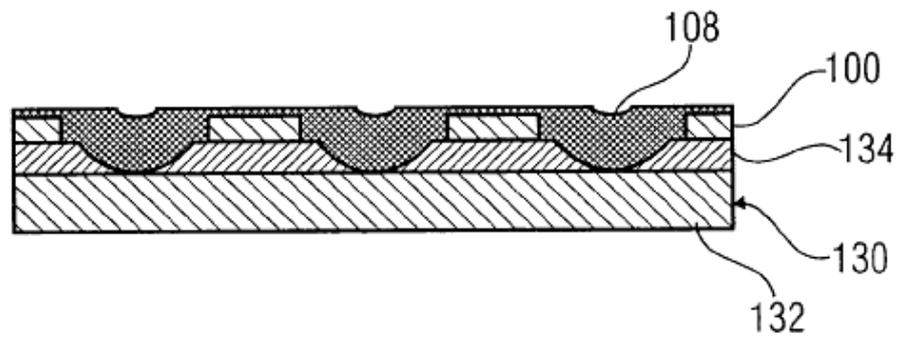


FIG 6C

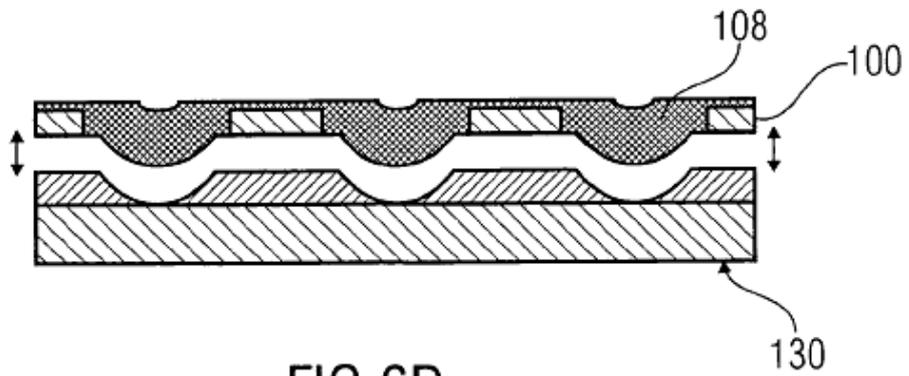


FIG 6D

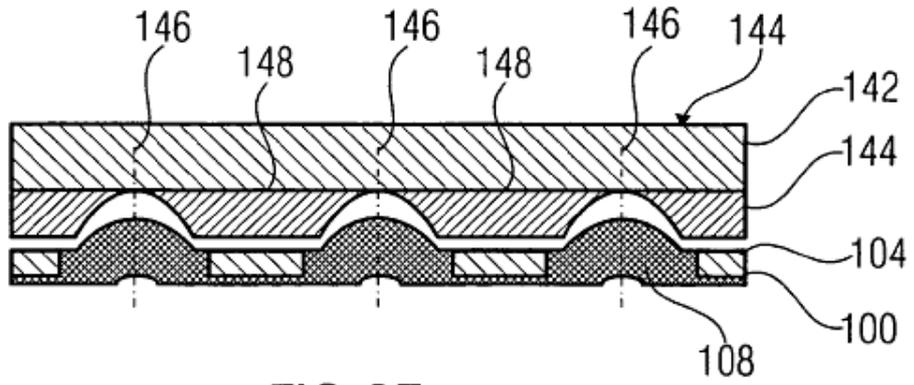


FIG 6E

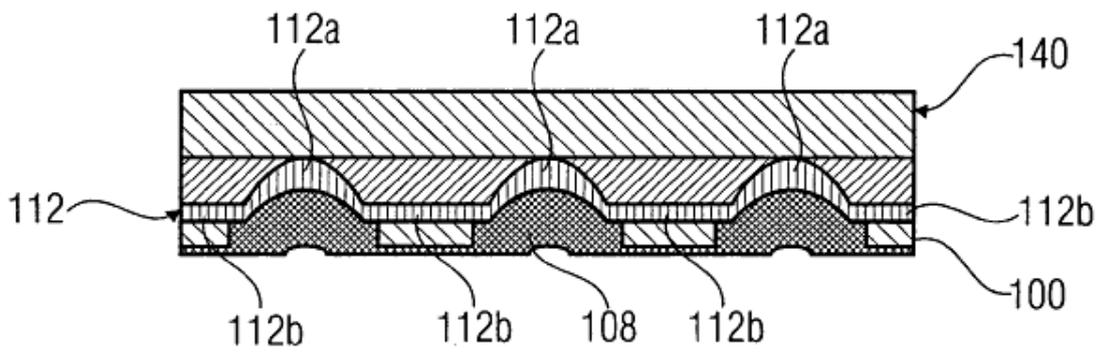


FIG 6F

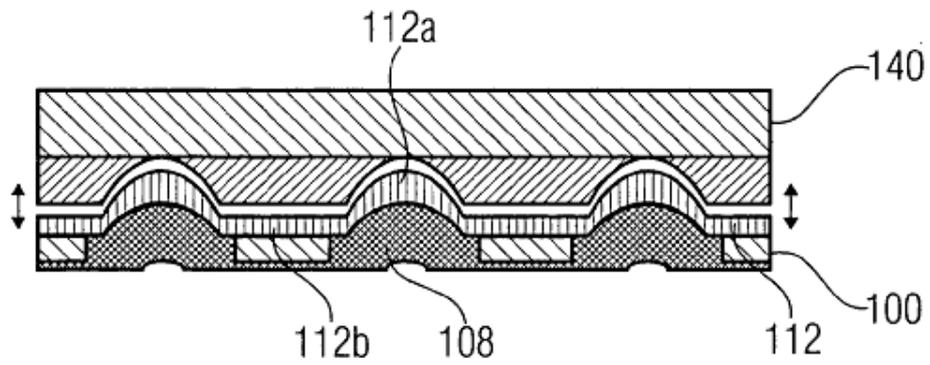


FIG 6G

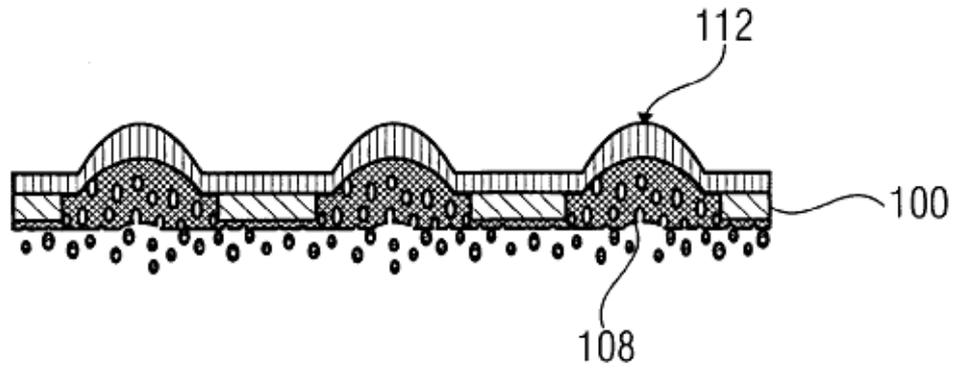


FIG 6H

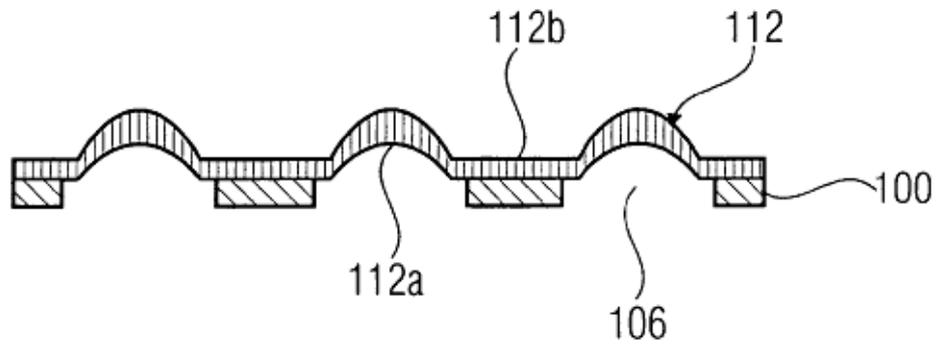


FIG 6I

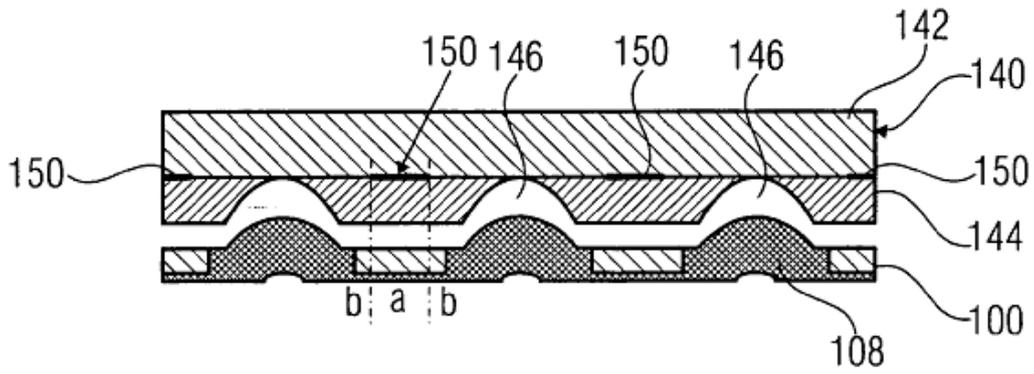


FIG 7A

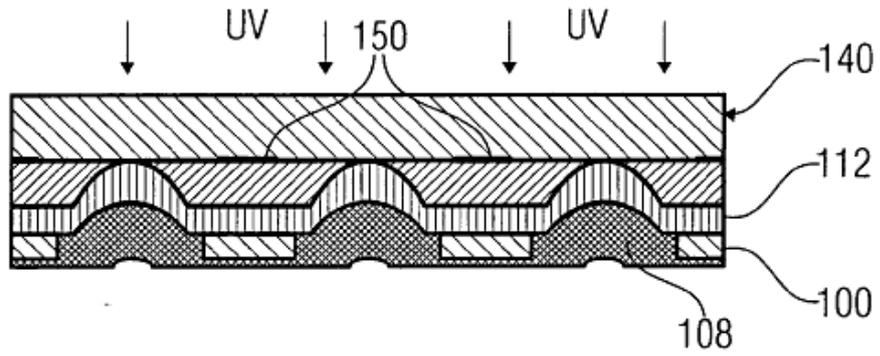


FIG 7B

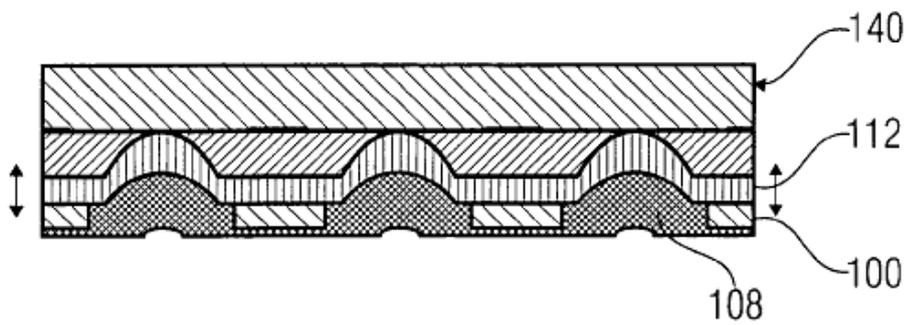


FIG 7C

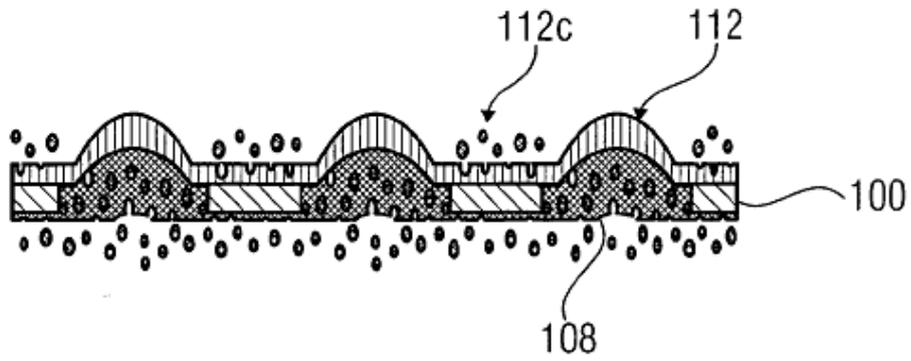


FIG 7D

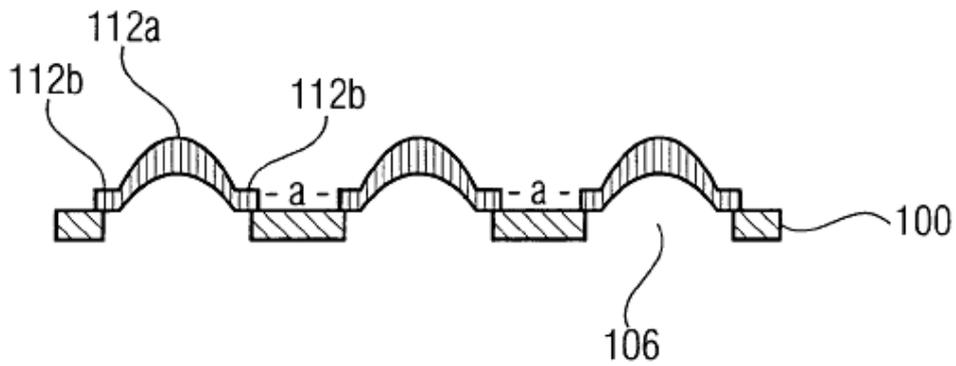


FIG 7E

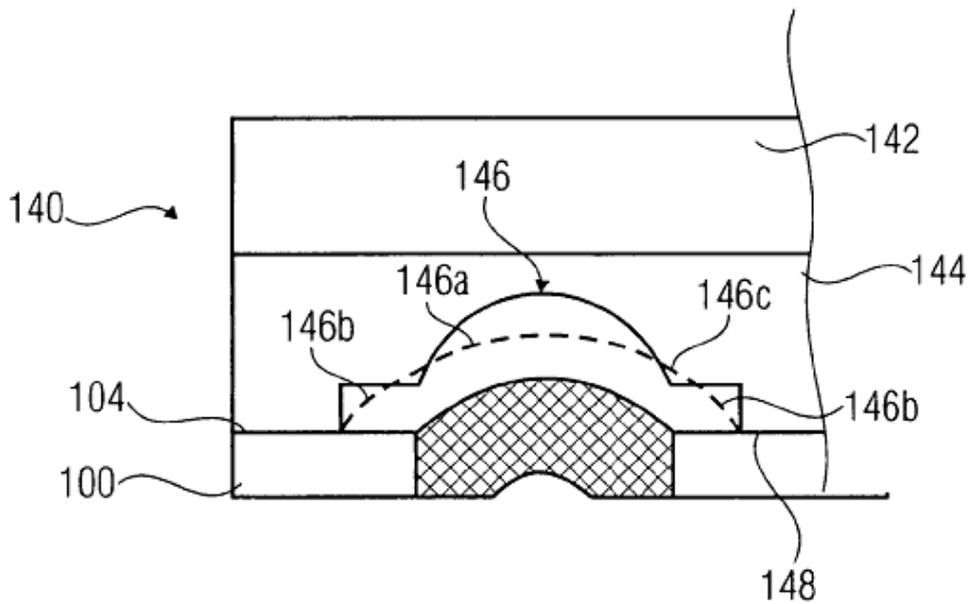


FIG 7F

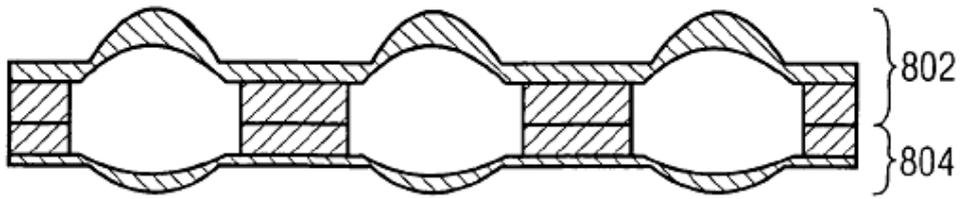


FIG 8A

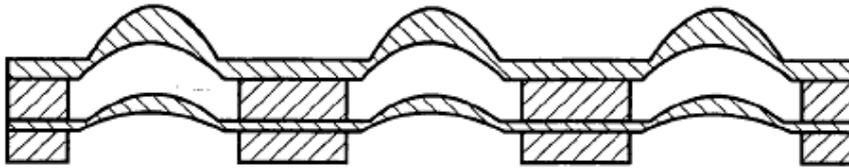


FIG 8B

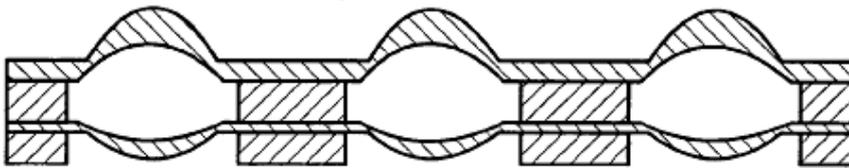


FIG 8C



FIG 8D



FIG 8E



FIG 8F

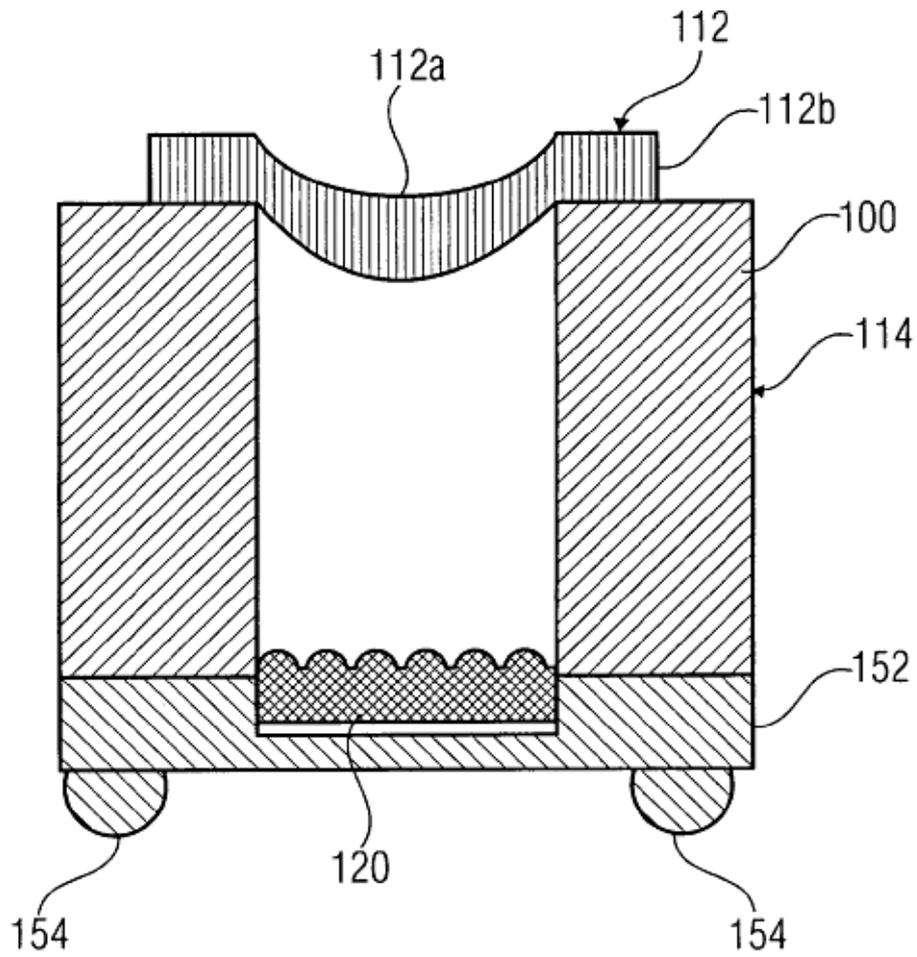


FIG 9

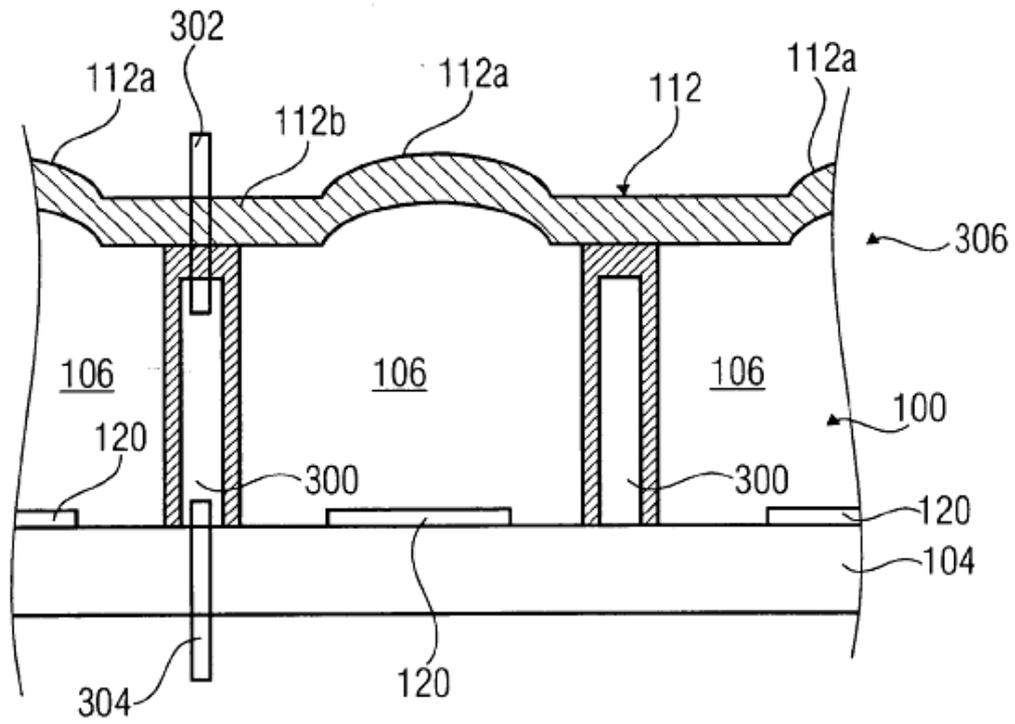


FIG 10A

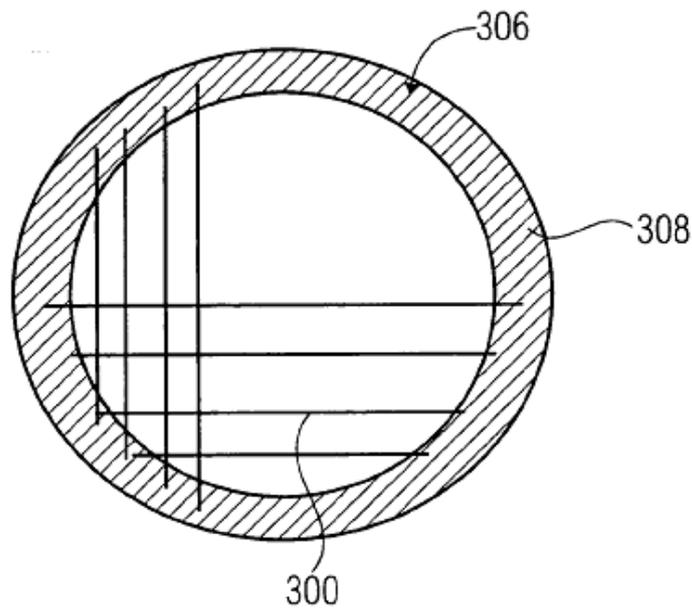


FIG 10B