



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 328 699**

51 Int. Cl.:
B29D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04804464 .8**

96 Fecha de presentación : **30.12.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1701838**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.09.2006**

54 Título: **Procedimiento para fabricar una lente óptica revestida libre de líneas de afinado visibles.**

30 Prioridad: **31.12.2003 US 750145**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.11.2009

73 Titular/es: **ESSILOR INTERNATIONAL COMPAGNIE
GENERALE D'OPTIQUE
147, rue de Paris
94227 Charenton Cédex, FR**

72 Inventor/es: **Jiang, Peiqi;
Weber, Steven y
Adileh, Fadi, O.**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 328 699 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

Procedimiento para fabricar una lente óptica revestida libre de líneas de afinado visibles.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar un artículo óptico revestido, en particular a una lente oftálmica, una pieza en bruto de lente o un molde de lente, libre de líneas de afinado visibles, y, en particular, para formar directamente un revestimiento funcional, tal como un revestimiento duro antiabrasión, sobre una cara principal
10 afinada pero sin pulir de un artículo óptico, de modo que no haya líneas de afinado visibles cuando la pieza en bruto de la lente revestida se ilumina con una lámpara de arco. Este procedimiento puede designarse como “procedimiento de revestimiento por prensado”.

Las caras principales de una pieza en bruto de lente oftálmica, tal como una pieza en bruto de lente realizada en un material plástico transparente, son sometidas clásicamente a un tratamiento mecánico de su superficie.

Este tratamiento mecánico comprende un grupo de operaciones que conducen a la producción de una pieza en bruto de lente cuyas caras principales estén perfectamente pulidas y tengan las curvaturas (potencias ópticas) deseadas.

El tratamiento mecánico comprende típicamente tres etapas sucesivas: amolado, amolado fino (denominado también afinado) y pulido.

El amolado es una etapa de procesamiento mecánico destinada a crear la curvatura en la cara de la pieza en bruto de la lente.

El amolado fino (afinado), realizado después del amolado, cambia además la geometría de la cara tratada de la pieza en bruto de la lente, pero puede llevar a una pieza en bruto de lente translúcida cuya cara tratada muestra todavía una aspereza superficial significativa. Típicamente, la R_q de la cara afinada está por encima de $0,01\ \mu\text{m}$ y, preferentemente, va de $0,05$ a $1,5\ \mu\text{m}$, más preferentemente de $0,1$ a $1,0\ \mu\text{m}$.

Finalmente, el pulido, una etapa de procesamiento mecánico relativamente largo, que no cambia la geometría de la cara tratada, elimina la aspereza en lo posible para proporcionar la pieza en bruto de lente transparente final. Típicamente, la aspereza superficial R_q de la cara pulida de la pieza en bruto de lente es inferior a $0,01\ \mu\text{m}$ y preferentemente fluctúa aproximadamente $0,005\ \mu\text{m}$.

Después del tratamiento mecánico, los revestimientos funcionales, tales como el revestimiento imprimador, el revestimiento resistente al impacto, el revestimiento duro antiabrasión, el revestimiento antirreflectante y el revestimiento superior, se depositan clásicamente sobre la cara principal mecánicamente tratada de la pieza en bruto de la lente.

Por tanto, evitar la incómoda etapa de pulido de la cara principal de la pieza en bruto de la lente antes de formar un revestimiento funcional sobre la cara principal de la pieza en bruto de la lente sería una ventaja definitiva para la economía y el medioambiente.

La patente US n° 4.417.790 y la solicitud de patente internacional WO 01/67139 describen un revestimiento por centrifugación o inmersión de una cara principal afinada, pero sin pulir de una lente. El espesor del revestimiento es por lo menos más de 10 veces mayor que la aspereza superficial de la cara principal afinada y, en la solicitud WO 01/67139, la diferencia de valor de los índices de refracción entre el material de la lente y el material de revestimiento deberá ser menor de 0,01. Aunque la lente con revestimiento resultante resulta ser transparente utilizando tal espesor del revestimiento o tal coincidencia de los índices de refracción, las líneas de afinado en la cara principal de la lente, es decir, las líneas resultantes de la etapa de procesamiento de amolado fino, permanecen visibles, en particular cuando se ilumina la lente revestida por una lámpara de arco.

La patente US n° 6.562.466 describe un procedimiento para transferir un revestimiento a una cara principal de una pieza en bruto de lente, que comprende depositar una cantidad requerida de una cola curable sobre una cara principal de una pieza en bruto de lente, poner en contacto un revestimiento soportado por un soporte flexible con la cola curable, aplicar una presión al soporte flexible para extender la cola y formar una capa uniforme de cola sobre la cara principal de la lente, curar la cola y retirar el soporte, con lo que se recupera una pieza en bruto de lente que tiene el revestimiento que se adhiere a la cara principal de la pieza en bruto de lente.

Aunque pueden obtenerse piezas en bruto de lente revestidas libres de líneas de afinado visibles con el procedimiento de transferencia de revestimiento anterior, el espesor del revestimiento final, incluyendo la capa de cola curada y el revestimiento transferido, es típicamente de $25\ \mu\text{m}$ o más y el revestimiento transferido comprende varias capas de diferente química.

La solicitante ha encontrado ahora que es posible fabricar un artículo óptico revestido, especialmente una pieza en bruto de lente, libre de líneas de afinado visibles en el que la cara principal revestida del artículo se ha sometido meramente a un amolado fino, pero no se ha pulido, aunque el revestimiento es un revestimiento delgado, por ejemplo

ES 2 328 699 T3

tiene un espesor de $10\text{ }\mu\text{m}$ o menos, y/o la diferencia de los índices de refracción entre el revestimiento y el artículo, en particular una pieza en bruto de lente, es alta, por ejemplo de hasta 0,05, incluso 0,1 o más.

Otro revestimiento clásico por centrifugación, inmersión o flujo no puede llevar a un artículo libre de líneas de afinado visibles cuando el artículo es iluminado por una lámpara de arco.

Sumario de la invención

Un objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento para fabricar un artículo óptico libre de líneas de afinado visibles, en el que el revestimiento se forma directamente sobre una superficie principal del artículo afinada pero sin pulir.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un procedimiento como se define anteriormente en el que el revestimiento tiene un espesor de $50\text{ }\mu\text{m}$ o menos.

Asimismo, un objetivo adicional de la invención es proporcionar un procedimiento como se define anteriormente en el que la diferencia en los valores de índice de refracción entre el revestimiento y la pieza en bruto de la lente puede ser de hasta 0,1 y más.

De acuerdo con los objetivos anteriores y los que se mencionarán y se pondrán de manifiesto a continuación, el procedimiento para fabricar un artículo óptico revestido libre de líneas de afinado visibles según la invención comprende:

- (i) proporcionar un artículo óptico con por lo menos una cara principal geométricamente definida afinada, pero no pulida;
- (ii) proporcionar una parte de molde con una superficie interna y una superficie externa;
- (iii) depositar sobre dicha cara principal de dicho artículo óptico o sobre la superficie interna de la parte de molde una cantidad requerida de una composición de revestimiento curable líquida;
- (iv) mover el artículo óptico y la parte de molde uno con relación a otra para poner la composición de revestimiento en contacto con la cara principal del artículo óptico o en contacto con la superficie interna de la parte de molde;
- (v) aplicar presión a la parte de molde para extender la composición de revestimiento curable líquida sobre dicha cara principal y formar una capa uniforme de la composición de revestimiento líquida sobre la cara principal;
- (vi) curar la capa de composición de revestimiento líquida;
- (vii) retirar la parte de molde; y
- (viii) recuperar un artículo óptico revestido libre de líneas de afinado visibles. Preferentemente, la presión se mantiene durante la etapa de curado.

Por una cantidad requerida de composición de revestimiento curable líquida se quiere significar por lo menos una cantidad suficiente para formar un revestimiento final que cubra el área superficial completa de la cara principal a revestir.

La siguiente descripción se hará con referencia, en la mayoría de los casos, a una pieza en bruto de lente.

La pieza en bruto de lente para uso en el procedimiento actual puede hacerse de cualquier material plástico transparente utilizado típicamente para fabricar lentes ópticas y, en particular, lentes oftálmicas. Entre los materiales de plásticos preferidos pueden citarse bis-alilcarbonato de dietilenglicol (tal como CR 39® de PPG INDUSTRIES), policarbonatos (PC), poliuretanos, politiouretanos, poli(met)acrilatos y polímeros y copolímeros basados en poliepisulfuro.

El material plástico puede contener opcionalmente uno o más materiales fotocromáticos. Asimismo, el material de la pieza en bruto de lente puede estar tintado.

Se ha afinado, pero no pulido, por lo menos una cara principal de la pieza en bruto de lente a revestir utilizando el procedimiento de la invención. Típicamente, tal cara principal afinada, pero no pulido tendrá una R_q de 0,05 a $1,5\text{ }\mu\text{m}$, preferentemente de 0,1 a $1,0\text{ }\mu\text{m}$. Cuando la pieza en bruto de lente se hace de un polímero de bis-alilcarbonato de dietilenglicol, la aspereza superficial R_q de la cara principal afinada, pero no pulido es generalmente de aproximadamente $1,0\text{ }\mu\text{m}$, mientras que, cuando la pieza en bruto de lente está realizada en policarbonato, la aspereza superficial de la cara principal afinada, pero no pulida es generalmente de aproximadamente $0,5\text{ }\mu\text{m}$.

ES 2 328 699 T3

La pieza en bruto de lente y, en general, cualquier artículo que pueda ser tratado por el procedimiento de la invención puede ser también una pieza en bruto de lente afinada, pero no pulida que haya sido previamente revestida por procedimientos de revestimiento convencionales tales como revestimiento por centrifugación, revestimiento por flujo y revestimiento por pulverización.

En efecto, como se explica previamente, tal procedimiento de revestimiento convencional no es capaz de suprimir las líneas de afinado visibles por iluminación con una lámpara de arco.

El procedimiento de la invención se preferirá particularmente para lentes que se hayan revestido, utilizando procedimientos convencionales, con una película de revestimiento delgada de menos de $5\text{ }\mu\text{m}$, preferentemente de menos de $2\text{ }\mu\text{m}$.

Preferentemente, el procedimiento de la invención se utiliza para revestir piezas en bruto de lentes afinadas, pero sin pulir.

La pieza en bruto de lente puede ser una lente con una o ambas caras principales recubiertas o moldeadas a la geometría requerida (una lente con sólo una de sus caras principales o moldeada a la geometría requerida se denomina lente semiacabada).

Preferentemente, la pieza en bruto de lente tiene una primera cara que confiere potencia progresiva y una segunda cara que confiere potencia no progresiva, pero de forma esférica o tórica, sobre la cual se realiza preferentemente la aplicación del revestimiento según el procedimiento de la invención. Preferentemente, la cara progresiva es la cara frontal de la pieza en bruto. Sin embargo, si la cara progresiva está en la cara trasera de la lente o de la pieza en bruto de lente, es posible aplicar el revestimiento sobre la cara trasera utilizando el procedimiento de la invención.

La pieza en bruto de la lente puede ser también una lente semiacabada en la que una cara de la lente, preferentemente la cara frontal de la lente, se haya tratado previamente con un revestimiento apropiado (revestimiento antirreflectante, revestimiento duro, etc.) y la cara restante de la lente, preferentemente la cara trasera, se revista utilizando el procedimiento de la invención. La pieza en bruto de la lente puede ser una lente polarizada.

La pieza en bruto de la lente puede ser tratada previamente antes de aplicar el procedimiento de la invención.

El tratamiento previo puede ser físico, por ejemplo un tratamiento con plasma, o químico, por ejemplo un tratamiento con disolvente o un tratamiento con NaOH.

Preferentemente, la cara principal revestida afinada y sin pulir de la pieza en bruto de lente es la cara principal cóncava trasera de la lente.

Sin embargo, la cara principal convexa frontal o ambas caras principales de la pieza en bruto de la lente pueden estar afinadas y sin pulir y pueden ser revestidas directamente utilizando el procedimiento de la invención.

La composición de revestimiento curable líquida puede ser cualquier composición de revestimiento curable líquida bien conocida utilizada para formar revestimientos funcionales en el campo de las lentes ópticas, tal como en particular composiciones de revestimiento imprimadoras particulares (que mejoran la adhesión de un revestimiento subsiguiente a la pieza en bruto de lente), composiciones de revestimiento resistentes al impacto y composiciones de revestimiento duras antiabrasivas.

Composiciones de revestimiento resistentes al impacto e imprimadoras son composiciones de látex de poliuretano o de látex acrílico.

Las composiciones de revestimiento duro antiabrasión preferidas comprenden un hidrolizado de uno o más exposilanos y una o más cargas inorgánicas, tal como sílice coloidal.

Las composiciones de revestimiento curables líquidas pueden curarse térmicamente o por medio de irradiación luminosa, en particular irradiación UV o ambas. Preferentemente, las composiciones de revestimiento curables líquidas son composiciones de revestimiento curables por UV y, en particular, composiciones de revestimiento duro antiabrasión curables por UV.

Después de la aplicación y curado de la composición de revestimiento según el procedimiento de la invención, el revestimiento curado resultante tiene generalmente un espesor que va de $1\text{ a }50\text{ }\mu\text{m}$, preferentemente de $1\text{ a }25\text{ }\mu\text{m}$ y más preferentemente de $1\text{ a }10\text{ }\mu\text{m}$, siendo típicamente de aproximadamente $5\text{ }\mu\text{m}$.

Preferentemente, la R_q de la cara revestida del artículo óptico está por debajo de $0,01\text{ }\mu\text{m}$.

La composición de revestimiento curable líquida se deposita preferentemente sobre la cara principal afinada y sin pulir de la pieza en bruto de lente en forma de una gota en el centro de la cara o de varias gotas en diferentes puntos de la cara principal.

ES 2 328 699 T3

La cantidad de composición de revestimiento curable líquida debe ser suficiente para rellenar por lo menos los surcos de la aspereza superficial y formar una capa uniforme en el área superficial completa de la cara principal.

La parte de molde puede ser rígida y su cara interna replica a la inversa dicha cara principal del artículo óptico.

La parte de molde puede ser flexible y su cara interna replica a la inversa dicha cara principal del artículo óptico bajo la presión aplicada en la etapa (v).

La parte de molde flexible de presurización puede ser una oblea flexible, preferentemente con una curvatura de base mayor que la curvatura de la pieza en bruto de lente afinada y sin pulir a revestir, especialmente cuando el lado trasero de la pieza en bruto de lente ha de ser revestido.

En esta solicitud de patente, cuando se hace referencia a la curvatura de base de la parte de molde, se quiere significar la curvatura de base de la superficie de trabajo de la parte de molde, es decir, la superficie que lleva los revestimientos a transferir a la lente o a la pieza en bruto de lente.

De la misma manera, la curvatura de base de la lente o de la pieza en bruto de la lente significa la curvatura de base de la superficie a la que van a transferirse los revestimientos desde la parte de molde anteriormente citada.

En esta solicitud, la curvatura de base tiene la siguiente definición: para una superficie esférica que tenga un radio de curvatura R , la curvatura de base (o base) = $530/R$ (R en mm).

Tal definición es bastante clásica en la materia.

Para una superficie tórica, hay dos radios de curvatura, y se calculan, según la fórmula anterior, dos curvaturas de base BR , Br con $BR < Br$.

La oblea flexible puede estar realizada en cualquier material apropiado, preferentemente de un material plástico flexible, especialmente un material termoplástico y, en particular, policarbonato.

La superficie de trabajo de la oblea flexible, es decir, la superficie de la oblea en contacto con la composición de revestimiento curable líquida, puede tener un relieve organizado según un patrón; en otras palabras, puede estar microestructurada y puede conferir a la lente final una superficie óptica que tenga las propiedades impartidas por la microestructura (por ejemplo, propiedades antirreflectantes).

En el documento WO99/29494 se describen diferentes técnicas para obtener una parte de molde microestructurada.

Cuando se utiliza esta oblea flexible, sólo es necesario dotar a la oblea con una superficie cuya geometría se adapte a la forma general de la superficie óptica de la pieza en bruto de lente sobre la que tiene que aplicarse el revestimiento, sea una forma cóncava o una forma convexa, pero no es necesario que esta superficie se corresponda estrictamente con la geometría de la superficie de la pieza en bruto de lente a revestir. Así, puede usarse la misma oblea flexible para aplicar revestimientos sobre piezas en bruto de lente que tengan superficies de diferentes geometrías específicas. En general, la oblea flexible tiene dos superficies principales paralelas y, en consecuencia, tiene un espesor uniforme.

Las obleas flexibles tienen típicamente un espesor comprendido entre 0,2 y 5 mm, preferentemente de 0,3 a 5 mm. Más preferentemente, la oblea flexible está realizada en policarbonato y, en este caso, el espesor es de 0,5 a 1 mm.

Preferentemente, las obleas flexibles son transparentes a la luz, en particular a la luz UV, permitiendo así el curado por UV de la composición de revestimiento.

Según la invención, se ejerce una presión sobre la superficie externa de la oblea (es decir, la superficie de la oblea que no está en contacto con la composición de revestimiento) y se la mantiene preferentemente sustancialmente por lo menos hasta la gelificación de la composición. El mantenimiento de la presión puede efectuarse por el uso de una membrana inflable colocada sobre la superficie externa de la oblea.

La presión aplicada va usualmente de 10 a 350 kPa (3,5 kgf/cm²) y, preferentemente, de 30 a 150 kPa, incluso mejor de 30 a 100 kPa.

Como se ha mencionado previamente, la presurización de la oblea flexible puede efectuarse utilizando una membrana inflable.

La membrana inflable puede hacerse de cualquier material elastomérico que pueda deformarse suficientemente por presurización con fluido apropiado para empujar la oblea flexible contra la lente o la pieza en bruto de la lente de conformidad con la geometría de la superficie de la lente o de la pieza en bruto de la lente.

Típicamente, la membrana inflable tiene un espesor que va de 0,50 mm a 5,0 mm y un alargamiento de 100 a 800%, así como un durómetro de 10 a 100 Shore A.

Si la composición de revestimiento se cura térmicamente, entonces se seleccionará el material de la membrana inflable para que soporte la temperatura de curado.

Si la composición de revestimiento se cura por UV, a continuación se seleccionará el material transparente, por ejemplo un caucho de silicona transparente u otros cauchos o látex transparentes: la luz UV se irradia preferentemente desde el lado de la parte de molde.

La presión aplicada a la parte de molde por la membrana inflable va típicamente de 10 kPa a 150 kPa y dependerá de la lente o de la pieza en bruto de la lente y de los tamaños y curvaturas de la oblea flexible. Por supuesto, la presión necesita mantenerse sobre la oblea flexible y la lente o la pieza en bruto de la lente hasta que la composición de revestimiento esté suficientemente curada, de modo que se obtenga suficiente adhesión del revestimiento a la lente o la pieza en bruto de la lente.

La parte flexible del procedimiento de la invención puede ser la propia membrana inflable descrita anteriormente, en particular una membrana inflable de un aparato acumulador de aire. En ese caso, por supuesto, no se utiliza una oblea flexible.

Con la membrana inflable se utilizan presiones similares a las de una oblea flexible.

La oblea o la membrana inflable pueden revestirse previamente, por ejemplo con un revestimiento de liberación, a fin de que presenten una buena superficie óptica para mantener la calidad de grado óptico de la pieza en bruto de lente revestida.

Al igual que la oblea flexible, la membrana inflable puede comprender en su superficie que hace contacto con la composición de revestimiento una microestructura o patrón que se duplicará en el revestimiento de la pieza en bruto de lente durante el procedimiento de revestimiento.

Las piezas en blanco de lente revestidas finales obtenidas por el procedimiento de la invención tienen muy buena calidad óptica y no tienen líneas de afinado visibles bajo la iluminación de una lámpara de arco.

Breve descripción de los dibujos

Los anteriores y otros objetivos, características y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto para los expertos en la materia a partir de una lectura de la descripción detallada siguiente cuando se la considere junto con los dibujos adjuntos, en los que:

- las figuras 1A y 1B son unas vistas esquemáticas de las etapas principales de una primera realización del procedimiento de la invención para formar un revestimiento sobre la cara principal afinada, pero sin pulir de una pieza en bruto de lente, que utiliza una oblea flexible como la parte flexible; y

- las figuras 2A y 2B son unas vistas esquemáticas de las etapas principales de una segunda realización del procedimiento de la invención que utiliza directamente la membrana inflable de un aparato acumulador de aire como la parte flexible.

Descripción detallada de la forma de realización preferida

Las figuras 1A y 1B son unas vistas esquemáticas de una realización del procedimiento de la invención en el que el revestimiento se realiza a través de una oblea flexible empujada contra la cara principal afinada y sin pulir de la pieza en bruto de lente utilizando un aparato de membrana inflable.

La figura 1A muestra la pieza en bruto de lente 1, la oblea flexible 4 y la membrana inflable 14 antes de la presurización e inflado de la membrana, mientras que la figura 1B muestra lo mismo después de la presurización e inflado de la membrana 14.

Aunque la siguiente descripción se hará en conexión con el curado por UV de la composición de revestimiento líquida, pueden utilizarse aparatos y procedimientos similares con una composición de revestimiento térmicamente curable.

Haciendo referencia a la figura 1A, una pieza en bruto de lente 1, por ejemplo una pieza en bruto de lente tórica, es colocada en un soporte 2 de pieza en bruto de lente con su cara principal 1a geométricamente definida afinada, pero sin pulir mirando hacia fuera.

Una gota de composición de revestimiento líquida 3 curable por UV es depositada en el centro de la cara principal 1a geométricamente definida de la pieza en bruto de lente 1.

Una oblea flexible delgada 4, por ejemplo una oblea esférica, es colocada sobre la composición de revestimiento.

Todo el conjunto se coloca después delante de la membrana 14 de un aparato de membrana inflable 10.

ES 2 328 699 T3

El aparato de membrana inflable 10 comprende un acumulador de fluido 11, por ejemplo un acumulador de aire, provisto de una lumbrera de fluido 12, por ejemplo una lumbrera de aire, conectada a una fuente de fluido presurizado (no representada) para introducir fluido presurizado dentro del acumulador y evacuar también fluido presurizado del acumulador. La cara superior del acumulador 10 comprende una porción 13 transparente a la luz, por ejemplo una porción de vidrio de cuarzo transparente a UV, mientras que la cara inferior del acumulador 10 comprende una membrana inflable transparente 14 en coincidencia con el vidrio de cuarzo transparente 13.

Como se muestra en la figura 1A, el aparato 10 comprende asimismo unos medios de guiado 15 para guiar lateralmente la membrana inflable 14 durante el inflado de la misma. Más específicamente, estos medios de guiado comprenden una parte troncocónica o embudo 15 que sobresale hacia fuera desde la cara inferior del acumulador 10 y cuya base mayor es obturada por la membrana inflable 14 y cuya base menor es una abertura circular que tiene un diámetro por lo menos igual al diámetro de base de la oblea flexible 4, pero preferentemente ligeramente mayor (hasta 5 mm mayor).

Típicamente, la altura del embudo irá de 10 a 50 mm, preferentemente de 10 a 25 mm, y tendrá un estrechamiento de 10 a 90°, preferentemente de 30 a 50°.

Finalmente, una fuente de luz, por ejemplo una fuente de luz UV 16, está situada detrás del acumulador 10 enfrente de la placa de cuarzo transparente 13.

En general, el conjunto que comprende el soporte 2 de la pieza en bruto de lente, la pieza en bruto de lente 1, la gota 3 de composición de revestimiento y la oblea flexible 4 está situado de modo que el reborde de la oblea flexible 4 esté dentro del plano del reborde de la abertura de base más pequeña del embudo 15 o separado del mismo por una distancia de hasta 50 mm, preferentemente hasta 20 mm.

Como se muestra en la figura 1B, un fluido presurizado, tal como aire presurizado, se introduce en el acumulador 11 desde una fuente externa (no representada) a través de la entrada 12. El aumento de presión dentro del acumulador infla la membrana inflable 14 y, gracias a los medios de guiado de membrana 15, la membrana 14 empuja uniformemente la oblea flexible 4 contra la pieza en bruto 1 de lente mientras extiende uniformemente la composición de revestimiento 3.

La composición de revestimiento se cura a continuación con UV.

Después de la finalización de la etapa de curado, la pieza en bruto 1 de lente se desmonta del soporte 2 y se retira la oblea flexible 4 para recuperar una pieza en bruto 1 de lente cuya superficie geoméricamente definida 1a está provista de un revestimiento.

Por supuesto, en caso de un procedimiento de curado térmico, no son necesarias la fuente de luz ni la porción transparente de la cara superior del acumulador.

Asimismo, en este caso, la membrana inflable no necesita ser transparente. Por lo demás, el aparato sigue siendo el mismo.

Las figuras 2A y 2B son unas vistas esquemáticas de otra realización del procedimiento en el que la membrana inflable 14 del aparato 10 se utiliza directamente como la parte flexible para extender uniformemente la composición de revestimiento 3 líquida curable con UV sobre la cara principal 1a afinada pero sin pulir de la pieza en bruto 1 de lente.

Por lo demás, el procedimiento de revestimiento continúa de una manera similar a la descrita en conexión con las figuras 1A y 1B.

En la descripción y los ejemplos siguientes, la aspereza superficial S_q de la cara principal afinada, pero sin pulir de la pieza en bruto de lente es como sigue:

S_q : media cuadrática de las desviaciones respecto de la media

$$S_q = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M z_{xy}^2}$$

Calcula el valor eficaz para las amplitudes de las superficies (RMS). Este parámetro se incluye en el informe EUR 15178 EN (Comisión de las Comunidades Europeas) Stout et Al 1993: El desarrollo de métodos para la caracterización de la aspereza en tres dimensiones.

La aspereza (S_q) se mide por medio del P-10 Long Scan de KLA-Tencor.

ES 2 328 699 T3

La condición de medición estaba representada por una punta de menos de $2\text{ }\mu\text{m}$, 1 mg de fuerza, 10 exploraciones, $500\text{ }\mu\text{m}$ de longitud y 2000 puntos de datos.

En la descripción y los siguientes ejemplos,

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (Z_n)^2}$$

R_q se determina como sigue:

Se utiliza ventajosamente un perfilómetro/sistema de medición de aspereza TAYLOR HOBSON FTS (Form Taly-surf Serie 2) para determinar la altura de perfil R_q de valor eficaz ($2DR_q$) de la superficie (denominada también anteriormente aspereza R_q).

El sistema incluye una cabeza de láser (referencia de producto 112/2033-541, por ejemplo) y un palpador de 70 mm de largo (referencia de producto 112/1836) con una cabeza esférica/cónica de 2 mm de radio.

El sistema mide un perfil bidimensional en el plano de sección elegido para obtener una curva $Z = f(x)$. En este ejemplo, el perfil se adquiere sobre una distancia de 20 mm.

Pueden extraerse de este perfil diversas características de la superficie, en particular su forma, ondulación y aspereza.

En consecuencia, para determinar la R_q , el perfil se somete a dos procedimientos diferentes, a saber, la extracción de la forma y el filtrado que corresponde a una extracción de línea media.

Las diversas etapas para determinar un parámetro R_q de esta clase son como sigue:

- adquisición del perfil $Z = f(x)$,
- extracción de forma,
- filtrado (extracción de línea media), y
- determinación del parámetro R_q .

La etapa de adquisición del perfil consiste en mover el estilite del sistema antes mencionado sobre la superficie de la lente en cuestión para almacenar las altitudes Z de la superficie en función del desplazamiento x .

En la etapa de extracción de forma, el perfil obtenido en la etapa previa se relaciona con una esfera ideal, es decir, una esfera con diferencias mínimas de perfil con relación a esa esfera. El modo elegido en la presente memoria es el modo de arco LS (óptima extracción de arco circular).

Esto proporciona una curva representativa de las características del perfil de la superficie en términos de ondulación y aspereza.

La etapa de filtrado retiene sólo defectos que corresponden a ciertas longitudes de onda. En este ejemplo, el objetivo es excluir ondulaciones, una forma de defecto con longitudes de onda mayores que las longitudes de onda de defectos debidos a la aspereza. Aquí, el filtro es del tipo gaussiano y el corte utilizado es de 0,25 mm.

R_q se determina a partir de la curva obtenida utilizando la siguiente ecuación:

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (Z_n)^2}$$

en la que Z_n es, para cada punto, la diferencia algebraica Z con relación a la línea media calculada durante el filtrado.

ES 2 328 699 T3

El procedimiento de amolado y afinado utilizado en los ejemplos es un amolado V-95 seguido por un afinado con una almohadilla de 15 μm (de 3M).

- V-95 es una máquina de amolado controlada por ordenador de la empresa LOH con una cuchilla de disco 3D. El tiempo de amolado es de aproximadamente 1 a 2 minutos;
- La turbidez se ha medido por medio de Haze-Gard Plus fabricado por BYK Gardner;
- La inspección con una lámpara de arco se lleva a cabo utilizando una lámpara BT X 75/LIS // fabricada por Bulbtronics Inc. la luz de la lámpara interior es dirigida hacia la lente y la luz reflejada es proyectada sobre una pantalla. La imagen de la lente en la pantalla es inspeccionada visualmente con el fin de ver si hay líneas de afinado.

Ejemplo 1

Se generó por medio de V-95 una lente SF semiacabada realizada en polímero de bis-alilcarbonato de dietilenglicol (CR-39®) y se la afinó sin pulido con una almohadilla de 15 μm hasta obtener una lente de potencia -1,25 (base de 5,0 de curvatura trasera, diámetro de 70 mm). El procedimiento de afinado se realizó con una máquina de afinado LOH Toro-X-S/SL utilizando una almohadilla de 15 μm fabricada por 3M. El tiempo de afinado es de aproximadamente 1 a 2 minutos. La lente se lavó después con agua y jabón y se cubrió con un revestimiento resistente a la abrasión por medio del procedimiento de la invención utilizando una oblea flexible delgada y el aparato de membrana inflable descrito en conexión con las figuras.

Se depositan 5 gotas de composición de revestimiento líquida (0,12 g en total) sobre la cara principal afinada de la lente. La oblea flexible delgada se coloca cuidadosamente sobre las gotas de la composición de revestimiento líquida.

El conjunto resultante se coloca después enfrente de la membrana inflable del acumulador de aire y se introduce aire hasta una presión de 84 kPa (12 Psi), de modo que la composición de revestimiento líquida se extienda en la cara principal afinada completa de la lente.

La composición de revestimiento se cura a continuación con UV durante 30 segundos utilizando una lámpara de UV con alta intensidad de 145 mW/cm² y una longitud de onda de 330 a 490 nm. Después de la separación, se obtiene una capa de revestimiento transparente sobre la lente sin ninguna línea de afinado visible por iluminación con una lámpara de arco.

Composición de revestimiento líquida curable por UV, en % de peso

- UVR-6110 (carboxilato de 3,4-epoxi-ciclohexil-metil-3,4-epoxi-ciclohexano)	13
- GE 21 (eter diglicídico de 1,4-butanodiol)	30,29
- HDODA (diacrilato de hexanodiol)	10,85
- SR-399 (pentaacrilato de dipentaeritritol)	30,36
- SR 230 (diacrilato de dietilenglicol)	7,01
- IBOA (acrilato de isobomilo)	2,29
- UVI 6974 (fotoiniciador catiónico)	5,25
- IRGACURE 500 (iniciador de radicales libres)	0,82
- SLF-18 (agente tensioactivo con base de hidrocarburo)	0,1

Oblea flexible

Una oblea realizada en policarbonato con una forma planoesférica de 0,6 mm de grosor, teniendo una curva de base de 5,50 y un diámetro de 68 mm. La oblea se hace por moldeo por inyección y se la reviste previamente con una solución de revestimiento de liberación y de protección.

ES 2 328 699 T3

Ejemplo 2

Se reproduce el ejemplo 1 excepto que se usa una composición de revestimiento líquida de índice de refracción.

5 Esta composición líquida tiene la siguiente formulación, en % de peso:

-	EPON 228 (resina epoxi de bisfenol A)	60
-	GE 21 (eter diglicidílico de 1,4-butanodiol)	40
-	IRGACURE 552 (fotoiniciador)	4 ppc
-	ITX (sensibilizador)	0,2 ppc

20 Ejemplo comparativo 1

Se reproduce el ejemplo 1 excepto que se usa un procedimiento de revestimiento por centrifugación y el curado se realiza por medio de un transportador UV con la misma solución de revestimiento. Los resultados mostraron que incluso una capa de revestimiento más gruesa sobre una lente de afinado (60 x Rq de aspereza superficial) obtenida por centrifugación no podría cubrir la marca de afinado. El revestimiento por centrifugación se realizó por medio del Headway Spin Coat y la velocidad de centrifugación fue de 600 rpm durante 12 segundos y 2000 rpm durante 4 segundos. A continuación, se efectuó el curado utilizando un transportador Fusion UV con una bombilla de 9 mm H, 692 mW/cm² a 350 nm.

30 Ejemplo comparativo 2

Se reproduce el ejemplo 1 excepto que se usa una solución de revestimiento de alto índice (). Esta solución de revestimiento tiene la siguiente formulación, en % de peso:

-	Diacrilato de dietilenglicol	30
-	Diacrilato de bisfenol A etoxilado-8	30
-	Sulfuro de bis(2-metacrilatoetileno)	40
-	IRGACURE 819 (fotoiniciador)	3 ppc

Ejemplo 3

Se generó por medio de V-95 una lente PC SF y se la afinó con una almohadilla de 15 μ m hasta obtener una lente de -2,00 de potencia (curva trasera = base de 5,0), sin pulido. La lente se lavó a continuación con jabón y agua y la misma solución de revestimiento que en el ejemplo comparativo 2 se aplica en el Ejemplo 1.

Ejemplo comparativo 3

55 Se reproduce el ejemplo 3 excepto que se usa la misma solución de revestimiento de bajo índice () que en el ejemplo 1.

60 Ejemplo comparativo 4

Se reproduce el ejemplo 3 excepto que se usa un método de revestimiento por flujo. El revestimiento por flujo es similar a un revestimiento por inmersión, que no puede cubrir aún las líneas de afinado en la lámpara de arco aunque el espesor del revestimiento sea mayor de 10 x S_q de aspereza superficial y el nivel de turbidez sea bajo.

65 En ese ejemplo, se aplicaron suavemente a mano 5g de líquido de revestimiento sobre la superficie de lente afinada y se les hizo girar en redondo para que el líquido humedeciera toda la superficie. A continuación, se curó el revestimiento utilizando un transportador Fusion UV con bombilla de 9 mm H, 692 mW/cm² a 350 nm.

ES 2 328 699 T3

Ejemplo 4

Se generó por medio de V-95 una lente SF CR-39® y se la afinó con una almohadilla de 15 µm hasta obtener una lente de potencia -1,25, sin pulido. A continuación, se tintó la lente en baño negro BPI, comercialmente disponible, a 95°C durante 15 min. Después de eso, la lente CR-39 tintada se revistió por prensado, siguiendo el mismo método que en el ejemplo 1, con la solución de revestimiento curable en UV comercial (HT-1000 de GERBER COBURN Inc.). La lente obtenida tiene un color uniforme muy bueno y una transmisión muy buena y un bajo nivel de turbidez. No hay ninguna línea de afinado vista en una lámpara de arco después del revestimiento por prensado.

Ejemplo 5

Se generó por medio de V-95 una lente CR-39 SF® y se la afinó con una almohadilla de 15 µm hasta obtener una lente de -1,25, sin pulido. Después de eso, se la revistió por prensado, siguiendo el mismo método que en el ejemplo 1, con la solución de revestimiento curable en UV comercial (HT-1000 de Gerber Coburn Inc.). La lente obtenida tiene muy buena transmisión y un bajo nivel de turbidez. No hay ninguna línea de afinado vista en una lámpara de arco después del revestimiento por prensado. La lente se cubrió a continuación con un revestimiento antirreflectante utilizando una máquina de vacío BAK 760. Tiene las mismas propiedades que una lente CR-39® multirrevestida dura comercial hecha utilizando una etapa de pulido.

TABLA 1

Ej.	Materiales de lente	Procedimiento de afinado	Aspereza superficial (Rq)	Turbidez antes de revestimiento	Índice de refracción de revestimiento n_D^{25}	Procedimiento de revestimiento	Espesor de revestimiento	Turbidez después de revestimiento	Marca de afinado en lámpara de arco
Ej.1	CR-39	V-95+afinado 15 µm (2 min)	0,3787 [µm]	89,8	1,518	Revestimiento por prensado	- 5 µm	0,37	No
Ej. 2	CR-39	V-95+afinado 15 µm (2 min)	0,3943 [µm]	89,8	1,532	Revestimiento por prensado	- 5 µm	1,50	No
Com.1	CR-39	V-95+afinado 15 µm (2 min)	0,3758 [µm]	89,8	1,518	Revestimiento por centrifugación	- 25 µm	0,35	Sí
Com.2	CR-39	V-95+afinado 15 µm (2 min)	0,3831 [µm]	89,8	1,57	Revestimiento por prensado		6,70	Sí
Ej.3	PC	V-95+afinado 15 µm (2 min)	0,2089 [µm]	83,1	1,57	Revestimiento por prensado	-	1,17	No
Com.3	PC	V-95+afinado 15 µm (2 min)	0,2181 [µm]	83,1	1,518	Revestimiento por centrifugación	-	2,40	Sí
Com.4	PC	V-95+afinado 15 µm (2 min)	0,2163 [µm]	83,1	1,57	Revestimiento por flujo	> 25 µm	1,15	Sí

El espesor de las capas de revestimiento se midió utilizando muestras seccionadas transversalmente en un microscopio de Nikon Optiphot-2 con 600 x de epiiluminación.

Ejemplo 6

Se reprodujo el ejemplo 1 utilizando una solución de revestimiento de viscosidad muy baja (7 cps) que constaba de, en peso, 89% de dimetacrilato de dietilenglicol y 11% de sulfuro de bis-2-[(met)acrilolitoetilo] (BMTES), con 3 ppc de fotoiniciador/CGI 819 (Irgacure 819 de Ciba-Geigy: bis(2,4,6-trimetilbenzoi)-fenilfosfinaóxido). El índice de refracción n_D (25°C) de la solución de revestimiento fue 1,472. El espesor de revestimiento observado después del curado es de aproximadamente 1-2 micrómetros. No hay marca de afinado vista en la lámpara de arco después del revestimiento por prensado aunque el espesor del revestimiento es muy delgado.

ES 2 328 699 T3

Ejemplo 7

5 Un molde de vidrio afinado con almohadilla de 20 micrómetros, pero sin pulir, una aspereza superficial de $S_q=0,58 \mu\text{m}$, se revistió por prensado por el mismo método que en el ejemplo 1 con la solución de revestimiento curable en UV comercial (HT-1000). El molde de vidrio obtenido tiene muy buena transmisión y un bajo nivel de turbidez. No hay ninguna línea de afinado vista en la lámpara de arco después del revestimiento por prensado.

Ejemplo comparativo 5

10 El mismo molde de vidrio afinado pero sin pulir que en el ejemplo 7 se revistió por centrifugación utilizando una máquina de revestimiento Ultra Optics con solución de revestimiento curable en UV HT-1000. El vidrio obtenido tiene muchas líneas de afinado vistas en la lámpara de arco.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar un artículo óptico revestido libre de líneas de afinado visibles, que comprende:

- (i) proporcionar un artículo óptico que presenta por lo menos una cara principal geométricamente definida afinada, pero sin pulir;
- (ii) proporcionar una parte de molde con una superficie interna y una superficie externa;
- (iii) depositar sobre dicha cara principal de dicho artículo óptico o sobre la superficie interna de la parte de molde una cantidad requerida de una composición de revestimiento curable líquida;
- (iv) mover el artículo óptico y la parte de molde relativamente uno con relación a otra para que la composición de revestimiento entre en contacto con la cara principal del artículo óptico o para que entre en contacto con la cara interna de la parte de molde;
- (v) aplicar presión a la parte de molde para extender la composición de revestimiento curable líquida sobre dicha cara principal y formar una capa de composición de revestimiento líquida uniforme sobre la cara principal;
- (vi) curar la capa de composición de revestimiento líquida;
- (vii) retirar la parte de molde; y
- (viii) recuperar el artículo óptico revestido libre de líneas de afinado visibles.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la capa de composición de revestimiento líquida es curada bajo presión.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha parte de molde es rígida y su superficie interna reproduce a la inversa dicha cara principal de dicho artículo óptico.

4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha parte de molde es flexible y la geometría de su superficie interna reproduce a la inversa dicha cara principal de dicho artículo óptico bajo la presión aplicada en la etapa (v).

5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la composición de revestimiento líquida curable es una composición curable por UV.

6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la parte de molde es una oblea transparente.

7. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la parte de molde es una oblea transparente a UV.

8. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la parte de molde flexible tiene una curvatura de base más grande que la curvatura de base del artículo óptico afinado y sin pulir que se ha de revestir.

9. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la presión ejercida sobre la parte de molde varía está comprendida entre 10 kPa y 350 kPa.

10. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la presión ejercida sobre la parte de molde está comprendida entre 30 y 150 kPa.

11. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la parte de molde flexible es una membrana flexible inflable.

12. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la parte de molde flexible tiene un espesor de 2 mm o menos.

13. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la parte de molde flexible está realizada en material plástico flexible, preferentemente de policarbonato o poli(metacrilato de metilo).

14. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la R_q de la cara principal geométricamente definida afinada, pero sin pulir, está comprendida entre 0,01 y 1,5 μm .

15. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la R_q de la cara principal geométricamente definida afinada, pero sin pulir, está comprendida entre 0,1 y 1,0 μm .

16. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el artículo óptico está realizado en policarbonato.

ES 2 328 699 T3

17. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que dicha cara principal del artículo óptico tiene una R_q de aproximadamente $0,5 \mu\text{m}$.

18. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el artículo óptico está realizado en un material de bis-
alilcarbonato de dietilenglicol, policarbonato, poliuretano o episulfuro.

19. Procedimiento según la reivindicación 18, en el que dicha cara principal del artículo óptico tiene una aspereza superficial S_q de aproximadamente $1,0 \mu\text{m}$.

20. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el revestimiento curado tiene un espesor comprendido entre 1 y $50 \mu\text{m}$.

21. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el revestimiento curado tiene un espesor comprendido entre 1 y $25 \mu\text{m}$.

22. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el revestimiento curado tiene un espesor comprendido entre 1 y $10 \mu\text{m}$ y, preferentemente, de menos de $5 \mu\text{m}$.

23. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la diferencia de índices de refracción entre el artículo óptico y el revestimiento curado es de hasta $0,1$.

24. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la composición de revestimiento es una composición de revestimiento dura antiabrasión.

25. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende asimismo aplicar un revestimiento antirreflectante directamente sobre el revestimiento curado.

26. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho artículo óptico es una lente o una pieza en bruto de lente.

27. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho artículo óptico es un molde de lente transparente.

28. Procedimiento según la reivindicación 26, en el que dicho artículo óptico es una lente tintada o una pieza en bruto de lente tintada.

29. Procedimiento según la reivindicación 27, en el que dicho molde de lente es un molde de vidrio.

30. Procedimiento según la reivindicación 26, en el que dicha cara principal de la lente o de la pieza en bruto de lente es la cara trasera de la lente o de la pieza en bruto de lente.

31. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el artículo óptico es una lente oftálmica.

32. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende asimismo aplicar un revestimiento antirreflectante directamente sobre el revestimiento curado.

33. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el artículo óptico revestido recuperado tiene un estado de su superficie que corresponde a un estado pulido.

34. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la superficie del artículo revestido tiene una R_q por debajo de $0,01 \mu\text{m}$.

35. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la parte de molde es revestida previamente con un revestimiento de liberación y/o un revestimiento de protección.

36. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la parte de molde tiene una microestructura o un patrón que se ha de duplicar en el revestimiento del artículo óptico.

37. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el artículo óptico revestido libre de líneas de afinado visibles se obtiene por la aplicación de un solo revestimiento sobre dicha por lo menos una cara principal geoméricamente definida afinada, pero sin pulir.

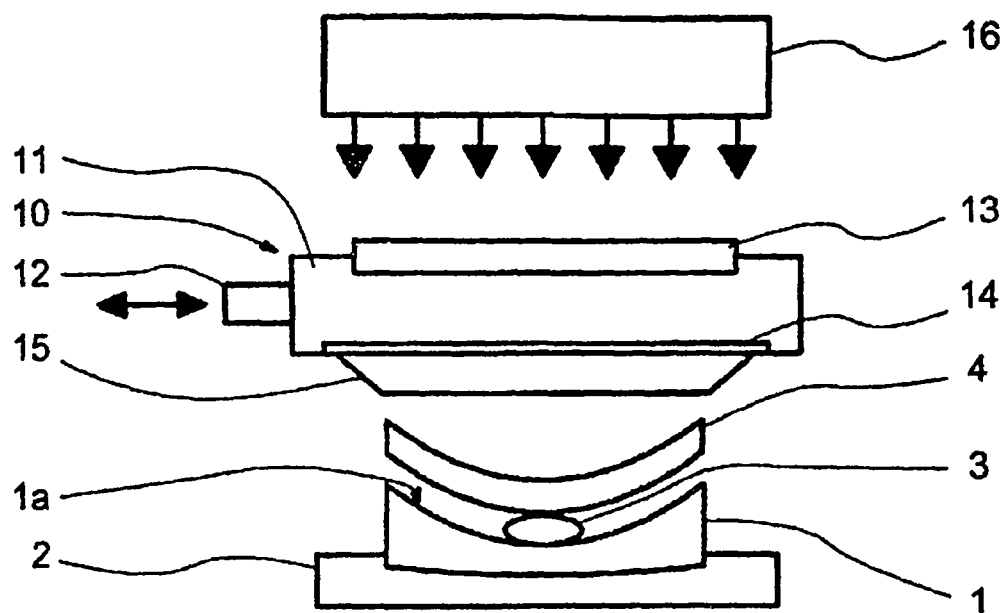


FIGURA 1A

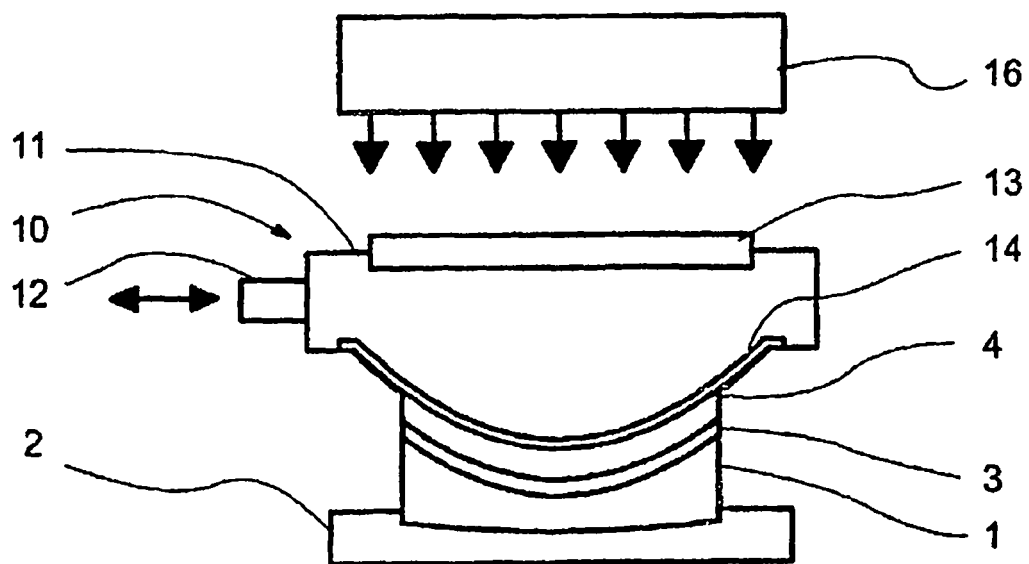


FIGURA 1B

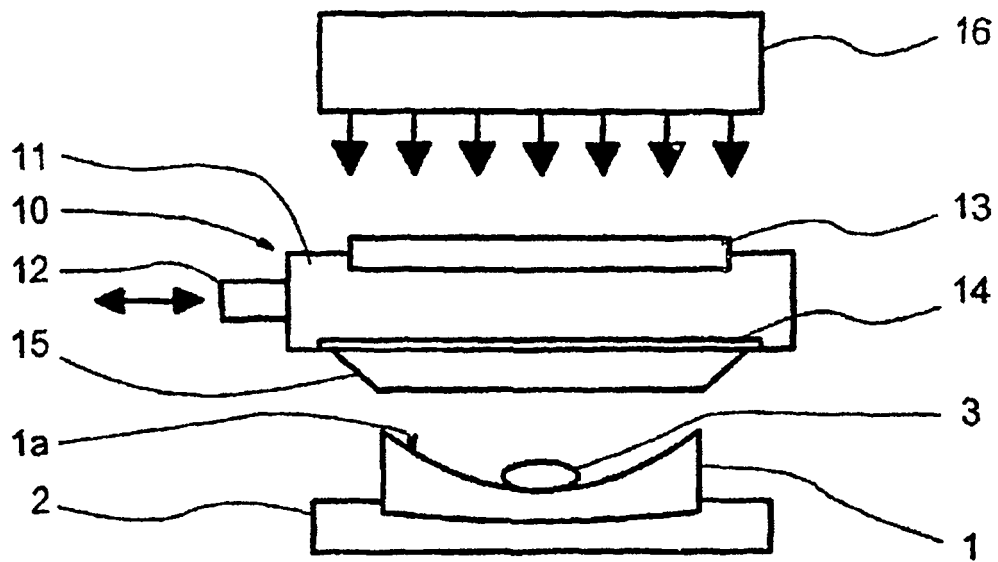


FIGURA 2A

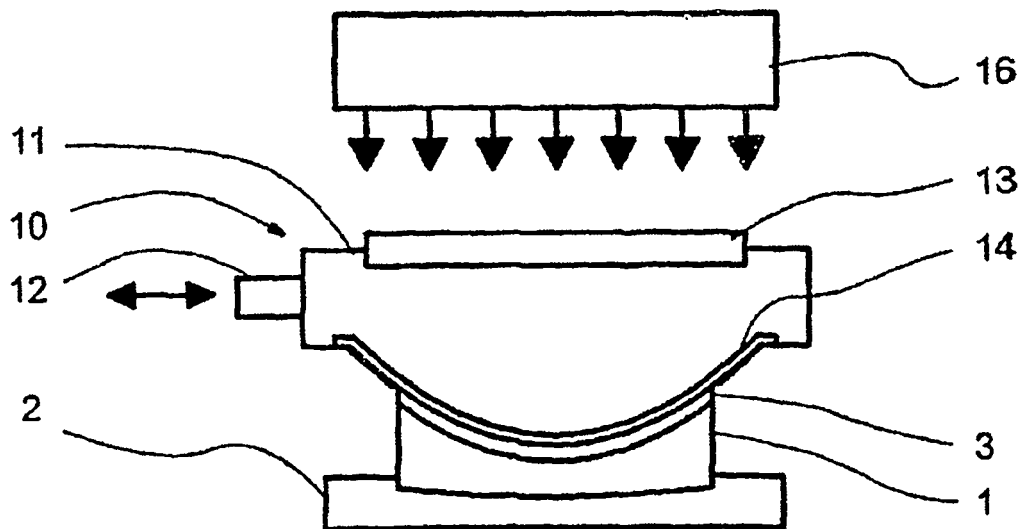


FIGURA 2B