

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 402**

51 Int. Cl.:

**G02B 5/30** (2006.01)

**B29C 43/20** (2006.01)

**B29D 11/00** (2006.01)

**G02C 7/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.04.2012 PCT/IB2012/000749**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.10.2012 WO12140501**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2012 E 12722833 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2697672**

54 Título: **Método para realizar lentes curvas**

30 Prioridad:

**15.04.2011 US 201161475871 P**

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

**13.11.2018**

73 Titular/es:

**SAFILO S.P.A. (100.0%)  
Zona Industriale, Settima Strada 15  
35129 Padova (PD), IT**

72 Inventor/es:

**BOINARD, ERIC y  
BOINARD, PASCAL**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 689 402 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 para realizar lentes curvas

- 5 La solicitud reclama la prioridad con respecto a la Solicitud provisional estadounidense número de serie 61/475,871 llamada "Método y aparato para dar forma a polarizadores de luz", que se ha presentado el 15 de abril de 2011.
- 10 La invención se refiere a un método para realizar una lente moldeada. La invención se refiere al campo de los artículos ópticos polarizados y, más en detalle, a lentes polarizadas curvas y a artículos ópticos poseyendo lentes polarizadas curvas.
- 15 Las lentes de polarización de la luz como las que se incorporan en las gafas de sol o en otros artículos ópticos se moldean preferiblemente para adaptarse a las tendencias de la moda, y para minimizar la cantidad de luz que puede molestar la visión periférica del portador y minimizar la aparición de reflexiones.
- 20 Desafortunadamente, actualmente existen muy pocas técnicas que pueden transformar los materiales primordios de lentes de polarización planares en una lente curva. Las técnicas que existen pueden sufrir uno o varios de los inconvenientes siguientes; algunas pueden producir lentes con potencia óptica, la producción no se adapta a una automatización efectiva, algunas prevén procesos de rectificado que consumen tiempo, o el proceso de moldeo daña el polarizador lineal.
- 25 WO 97/38345 describe una lente de compuesto polarizante para la luz laminar de plástico termomoldeado producido con primordio de lentes a partir de un laminado, incluyendo una capa polarizante de la luz entre capas poliméricas. Ulterior arte previa pertinente se describe en US 6 521 146 B1, US 4 199 538 A, US 7 854 506 B1, WO 97/38344 A1, US 2009/079934 A1, US 6 554 421 B1 y US 2 298 429 A.
- 30 Considerando lo que se afirma, es un objetivo de la invención suministrar lentes polarizadas curvas teniendo sustancialmente ninguna potencia óptica, que puedan producirse según procesos efectivamente automatizados que causen un daño mínimo al material polarizador lineal delicado.
- Según la presente invención se prevé un método para realizar una lente moldeada como definido en la reivindicación 1.
- 35 Se describe un método en que, una lente moldeada se prepara a partir de un primordio de lente realizado con una capa polarizadora lineal laminada junto a una pluralidad de capas poliméricas, la capa polarizadora lineal poseyendo un eje de polarización. El primordio de lente se calienta a una temperatura de moldeo comprimiendo el primordio de lente a una primera presión entre un elemento convexo y un elemento cóncavo, el elemento convexo y el elemento cóncavo estando ambos a la temperatura de moldeo.
- 40 La presión se lleva a una segunda presión mientras se calienta a la temperatura de moldeo, en que la subida desde la primera presión hasta la segunda presión se realiza según un perfil de presión sigmoideo. La segunda presión se mantiene mientras se calienta a la temperatura de moldeo para permitir al primordio de lentes conformarse a la forma del elemento convexo y del elemento cóncavo. La temperatura se reduce a una temperatura reducida mientras se mantiene la segunda presión para permitir al primordio de lentes convertirse en una lente rígida poseyendo un lado convexo y un lado cóncavo. La lente rígida luego se remueve desde el espacio entre el elemento convexo y el elemento cóncavo.
- 45 Se describe un método en que un artículo óptico se prepara a partir de una primera lente y de una segunda lente realizadas con una capa polarizadora lineal laminada junto a una pluralidad de capas poliméricas, la capa polarizadora lineal poseyendo un eje de polarización. La primera lente y la segunda lente se moldean a partir de primordios de lentes en una forma deseada según las fases siguientes: (i) calentar y comprimir los primordios de lentes por separado entre un elemento convexo y un elemento cóncavo a una primera presión, (ii), llevar la presión sigmoideamente a una presión más alta en un tiempo de subida, y (iii), mantener la presión más alta durante un tiempo suficiente para permitir a los primordios de lentes conformar la forma del elemento convexo y del elemento cóncavo. Las primera y segunda lentes moldeadas luego se posicionan en la montura del artículo óptico.
- 50 Los siguientes son parámetros de moldeo preferidos que pueden usarse opcionalmente en los métodos de la invención. El calentamiento se realiza preferiblemente a entre aproximadamente 70°C y aproximadamente 200°C. La primera presión está entre aproximadamente 0.75 y aproximadamente 2.5 MPa. La segunda presión está entre aproximadamente 1.5 y aproximadamente 32 MPa. El tiempo de subida se encuentra preferiblemente entre aproximadamente 5 y aproximadamente 150 segundos.
- 60 En algunas formas de realización, un método puede incluir la refrigeración del primordio de lentes mientras se mantiene la segunda presión. La refrigeración se realiza entre aproximadamente 20°C y aproximadamente 90°C.

En algunas formas de realización, un método puede comprender calentar el primordio de lentes a una temperatura entre aproximadamente 20°C y aproximadamente 150°C antes de posicionar dicho primordio de lentes entre el elemento convexo y el elemento cóncavo y comprimir dicho primordio de lentes a la primera presión.

5 En algunas formas de realización, por lo menos una de las capas poliméricas es un retardador de ondas ópticas teniendo un eje rápido y un eje lento y el eje retardador rápido se alinea a un ángulo relativo al eje polarizador. El ángulo puede elegirse para convertir la lente en un polarizador lineal, un polarizador elíptico o un polarizador circular. En formas de realización en que la lente es un polarizador circular, un revestimiento antirreflejo puede aplicarse en la superficie cóncava y en la superficie convexa de la lente moldeada. Esto permite ventajosamente a la lente  
10 moldeada tener una transmisión polarizadora paralela igual o mayor al 90% y una transmisión polarizadora transversal igual o menor al 0,5%.

En algunas formas de realización, la forma del elemento convexo y del elemento cóncavo pueden adaptarse para producir una lente de forma esférica, tórica o cilíndrica. Una lente moldeada esféricamente posee un primer radio de curvatura y un segundo radio de curvatura perpendicular al primer radio de curvatura, en que el primer radio de curvatura y el segundo radio de curvatura son iguales. Una lente moldeada de forma tórica posee un primer radio de curvatura y un segundo radio de curvatura perpendicular al primer radio de curvatura, en que el primer radio de curvatura y el segundo radio de curvatura no son iguales. Una lente moldeada cilíndricamente posee un primer radio de curvatura y un segundo radio de curvatura perpendicular al primer radio de curvatura, en que el primer radio de curvatura no es igual a cero y el segundo radio de curvatura es igual a cero.  
15  
20

En algunas formas de realización, la forma del elemento convexo y del elemento cóncavo produce una lente poseyendo un espesor no uniforme, con un espesor máximo de la lente ubicado cerca del centro de la lente, que permite ventajosamente a la lente no tener sustancialmente ninguna potencia óptica. Ejemplos útiles para comprender la invención incluyen también lentes para gafas realizadas de acuerdo con aspectos de los métodos de la invención.  
25

Éstos y otros objetivos, aspectos y ventajas de la presente invención serán apreciados mejor viendo los dibujos y la siguiente descripción detallada de las formas de realización preferidas.  
30

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención será descrita por medio de un ejemplo con referencia a los dibujos de acompañamiento, en que:-  
35

La figura 1 es una vista en elevación lateral de una hoja polarizadora de luz compuesta preferida, que puede usarse para moldear una lente de acuerdo con una forma de realización de la invención;

La figura 2 es una vista en elevación lateral de otra hoja polarizadora de luz compuesta preferida, que puede utilizarse para moldear una lente de acuerdo con una forma de realización de la invención;

La figura 3 es una vista en elevación lateral de otra hoja polarizadora de luz compuesta preferida, que puede utilizarse para moldear una lente de acuerdo con una forma de realización de la invención;

La figura 4 es una vista en plano de una hoja polarizadora de luz compuesta preferida a partir de la cual puede cortarse un primordio para lente, mostrando la alineación del eje de transmisión de la capa polarizadora lineal y el eje rápido de la capa retardadora;

La figura 5 es una vista en plano de una sección de una hoja polarizadora de luz compuesta, mostrando cómo los primordios de lentes pueden cortarse a partir de la misma;

La figura 6 es una vista en plano de un primordio de lentes sacado de la sección de hoja polarizadora de luz compuesta de la figura 4;

La figura 7 es una vista en sección transversal de un aparato que puede utilizarse para curvar primordios de lentes en lentes de acuerdo con un aspecto del método de la invención;

La figura 8 es una vista en sección del aparato de la figura 7 durante un estadio de presión de un aspecto del método de la invención;

La figura 9 es una vista en sección del aparato de la figura 7, mostrando una lente curva sacada del aparato;

La figura 10 es un gráfico lineal mostrando un perfil de presión sigmoidea típico usado en el moldeo de un primordio de lente en una lente curva, de acuerdo con un aspecto del método de la invención;

65

Las figuras 11A-C son esquemas de lentes moldeadas de forma esférica, tórica y cilíndrica, respectivamente, realizadas de acuerdo con un aspecto del método de la invención;

5 La figura 12 es una vista en perspectiva de gafas incorporando lentes realizadas de acuerdo con un aspecto del método de la invención;

La figura 13 es una vista en corte de una lente curva, incluyendo un revestimiento duro; y  
La figura 14 es una vista en corte de una lente curva, incluyendo un revestimiento antirreflejo.

10 En el resumen indicado antes y en la descripción detallada de las formas de realización favoritas, se hace referencia a características especiales (incluyendo las fases del método) de la invención. Hay que comprender que la revelación de la invención en esta especificación incluye todas las combinaciones de estas características particulares. Por ejemplo, cuando se describe una característica particular en el contexto de un aspecto especial o  
15 de una forma de realización de la invención, dicha característica también puede usarse, con el alcance posible, en combinación con y/o en el contexto de otros aspectos especiales y de otras formas de realización de la invención, en el interior del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones que se adjuntan.

20 El término "incluye" se utiliza en la presente para indicar que otras características, otras fases, etc., están presentes opcionalmente. Cuando se hace referencia en la presente a un método incluyendo dos o más fases definidas, las fases pueden realizarse en cualquier orden o simultáneamente (excepto cuando el contexto excluye esta posibilidad), y el método puede incluir una o varias fases que se realizan antes de cualquiera de las fases definidas, entre dos de las fases definidas, o después de todos las fases definidas (excepto cuando el contexto excluye esta posibilidad).

25 La presente invención puede incorporarse de muchas formas distintas y no tiene que considerarse limitada a las formas de realización que se describen en el presente documento.

Un inconveniente de las lentes polarizadas curvas típicas es que lentes de espesor uniforme tienen potencia óptica.

30 Como la potencia óptica aumenta con el espesor de la curvatura de una lente, aumentando el espesor y/o la curvatura de una lente, con el fin de aumentar su vida útil, aumenta de forma no deseada la potencia óptica. Un proceso para realizar lentes polarizadas curvas con sustancialmente ninguna potencia óptica se describe en la patente estadounidense número 5,434,707 de Dalzell. El proceso de Dalzell implica comprimir el material a partir del cual se produce la lente entre dos moldes de vidrio calentados en una fase de aplicación de presión único.

35 Desafortunadamente, los inventores han descubierto que el proceso de Dalzell puede crear un defecto en las lentes conocido como "opacidad por división", que causa la rotura del material polarizador lineal delicado cuando se aplican el calor y la presión. Cuánto más espesas y curvadas sea la lente, tanto más significativo es el daño al material polarizador lineal. La opacidad por división reduce la claridad óptica y disminuye la eficiencia de polarización de la lente.

40 Como se describe a continuación, la invención que se describe aquí supera estos inconvenientes. Los inventores han desarrollado de forma ventajosa lentes espesas y curvas duraderas con un daño mínimo o ausente al material polarizador lineal usando un proceso único de moldeo que implica comprimir los primordios de lentes en varios estadios de aplicación de presión.

45 Las figuras 1-3 ilustran hojas polarizadoras de luz compuestas de ejemplo, de las cuales pueden moldearse lentes polarizadas curvas de la invención. Con referencia inicialmente a la figura 1, una hoja de ejemplo 1 incluye una capa polarizadora 12 laminada entre una primera y una segunda capa polimérica 14, 16. Una capa de revestimiento duro protectora 5 se aplica encima de ambas capas poliméricas 14, 16. Con referencia a la figura 2, otra hoja de ejemplo 10 incluye una capa polarizadora 12 laminada entre una primera y una segunda capa polimérica 14, 16 y una capa retardadora 18 laminada con respecto a la segunda capa polimérica 16. Con referencia ahora a la figura 3, un ejemplo alternativo de una hoja 20 incluye una capa polarizadora 12 laminada con respecto a una primera capa polimérica 14 en un lado y con respecto a una capa retardadora 18 en el lado opuesto. Una segunda capa polimérica 16 es laminada con respecto a la capa retardadora 18 en el lado de la capa retardadora 18 que es opuesto a la capa polarizadora 12.

50 La capa polarizadora 12 preferiblemente es un polarizador lineal, que puede realizarse con cualquier número de materiales polarizadores lineales adecuados, como los polarizadores de tipo H o de tipo K. En un ejemplo favorito, el material polarizador se realiza a partir de material polarizador de luz dicróico orientado molecularmente de forma lineal. Estos materiales típicamente tienen un espesor en el intervalo aproximadamente desde 0.025 hasta 0.076.

55 Un material preferido para servir como polarizador de luz es una capa de alcohol polivinílico estirado (orientado) de aproximadamente 0,025mm de espesor, que es teñido con una tinte dicróica como el yodo.

60

65

Opcionalmente, el polarizador puede ser borato para mejorar la estabilidad. Polarizadores de este tipo se describen en la patente estadounidense republicada Re. 23,297 y en la patente estadounidense número 4,166,871.

5 Como alternativa, el material polarizador puede ser una hoja de alcohol polivinílico estirado (PVA) conteniendo especies de polarización de la luz de polivinilo como puede obtenerse mediante procesamiento típico con vapor de ácido hidrocloclorhídrico. Preferiblemente, este material de polarización será borato para mejorar la estabilidad.

10 Materiales polarizadores de la luz adecuados de este tipo pueden prepararse de acuerdo con la patente estadounidense número 2,445,555. Otros materiales polarizadores de la luz como los que se describen en las patentes estadounidense números 2,237,567; 2,527,400; y 2,554,850 también pueden utilizarse. A pesar del tipo de material polarizado usado, el material polarizado puede insertarse en correspondencia de o entre una o varias capas de soporte, como una capa de material polimérico 14, 16 para aportar fuerza mecánica a la capa polarizadora 12.

15 Las capas poliméricas 14, 16 se realizan preferiblemente a partir de uno o varios polímeros termoplásticos, que son polímeros que pueden formarse con una forma deseada aplicando temperatura y presión. Los polímeros adecuados incluyen, sin limitarse a, derivados de la celulosa como acetato de celulosa, diacetato de celulosa, triacetato de celulosa o butirato acetato de celulosa; derivados del acrilato como polimitetimetacrilato (PMMA); policarbonatos; poliámidas; poliuretanos; polipropilenos; polietilenos; o polímeros o copolímeros a base de olefina cíclica. Las capas de material polimérico 14, 16 pueden realizarse a partir de una capa única de un único polímero, una capa única de una mezcla de polímeros, capas múltiples laminadas de un polímero único, o capas múltiples laminadas hechas con distintos polímeros o una mezcla de polímeros.

20 Se prefiere que las capas poliméricas 14, 16 confieran una larga vida útil, fuerza mecánica, y resistencia a las rayaduras para la hoja 12 y la lente curva acabada realizada a partir de la hoja 12. En algunos casos, puede ser ventajoso usar polímeros que llevan o pueden suministrarse con un revestimiento protector adecuado como un revestimiento polimérico duro 5 que puede soportar las temperaturas y las presiones aplicadas en el proceso de moldeo. Revestimientos protectores adecuados incluyen poliuretanos, poliacrilatos, o resinas a base de urea.

25 La capa retardadora 18 se ha realizado preferiblemente a partir de un material de doble refracción transmisor de luz como un polímero o copolímero a base de olefina cíclica. Otros materiales adecuados que pueden usarse para formar la capa retardadora 18 incluyen, pero sin limitarse a, polímero a base de acrilato, polipropilenos, poliésteres, polímeros a base de acetato de celulosa, PVA, poliestirenos, policarbonatos, y polímeros y copolímeros a base de norbornano.

30 Uno o varios aditivos pueden incluirse en la capa polarizadora 12, en las capas poliméricas 14, 16 y/o en la capa retardadora 18. Por ejemplo, pueden utilizarse los estabilizadores, los absorbedores UV y las tinturas colorantes, en función de las propiedades deseadas del filtro óptico curvo acabado.

35 La capa polarizadora 12 y la capa retardadora 18 incluyen ejes que pueden alinearse con respecto a otro para producir un efecto de polarización deseado. Con referencia a la figura 4, se muestra una hoja de ejemplo 30 poseyendo una capa polarizadora 12 y una capa retardadora 18. La capa polarizadora 12 posee un eje de transmisión T alineado con respecto al ángulo  $\theta$ . El eje rápido R de la capa retardadora 18, se alinea al ángulo  $\phi = \theta + \beta$  donde  $\beta$  es la compensación angular del eje rápido R de la capa retardadora 18 con respecto al eje de transmisión de la capa polarizadora 12. Cuando  $\beta = (n-1) (\pi/2)$  con n siendo un entero, los dos ejes son paralelos u ortogonales el uno con respecto al otro y la hoja 30 se comporta como un polarizador lineal. Cuando  $\beta = (2n-1) (\pi/4)$  con n siendo un entero, la hoja 30 se comporta como un polarizador circular. Para cualquier otro valor de  $\beta$ , la hoja 30 se comporta como polarizador elíptico.

Con más detalle, la capa polarizadora lineal 12 tiene un eje de transmisión T orientado a  $\theta$  y definido por el vector de Stokes de la ecuación (1).

50 Eq. (1). 
$$\frac{1}{2} \begin{pmatrix} S_0 + S_1 \cdot \cos 2\theta + S_2 \cdot \sin 2\theta \\ S_0 \cdot \cos 2\theta + S_1 \cdot \cos^2 2\theta + S_2 \cdot \sin 2\theta \cos 2\theta \\ S_0 \cdot \sin 2\theta + S_1 \cdot \sin 2\theta \cos 2\theta + S_2 \cdot \sin^2 2\theta \\ S_3 \end{pmatrix}$$

El polarizador incluye una capa polarizadora lineal 12 con eje de transmisión T orientado a  $\theta$  y una capa retardadora con su eje rápido R alineado a  $\phi$ , definido por el vector de Stokes de la ecuación 2.

Eq. (2).

$$\frac{1}{2} \begin{pmatrix} S_0 + \cos 2\theta \cdot (S_1 \cos^2 2\phi + S_2 \cos 2\phi \sin 2\phi - S_3 \sin 2\phi) + \sin 2\theta \cdot (S_1 \cos 2\phi \sin 2\phi + S_2 \sin^2 2\phi + S_3 \cos 2\phi) \\ \cos 2\theta \cdot S_0 + \cos^2 2\theta \cdot (S_1 \cos^2 2\phi + S_2 \cos 2\phi \sin 2\phi - S_3 \sin 2\phi) + \sin 2\theta \cos 2\theta \cdot (S_1 \cos 2\phi \sin 2\phi + S_2 \sin^2 2\phi + S_3 \cos 2\phi) \\ \sin 2\theta \cdot S_0 + \sin 2\theta \cos 2\theta \cdot (S_1 \cos^2 2\phi + S_2 \cos 2\phi \sin 2\phi - S_3 \sin 2\phi) + \sin^2 2\theta \cdot (S_1 \cos 2\phi \sin 2\phi + S_2 \sin^2 2\phi + S_3 \cos 2\phi) \\ S_1 \sin 2\phi - S_2 \cos 2\phi \end{pmatrix}$$

$$S = \begin{pmatrix} S_0 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{pmatrix}$$

Define el vector de Stokes de la luz que es transmitida a través de la hoja 30.

5 Usando estas relaciones, cualquier número de configuraciones de las hojas 1, 10, 20, 30 puede moldearse en función de las propiedades de polarización deseadas de la hoja 1, 10, 20, 30 y de la lente curva acabada. En la práctica es posible moldear una hoja 10, 20, 30 poseyendo propiedades de polarización deseadas predeterminando las propiedades de polarización deseadas de la hoja 10, 20, 30 y luego moldeando la hoja 10, 20, 30 de forma de que el eje rápido 4 de la capa retardadora 18 se alinee al ángulo deseado relativo al eje de polarización T de la capa polarizadora 12, para alcanzar las propiedades de polarización deseadas.

10 En la preparación para realizar una lente curva, los primordios de lentes pueden prepararse cortando y removiendo primordios de dimensiones y formas adecuadas para la producción de la lente deseada a partir de una hoja polarizadora de luz compuesta de la invención. Un método preferido para preparar un primordio para moldearlo en una lente se muestra en la figura 4, que es una vista en plano de una sección de hoja 40 desde la cual se cortan y sacan los primordios 42, 44. Los primordios 42, 44 se preparan realizando un corte 46 a través de la sección de la hoja 40. El corte 46 define el perímetro de un primordio individual 42, 44 desde el cual puede removerse un primordio 48, como mostrado en la figura 5. Métodos adecuados para realizar el corte 46 incluyen el uso de un cortador de cuchilla giratoria, un cortador de estampado recíproco, un cuchillo de corte de borde recto, un molde giratorio, o un cortador láser.

20 Los primordios individuales, como el primordio 48 mostrado en la figura 5, pueden moldearse en lentes, de la forma que se describe a continuación. En algunas formas de realización, los primordios 48 pueden someterse a uno o varios tratamientos premoldeo como limpieza, revestimiento o, si se lo desea, pulido.

25 Un método con el cual un primordio 48 de la invención se moldea en una lente que es cóncava en un lado y convexa en el otro lado se describirá ahora en conexión con las figuras entre la 7 y la 9.

30 El proceso de moldeo puede realizarse con un aparato 50 del tipo mostrado en la figura 7. El aparato incluye la platina cóncava 52, la platina convexa 54, un mecanismo para poner y sacar las platinas de la relación de aplicación de la presión la una con respecto a la otra, y un mecanismo para calentar y refrigerar alternadamente las platinas durante cada intervalo de aplicación de la presión.

35 La platina cóncava 52 incluye un elemento metálico 56, un soporte fijo 60, una cámara de fluido 62, un acoplamiento de entrada del fluido 64, y un acoplamiento de salida del fluido 66. El elemento metálico 56 tiene una superficie uniforme de moldeo cóncava 58.

40 La platina convexa 54 incluye un elemento metálico 68, un eje 72 conectado operativamente a un mecanismo de accionamiento adecuado, la cámara del fluido 74, el acoplamiento de entrada del fluido 76 y el acoplamiento de salida del fluido 78. El elemento metálico 68 tiene una superficie uniforme de moldeo convexa 70.

45 El uso de los elementos metálicos 56, 68 es ventajoso con moldes de presión para lente convencionales como los moldes de vidrio descritos en Dalzell. A causa de su fragilidad y complejidad, los soportes de vidrio se permiten sólo para el moldeo de lentes esféricas. Además, los soportes de vidrio cóncavos y convexos no pueden soportar las presiones más altas necesarias para moldear algunas de las lentes actuales más espesas y con curvaturas más fuertes, como las lentes de la invención. Además, los elementos metálicos 56, 68 con formas distintas pueden intercambiarse para corresponder a la curvatura deseada de la lente. Por lo tanto, antes que poder solamente formar lentes curvas esféricas, como se podría hacer con los moldes convencionales de vidrio, la invención permite el moldeo de lentes de forma tórica o cilíndrica, simplemente seleccionando una configuración de forma adecuada de los elementos metálicos 56, 68. Además, los elementos metálicos 56, 68 pueden diseñarse con una curvatura descentrada que permite moldear lentes con sus centros ópticos alejados de sus centros geométricos. Eso es especialmente interesante para minimizar el efecto de la potencia prismática potencial que puede generarse cuando se montan lentes espesos de alta curvatura en una montura de gafa de estilo envolvente. A causa de la fragilidad y de la baja transferencia de calor del vidrio, el descentrado de la lente sería difícil de lograr con los soportes de vidrio.

50 Un mecanismo de transmisión preferido incluye una disposición adecuada de pistón y cilindro hidráulicos 80 conectada operativamente a la platina convexa 54 para desplazar la platina convexa adentro y fuera de la relación de aplicación de la presión con respecto a la platina cóncava 52.

Un mecanismo preferido de calentamiento y refrigeración para ambas platinas 52, 54 incluye una válvula de tres vías 82, un conducto de fluido de calentamiento 84, un conducto de fluido de refrigeración 86, y una entrada de fluido 88

conectando una de las válvulas de tres vías 82 a cada uno de los acoplamientos de entrada del fluido 64, 76, respectivamente de las platinas 52, 54.

5 Moldeando una lente curva, un primordio 48 se posiciona en la superficie de moldeo uniforme cóncava 58. La superficie de moldeo uniforme cóncava 58 y la superficie de moldeo uniforme convexa 70 luego se llevan en contacto con el primordio 48, como se muestra en la figura 8.

10 Los inventores han descubierto que el efecto no deseable "opacidad por división" que se ha discutido antes es evitable aplicando presión en el primordio 48 en distintos estadios de aplicación de la presión. En un primer estadio de presión se aplica una presión relativamente baja para permitir una transferencia de calor eficiente al primordio 48. Ésta es seguida por un segundo estadio de presión en que la presión sube en un período de tiempo predeterminado, permitiendo un flujo uniforme del material primordio 48, por lo tanto previniendo dañar la capa polarizadora 12.

15 En el primer estadio de presión, una presión relativamente baja se aplica para transferir calor desde las superficies 58, 70 al primordio 48. En el segundo estadio de presión, la presión sube para moldear o formar el primordio 48, gracias a los efectos combinados de presión y temperatura, en una lente formada de espesor no uniforme caracterizada por superficies opuestas cóncava y convexa y un espesor máximo en la región central de la lente. La cantidad de presión aplicada, el perfil de la presión y el retraso de tiempo entre el primer y el segundo estadio de presión pueden regularse en función de las características del primordio 48, con las temperaturas de las superficies de moldeo 58 y 70 y con la curvatura que se desea dar al primordio 48.

25 Un perfil típico de la presión de subida se presenta en la figura 10. En una forma de realización favorita, la presión aplicada en el primordio 48 durante el primer estadio de presión se encuentra en el intervalo entre aproximadamente 0.75 y aproximadamente 2.50 MPa y la presión aplicada en el primordio en el segundo estadio se encuentra en el intervalo entre aproximadamente 1.50 y aproximadamente 32 MPa. La presión preferiblemente sube entre la primera presión y la segunda presión según un perfil de la presión sigmoidea, como se muestra. Un intervalo favorito para el tiempo de subida es 1 segundo o más, o de forma más preferible, entre aproximadamente 5 segundos y aproximadamente 150 segundos.

30 Durante los estadios de presión, las platinas 52, 54 se calientan haciendo pasar fluido caliente a través de las cámaras de fluido 62, 74, respectivamente de las platinas 52, 54. Las superficies 58 y 70 se calientan continuamente de forma suficiente para causar la deformación y el flujo del material del primordio de lentes 47 y la conformación de las superficies del primordio 48 en las superficies de moldeo 58, 70. El flujo termoplástico y la aplicación de presión por parte de las platinas 52, 54 en el primordio 48 causa que el primordio 48 se deforme y llene el espacio entre las platinas 52, 54, produciendo un polarizador curvo de espesor no uniforme y sustancialmente sin ninguna potencia óptica.

35 Si las condiciones de temperatura y presión son insuficientes para causar que el primordio 48 llene el espacio entre las superficies de moldeo 58, 70, el primordio 48 mantendrá su espesor uniforme, y por lo tanto se creará una lente poseyendo potencia óptica.

40 En la producción de una lente curva según el método de la invención, será conveniente usar una platina 52 teniendo una superficie de moldeo 58 correspondiente a una curvatura predeterminada del lado convexo de la lente que se va a moldear. La superficie convexa de la lente, moldeada contra la superficie de moldeo 58, puede servir como superficie externa de una lente para gafas. Un radio adecuado de curvatura para la superficie 58 para moldear una superficie de lente convexa se encuentra entre aproximadamente 50 y aproximadamente 270 mm, o entre aproximadamente 65 y aproximadamente 90 mm. En una forma de realización particular, el radio de curvatura es aproximadamente de 87.2 mm.

45 La temperatura suficiente para causar que se deforme el primordio 48 puede variar con la composición química de la estructura del compuesto del primordio 48. Un intervalo preferido de la temperatura de calentamiento es entre aproximadamente 70°C y aproximadamente 200°C. Otro intervalo de calentamiento preferido varía entre aproximadamente 90°C y aproximadamente 110°C. Una temperatura de calentamiento preferida particular es aproximadamente 105°C.

50 En algunos casos puede ser de ayuda precalentar el primordio 48 antes de aplicar la presión. Temperaturas adecuadas de precalentamiento se encuentran en el intervalo entre aproximadamente 20°C y aproximadamente 150°C.

55 La temperatura de las superficies de moldeo 58, 70 de las platinas 52, 54 puede controlarse a través del paso de fluido calentado y fluido refrigerado, como se ha descrito anteriormente. Las platinas 52, 54 preferiblemente se precalientan antes de la colocación del primordio entre las mismas, a la temperatura deseada de moldeo para un ciclo de calentamiento suficiente para obtener la lente de forma deseada. La temperatura de moldeo deseada se mantiene durante una duración suficiente para el efecto de la formación de la lente deseada. Aunque no se limite a, una duración adecuada es entre aproximadamente 80 y aproximadamente 90 segundos.

- 5 Sucesivamente, la temperatura de las superficies de moldeo 58, 70 se reduce haciendo pasar un fluido refrigerante, a través de las cámaras de fluido 62, 74 de las platinas 52, 54. El fluido de refrigeración se hace pasar a través de las platinas 52, 54 por un tiempo suficiente para refrigerar la lente moldeada. A pesar de no limitarse a, una duración adecuada de refrigeración es aproximadamente de 30 segundos. Temperaturas de refrigeración entre aproximadamente 20°C y aproximadamente 35°C generan buenos resultados, pero también se contemplan otras temperaturas de refrigeración.
- 10 El fluido caliente se alimenta a las platinas 52, 54 a través de los conductos del fluido de calentamiento 84 y el fluido relativamente frío es suministrado a través de los conductos del fluido de refrigeración 86. Durante el ciclo de calentamiento, las válvulas 82 abren un paso de conexión entre los conductos del fluido de calentamiento 84 y las entradas correspondientes 64, 76 y cierra el conducto del fluido de refrigeración 86. Durante el ciclo de refrigeración, las válvulas 82 abren un paso de conexión entre los conductos del fluido de refrigeración 86 y las entradas correspondientes 64, 76 y cierra el conducto del fluido de calentamiento 84. La transición desde el ciclo de calentamiento al ciclo de refrigeración se realiza operando las válvulas 82 para mezclar fluido frío con el fluido caliente, hasta que el fluido caliente sea completamente desplazado por el fluido fresco. La transición entre el ciclo de refrigeración y el ciclo de calentamiento se realiza invirtiendo el funcionamiento.
- 15 Después de la operación de refrigeración, las platinas 52, 54 son separadas para descargar la presión en la lente moldeada 90 y permitir su remoción, como mostrado en la figura 9. Si la lente moldeada 90 adhiere a una de las platinas 52, 54, puede removerse aplicando un chorro de aire comprimido.
- 20 Uno o varios revestimientos pueden aplicarse en las superficies cóncavas y/o convexas de la lente moldeada 90 usando técnicas convencionales de colocación del vacío. Los inventores han descubierto que aplicando un revestimiento antirreflejo en las superficies convexa y cóncava de una lente polarizadora circular de la invención se puede mejorar significativamente el % de transmitancia de la lente polarizadora circular acabada.
- 25 El método descrito antes también puede incluir la repetición de cada uno de estas fases usando una serie de platinas cóncavas y convexas 52, 54 para el moldeo de primordios 48 en cada una de la serie de superficies de lente convexas, cada una de estas superficies poseyendo curvaturas distintas en el interior de un intervalo deseado de curvaturas, por lo tanto suministrando una serie de lentes, cada una poseyendo una superficie convexa distinta en el interior de una gama deseada de curvaturas.
- 30 Una lente también puede moldearse en una forma deseada repitiendo las fases y aumentando gradualmente la curvatura de las platinas 52, 54 antes de cada repetición. Eso puede lograrse usando una serie de platinas 52, 54, con cada conjunto en la serie poseyendo una curvatura aumentada con respecto al conjunto anterior.
- 35 La forma de una lente formada corresponderá sustancialmente a la forma de las superficies de moldeo 58, 70.
- 40 Consiguientemente, la superficie de moldeo de forma distinta 58, 70 puede utilizarse para moldear lentes con curvaturas distintas. Por ejemplo, un par de superficies de moldeo de forma esférica, un par de forma cilíndrica o un par de forma tórica 58, 70 pueden utilizarse para moldear respectivamente, lentes polarizadoras de luz curvadas esféricamente, cilíndricamente y tóricamente.
- 45 Para las lentes curvadas de forma esférica, tórica y cilíndrica, la forma de la lente, a lo largo del primer meridiano principal, corresponde sustancialmente a la relación  $(n-1) [1/r_{11}-1/r_{21}+(n-1)/n] t/(r_{11}r_{21})=0$ , y la forma de la lente, a lo largo del segundo meridiano principal, perpendicular al primer meridiano principal, corresponde sustancialmente a la relación  $n-1 [1/r_{12}-1/r_{22}+(n-1)/n] t/(r_{12}r_{22})=0$ , en que  $t$  representa el espesor del primordio 48,  $n$  es su índice de refracción,  $r_{11}$  y  $r_{12}$  son el radio de curvatura de cada meridiano principal de la superficie de moldeo cóncava 58 y  $r_{21}$  y  $r_{22}$  son el radio de curvatura de cada meridiano principal de la superficie de moldeo convexa 70.
- 50 En las formas de realización preferidas,  $r_{11}$ ,  $r_{12}$ ,  $r_{21}$  y  $r_{22}$  están típicamente en el intervalo entre aproximadamente 1 y aproximadamente 10 dioptrías y el espesor típicamente está en el intervalo entre aproximadamente 0.2 mm y aproximadamente 2.5 mm. Para formar una lente curvada esféricamente  $r_{11}$  es igual a  $r_{12}$  y  $r_{21}$  es igual a  $r_{22}$ . Para formar una lente curvada tóricamente  $r_{11}$  es distinto de  $r_{12}$  y  $r_{21}$  es distinto de  $r_{22}$ . Para formar una lente curvada cilíndricamente  $r_{11}$  es distinto de  $r_{12}$  y  $r_{21}$  es aproximadamente igual a 0 dioptrías. Esta relación también se aplica a otras curvaturas formadas.
- 55 Las figuras 11A-C representan, respectivamente, una lente esférica moldeada 90', una lente de moldeada tóricamente 90", y un lente moldeada cilíndrica 90"". La curvatura de cada lente 90', 90", 90"" se caracteriza por un primer radio de curvatura  $r_{11}$  y un segundo radio de curvatura  $r_{12}$ . Se indican las líneas a los largos de las cuales se determinan  $r_{11}$  y  $r_{12}$ . Para una lente curvada esféricamente 90',  $r_{11}$  es igual a  $r_{12}$ . Para una lente curvada tóricamente 90",  $r_{11}$  es distinto de  $r_{12}$ . Para una lente curvada cilíndricamente 90"",  $r_{12}$  es igual a aproximadamente 0 dioptrías.
- 60

Otro objetivo es suministrar un artículo óptico polarizado que incluya dos lentes. Con referencia a la figura 12, el dispositivo para ojos 100 incluye una montura para gafas 102, una primera lente 104 y una segunda lente 106. Las lentes 104, 106 pueden ser iguales o distintas, dependiendo del uso deseado del artículo óptico. Para la construcción de dispositivos para ojos polarizados lineales, la primera lente 104 y la segunda lente 106 son idénticas. La hoja usada para estas lentes tendrá un vector de Stokes, como descrito en la ecuación 1, con el eje polarizador orientado paralelamente al eje horizontal ( $\theta=0$ ). En algunos ejemplos preferidos para uso estereoscópico, ambas lentes se realizan con una hoja polarizadora lineal teniendo un vector de Stokes como descrito en la Ecuación 1, con el eje polarizador de la primera lente 104 orientado a  $\theta$  y el eje polarizador de la segunda lente 106 orientado a  $\theta+n/2$ . En un ulterior ejemplo preferido para uso estereoscópico, el material de la hoja incluye una capa retardadora 18 y un vector de Stokes como descrito en la Ecuación 2. La primera lente 104 tiene su eje polarizador T orientado a  $\theta$  y el eje rápido del retardador R orientado a  $\phi = \theta + \beta$ , y la segunda lente 106 tiene su eje polarizador T orientado a  $\theta$  y el eje rápido del retardador R orientado a  $\phi = \theta - \beta$ .

**EJEMPLOS**

En esta sección, se describen algunos ejemplos ilustrativos útiles para la comprensión de la invención. Esto se hace por medio de solamente a título de ejemplo y, por lo tanto, no limita el alcance de la invención.

**EJEMPLO 1**

**PREPARACIÓN DE UNALENTE**

Una lente polarizadora lineal de forma esférica se ha preparado usando el método y el aparato que se ha descrito antes. La estructura de la lente 112 se comprenderá mejor con referencia a la figura 13. La lente 112 se ha formado a partir de un total de seis capas de material, incluyendo una capa polarizadora 12, una primera capa polimérica 14, una segunda capa polimérica 16, una tercera capa polimérica 118, una primera capa de revestimiento duro 114 y una segunda capa de revestimiento duro 116. La lente tiene su espesor máximo en la porción central. Los materiales usados para realizar la lente 112, las propiedades de las platinas, y los parámetros de moldeo se especifican todos en la TABLA 1.

TABLA 1 Materiales y parámetros usados para moldear una lente de ejemplo de la invención

Materiales de la lente	Capa 1 (114)		revestimiento duro
	Capa 2 (118)		triacetato de celulosa
	Capa 3 (16)		triacetato de celulosa
	Capa 4 (12)		PVA estirado con yodo
	Capa 5 (14)		triacetato de celulosa
	Capa 6 (116)		revestimiento duro
	Espesor del material del primordio		0,8mm
Platinas	Material		acero
	Radio ( $r_{11} = r_{21}$ )		87,2 mm
Parámetros de moldeo	Temperaturas	pre-calentamiento	50-70°C
		calentamiento	90-100°C
		refrigeración	20-35°C
	Presiones	estadio 1	1.4-1.6 MPa
		estadio 2	8-10 MPa
	tiempo de subida	8-12 segundos	

**EJEMPLO 2**

**MEJORAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN USANDO REVESTIMIENTOS ANTIRREFLEJO EN LENTES POLARIZADAS CIRCULARES**

Las lentes polarizadas circulares se han revestido en ambas superficies, la convexa y la cóncava, con un revestimiento antirreflejo para determinar si un revestimiento antirreflejo puede mejorar el % de transmitancia en el interior del intervalo de longitudes de onda entre 280 y 700 nm, que incluye el espectro de la luz visible. La estructura de una lente polarizada circular incluyendo un revestimiento antirreflejo se comprende mejor con referencia a la figura 14, en que la lente 120 incluye una capa polarizadora 12, una primera capa polimérica 14, una segunda capa polimérica 16, una capa retardadora 18, una primera capa de revestimiento antirreflejo 122 y una segunda capa de revestimiento antirreflejo 124.

La TABLA 2 muestra los resultados de un mejoramiento típico del % de transmitancia.

TABLA 2 Datos sobre el mejoramiento de la transmisión

¿Revestimiento	Transmitancia del polarizador	Transmitancia del polarizador
----------------	-------------------------------	-------------------------------

antirreflejo aplicado?	transversal (%)	paralelo (%)
NO	0,02	82
SÍ	0,03	90

La aplicación de un revestimiento antirreflejo se utiliza regularmente en los productos para los artículos ópticos. Tanto para las gafas de sol como para los artículos ópticos de corrección se aplica en la parte trasera de la lente para minimizar los reflejos molestos hacia atrás en la lente procedentes de fuentes de luz situadas detrás del portador. En caso de artículos ópticos correctivos, también se aplica en la parte delantera de la lente por razones cosméticas, es decir para impedir los reflejos desde la parte frontal de las lentes, haciendo que el artículo óptico se note menos.

Se ha descubierto que cuando se aplican revestimientos antirreflejos en dispositivos para ojos estereoscópicos, como se describe en este ejemplo, el revestimiento aumenta de forma ventajosa y significativa la transmisión de la luz para la cual se ha diseñado la lente, sin aumentar la transmisión de la luz que se ha previsto que la lente tiene que bloquear. En este caso, las lentes se han diseñado para maximizar la transmitancia del polarizador paralelo, mientras minimizan la transmitancia del polarizador transversal. Los resultados muestran que el revestimiento antirreflejo nos ha permitido aumentar la transmitancia del polarizador paralelo del 8% con un aumento mínimo en la transmitancia del polarizador transversal. Eso es importante especialmente para los operadores de proyección 3D, como los operadores de cine, ya que una cantidad significativa de luz se pierde en la pantalla 3D. La capacidad de un artículo óptico de transmitir más luz permite al operador usar fuentes luminosas menos potentes, lo que resulta en ahorros significativos en los costes operativos.

La presente invención se ha descrito en la presente con referencia a los dibujos de acompañamiento, en que se muestran formas de realización preferidas de la invención. A menos que se defina de otra forma, todos los términos científicos y técnicos utilizados en la presente se entienden con el mismo significado comprendido comúnmente en el sector a que pertenece la presente invención y en el momento de su presentación. A pesar de que varios métodos y materiales similares o equivalentes a los que se describen aquí pueden utilizarse en la práctica o en la prueba de la presente invención, se describen métodos y materiales adecuados. La persona experta tiene que comprender que los métodos y los materiales usados y descritos son ejemplos y pueden no ser los únicos adecuados para el uso con la invención.

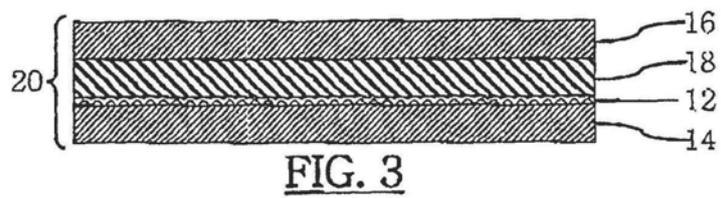
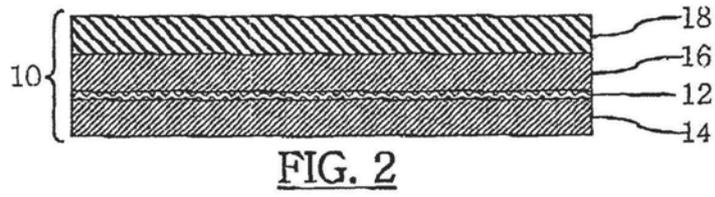
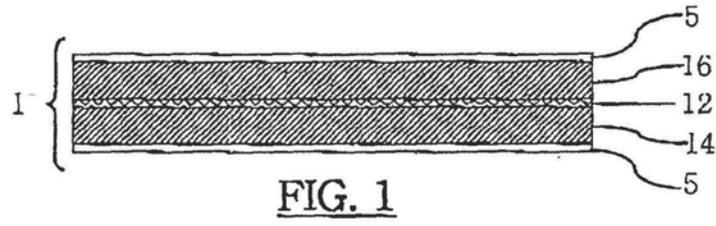
Consiguientemente, la presente invención puede incorporarse de muchas formas distintas y no tiene que considerarse limitada a las formas de realización ilustradas que se describen en el presente documento. La invención se ha descrito con un determinado detalle, pero resultará claro que varias modificaciones y varios cambios pueden realizarse en el interior del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones que se adjuntan.

## REIVINDICACIONES

1. Método de realización de una lente moldeada (112, 120), este método comprendiendo:  
 5 obtener un primordio de lentes (42, 44, 48) incluyendo, en relación superpuesta, una capa polarizadora lineal (12) laminada junto a una pluralidad de capas poliméricas (14, 16, 18), la capa polarizadora lineal teniendo un eje de polarización;  
 calentar y comprimir el primordio de lentes (42, 44, 48) entre un elemento convexo (68) y un elemento cóncavo (56) a una primera presión;  
 10 aumentar la presión de forma sigmoidea desde la primera presión a una presión superior en un tiempo de subida, en que la subida de la primera presión a la presión más alta se realiza de acuerdo a un perfil de presión sigmoideo; y mantener la presión más alta durante un tiempo suficiente para permitir al primordio de lentes conformarse a la forma del elemento convexo (68) y del elemento cóncavo (56),  
 en que: la fase de calentamiento incluye calentar el primordio de lentes (42, 44, 48) a una temperatura de formación apretando el primordio de lente (42, 44, 48) a la primera presión entre el elemento convexo (68) y el elemento cóncavo (56), el elemento convexo (68) y el elemento cóncavo (56) estando ambos a la temperatura de moldeo;  
 15 la fase de subida de la presión a la presión más alta se realiza mientras se calienta a la temperatura de moldeo; la fase de mantener la presión más alta se realiza mientras se calienta a la temperatura de moldeo; y el método incluye ulteriormente  
 reducir la temperatura a una temperatura reducida mientras se mantiene la presión más alta para permitir el primordio de lentes (42, 44, 48) convertirse en una lente rígida teniendo un lado convexo y un lado cóncavo; y  
 20 removiendo la lente rígida entre el elemento convexo (68) y el elemento cóncavo (56).
2. Método de la reivindicación 1, en que la forma del elemento convexo (68) y del elemento cóncavo (56) produce una lente teniendo un espesor no uniforme.  
 25
3. Método de la reivindicación 1, en que la primera presión está entre aproximadamente 0.75 Mpa y aproximadamente 2.50 Mpa.
4. Método de la reivindicación 1, en que la presión más alta está entre aproximadamente 1.5 Mpa y aproximadamente 32 Mpa.  
 30
5. Método de la reivindicación 1, en que el tiempo de subida está entre aproximadamente 5 y aproximadamente 150 segundos.
6. Método de la reivindicación 1, incluyendo ulteriormente, precalentar el primordio de lentes (42, 44, 48) antes de aplicar la primera presión.  
 35
7. Método de la reivindicación 1, en que la forma del elemento convexo (68) y del elemento cóncavo (56) producen una lente moldeada esféricamente (90°) teniendo un primer radio de curvatura y un segundo radio de curvatura perpendicular al primer radio de curvatura, en que el primer radio de curvatura y el segundo radio de curvatura son iguales.  
 40
8. Método de la reivindicación 1, en que la forma del elemento convexo (68) y del elemento cóncavo (56) producen una lente moldeada tóricamente (90°) teniendo un primer radio de curvatura y un segundo radio de curvatura perpendicular al primer radio de curvatura, en que el primer radio de curvatura y el segundo radio de curvatura no son iguales.  
 45
9. Método de la reivindicación 1, en que la forma del elemento convexo (68) y del elemento cóncavo (56) producen una lente moldeada cilíndricamente (90°) teniendo un primer radio de curvatura y un segundo radio de curvatura perpendicular al primer radio de curvatura, en que el primer radio de curvatura no es igual a cero y el segundo radio de curvatura es cero.  
 50
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1, y entre 7 y 9, en que por lo menos una de las capas poliméricas (14, 16, 18) es un retardador de ondas ópticas (18) teniendo un eje rápido y el eje rápido se ha alineado a un ángulo relativo al eje polarizador.  
 55

60

11. Método de la reivindicación 10, incluyendo ulteriormente el revestimiento de una superficie cóncava y de una superficie convexa de la lente formada (112, 120) con un revestimiento antirreflejo (122, 124).
- 5 12. Método según las reivindicaciones 10 y 11, en que la lente moldeada (112, 120) tiene una transmitancia del polarizador paralelo igual o mayor del 90% y una transmitancia del polarizador transversal igual o menor al 0,5%.
- 10 13. Método de realizar artículos ópticos, este método incluyendo: (a) obtener una primera lente y una segunda lente, la primera y la segunda lente siendo moldeadas desde primordios de lentes (42, 44, 48) en una forma deseada según el método de la reivindicación 1; y (b) posicionando la primera lente y la segunda lente en una montura de gafa.



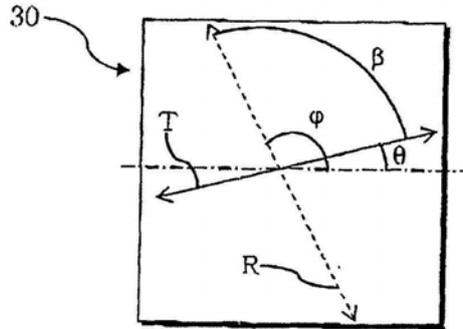


FIG. 4

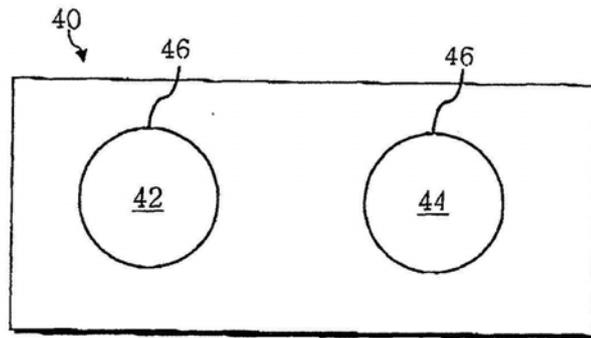


FIG. 5

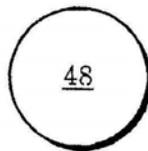


FIG. 6

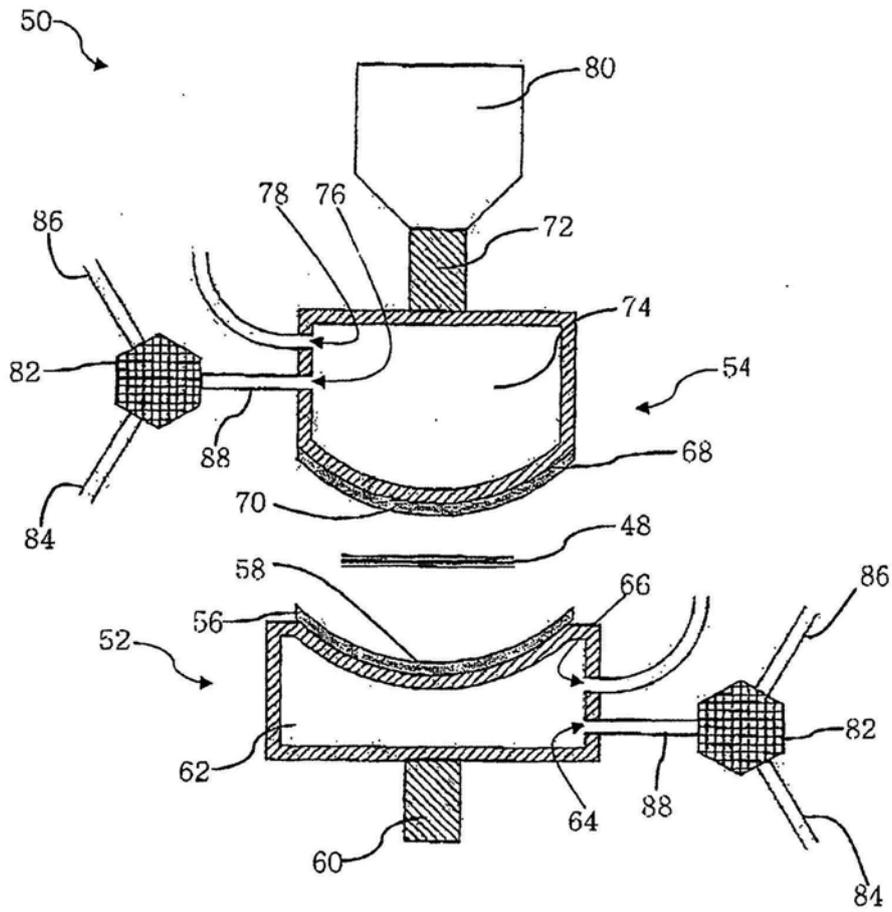


FIG. 7

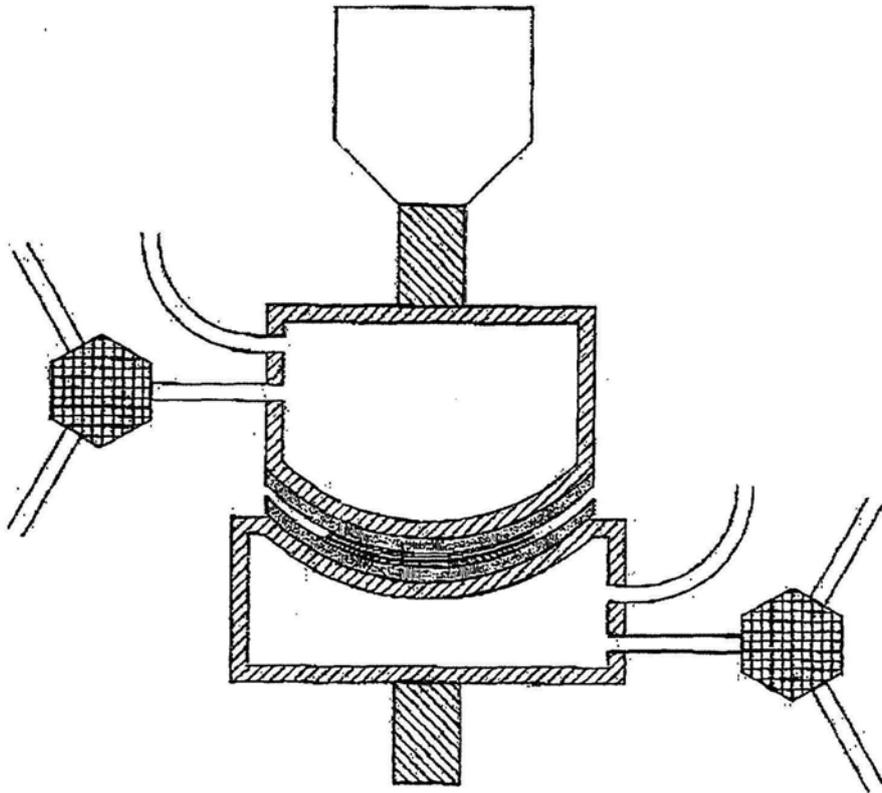


FIG. 8

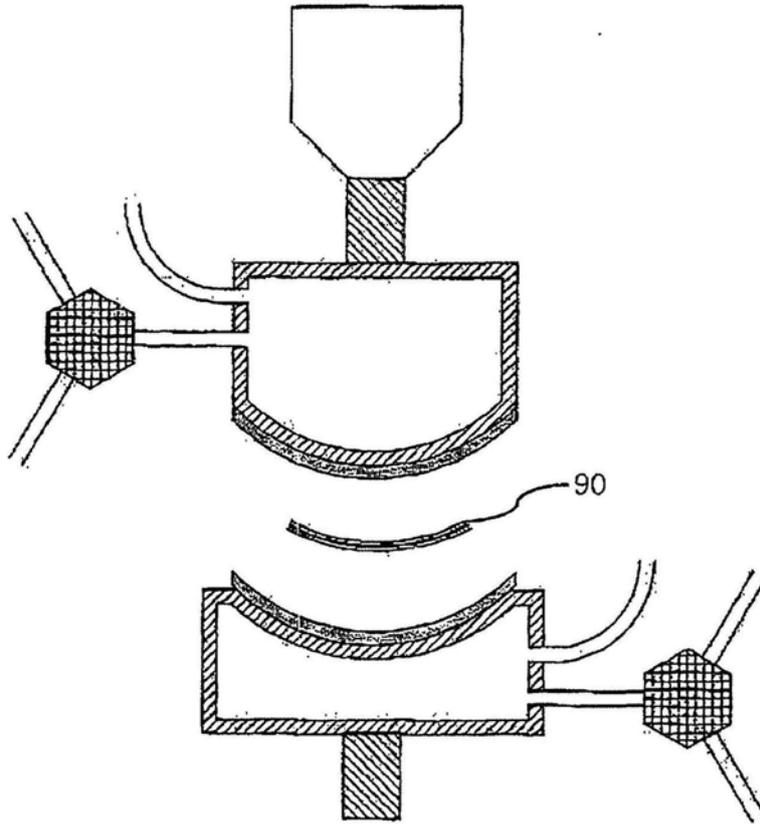


FIG. 9

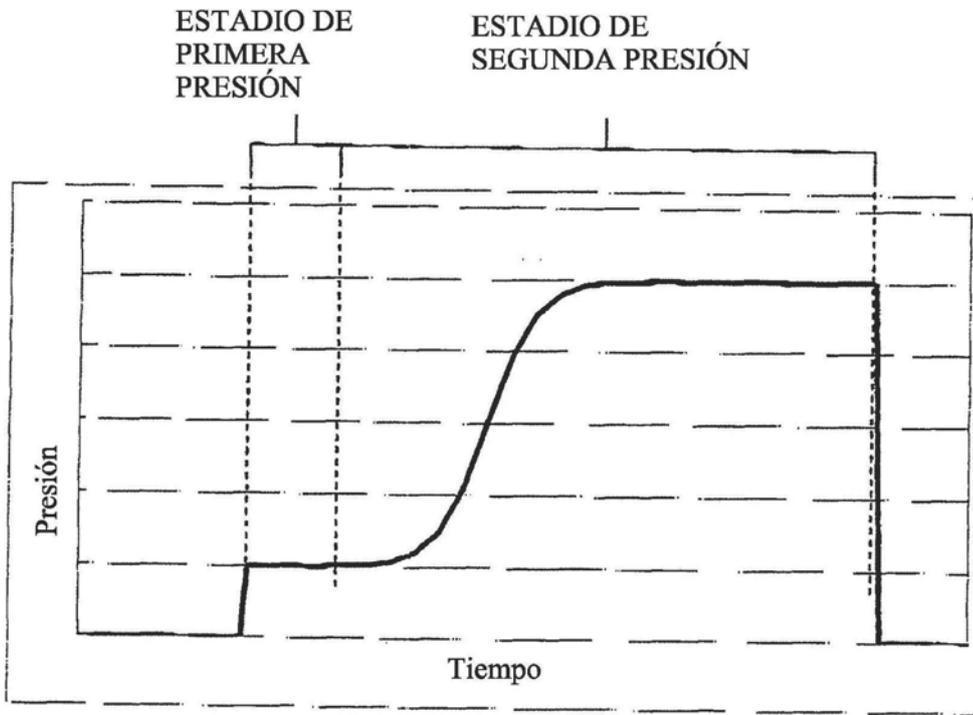


FIG. 10

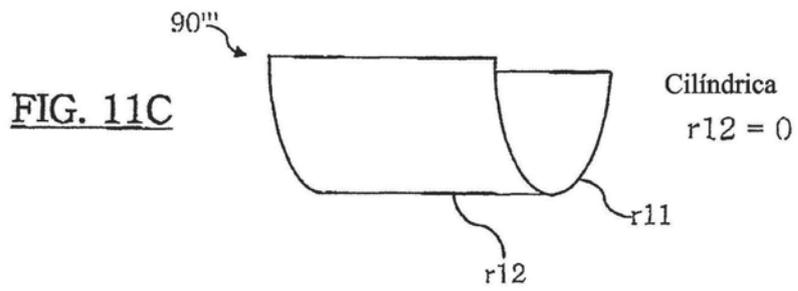
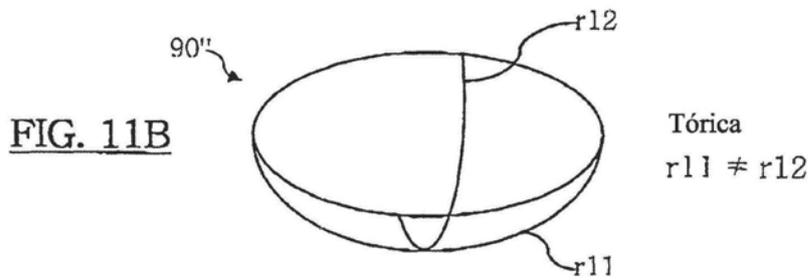
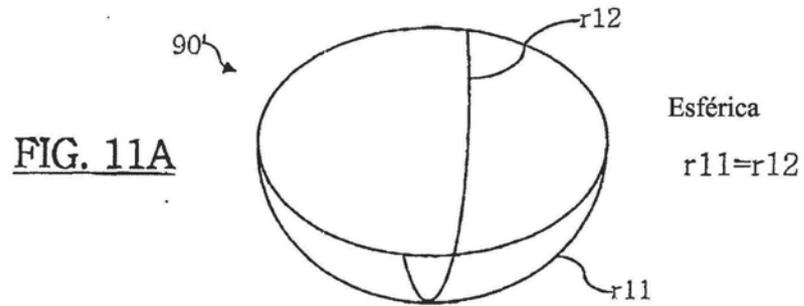


FIG. 12

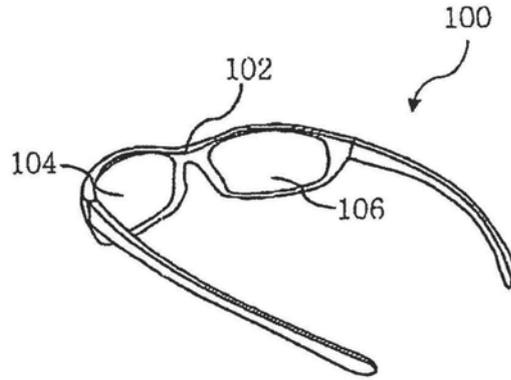


FIG. 13

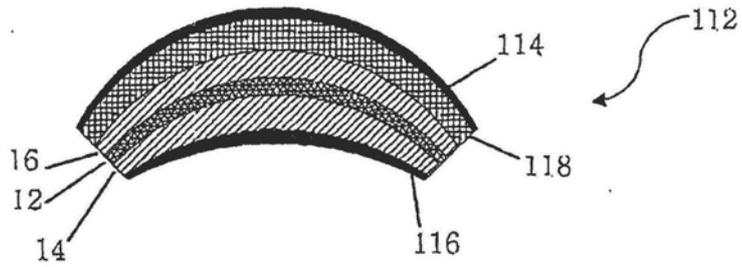


FIG. 14

