(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 552 107**

(51) Int. CI.:

B29D 11/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2008 E 08758386 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2015 EP 2152504**

(54) Título: **Método para la fabricación de un elemento óptico hecho de material plástico termoestable para su uso en dispositivos de protección de los ojos y elemento óptico así obtenido**

(30) Prioridad:

04.05.2007 IT MI20070902
23.07.2007 US 961730 P
28.08.2007 IT MI20071699
02.10.2007 US 977054 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.11.2015

(73) Titular/es:

ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'OPTIQUE) (100.0%)
147, rue de Paris
94220 Charenton-le-Pont, FR

(72) Inventor/es:

MENTA, FEDERICO;
LAGASI, MATTEO y
MARUSI, GRAZIANO

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

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 la fabricación de un elemento óptico hecho de material plástico termoestable para su uso en dispositivos de protección de los ojos y elemento óptico así obtenido

Antecedentes de la invención

En un aspecto general de la misma, la presente invención se refiere a la fabricación de un elemento óptico hecho de un material plástico termoestable para su uso en dispositivos de protección de los ojos y/o en dispositivos adaptados para corregir la visión, tales como gafas, máscaras, visores y similares.

Más particularmente, la invención se refiere a un método para la fabricación de un elemento óptico polarizante o no polarizante que comprende al menos una capa funcionalizada que incorpora al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, además de a un elemento óptico polarizante o no polarizante así obtenido.

La invención también se refiere a cualquier dispositivo de protección de los ojos que comprende el elemento óptico polarizante o no polarizante anteriormente mencionado.

El elemento óptico de la invención puede ser un producto semi-acabado en términos de forma y/o propiedades de refracción, a partir del cual es posible obtener, moldeando y posiblemente biselando, un ocular para dispositivos de protección de los ojos, tal como, por ejemplo, una lente oftálmica, es decir, que tiene propiedades de refracción específicas adaptadas para corregir la visión, o una lente no oftálmica para gafas.

Alternativamente, el elemento óptico de la invención también puede ser un producto acabado en términos de forma y/o propiedades de refracción, tal como, por ejemplo, un ocular en forma de una lente para gafas oftálmicas o no oftálmicas, visores, máscaras protectoras o pantallas portátiles.

En la siguiente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, los términos: dispositivo de protección de los ojos y ocular, se usan para indicar elementos respectivamente adecuados para proteger los ojos y para permitir la visión, como se define por la Norma Europea CEN EN 165.

Además, en la siguiente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, los términos: dispositivo adaptado para corregir la visión, lentes, lentes para gafas, lentes oftálmicas, se usan para indicar elementos correspondientes como se define por la Norma ISO 13666.

Técnica relacionada

Como se sabe, en el campo de la fabricación de los elementos ópticos hechos de material plástico para su uso en dispositivos de protección de los ojos, se siente la necesidad de conferir al elemento óptico propiedades de filtrado de la luz adecuadas, o más generalmente, propiedades que puedan modificar las características espectrales de la luz transmitida por el propio elemento de tal forma que protejan el ojo y permitan una visión óptima mejorada tanto en entornos mal iluminados como en condiciones de luz plena. En este último caso, también puede desearse reducir los efectos de brillo confiriendo al elemento óptico propiedades polarizantes.

En este contexto, se requiere que los elementos ópticos hechos de material plástico tengan propiedades ópticas tan parecidas como sean posibles a las del vidrio (notoriamente óptimas), un material que es normalmente castigado hoy en día en el mercado de los dispositivos de protección de los ojos y/o de dispositivos adaptados para corregir la visión debido a su peso y mala resistencia al impacto que los hacen poco satisfactorios solo con espesores significativos (y así peso).

En la fabricación de elementos ópticos para su uso en dispositivos de protección de los ojos y/o en dispositivos adaptados para corregir la visión, se conoce el uso de materiales termoplásticos, tales como, por ejemplo, policarbonato que tiene considerables características de ligereza y resistencia al impacto, que se forman por medio de moldeo por inyección para formar el elemento óptico a temperaturas normalmente comprendidas entre 190 ºC y 230 ºC.

Según una primera técnica de fabricación, el elemento óptico formado mediante el moldeo por inyección se trata posteriormente de manera que se confiera al mismo propiedades adecuadas que puedan modificar las características espectrales de la luz transmitida, por ejemplo, introduciendo en la masa de material plástico (o en una capa superficial de la misma) uno o más compuestos colorantes o uno o más compuestos provistos de características fotocromáticas.

Según una segunda técnica de fabricación descrita, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos n.º 7.077.985, las propiedades deseadas que pueden modificar las características espectrales de la luz transmitida se confieren al elemento óptico durante la etapa de moldeo por inyección insertando en un molde una capa funcionalizada adaptada

para modificar las características espectrales de la luz transmitida, por ejemplo, un laminado que tiene características fotocromáticas.

Más particularmente, la presente patente desvela un método para la fabricación de lentes oftálmicas que comprenden las etapas de proporcionar una película funcional de laminado fotocromática, preformar tal laminado de manera que se confiera al mismo una forma más delgada que la de la cavidad de alojamiento del laminado definida en un molde de inyección, inyectar un material termoplástico fundido en el molde, mantener el molde a una temperatura de 132-143 ºC (270-290 ºF) durante la inyección del material termoplástico, refrigerar el material termoplástico después del moldeo y sacar la lente oftálmica resultante del molde.

Los elementos ópticos provistos de al menos una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida fabricada empleando materiales termoplásticos por medio de moldeo de inyección poseen, sin embargo, características ópticas no óptimas debido a tanto el material pre-seleccionado (por ejemplo, el policarbonato tiene un número de Abbe bastante bajo) como a la propia técnica de moldeo por inyección que confiere al material durante las operaciones de moldeo deformaciones que producen fenómenos de birrefringencia deseados del elemento óptico acabado.

La introducción en el elemento óptico de una capa funcionalizada en forma de una película funcional de laminado, además, introduce adicionalmente elementos que pueden poner en peligro las propiedades ópticas del elemento óptico y relacionados con la posibilidad de que puedan formarse defectos en la interfase entre la película de laminado y la masa de material termoplástico, o a fenómenos de envejecimiento con una separación parcial de la película de laminado de una masa tal.

En la fabricación de elementos ópticos para su uso en dispositivos de protección de los ojos, también se conoce el uso de materiales plásticos termoestables, tales como, por ejemplo, carbonatos de bis-alilo o poliuretanos que poseen características ópticas indudablemente superiores con respecto a aquellas de materiales termoplásticos y, por tanto, en el caso de poliuretanos, una resistencia al impacto comparable a la del policarbonato.

En este caso, la fabricación de los elementos ópticos hechos de material plástico termoestable que tienen propiedades adecuadas adaptadas a modificar las características espectrales de la luz transmitida por el propio elemento generalmente prevé la introducción de sustancias colorantes adecuadas, o sustancias que tienen propiedades fotocromáticas, dentro de la masa entera del material plástico termoestable.

Esta técnica, aunque es sustancialmente adecuada para el fin, tiene, sin embargo, el inconveniente de que tiene un coste relativamente alto, en particular en el caso de compuestos fotocromáticos, debido al alto coste de tales compuestos que se emplean para el tratamiento de la masa del material plástico.

Alternativamente, elementos ópticos hechos de material plástico termoestable que tienen propiedades adecuadas que pueden modificar las características espectrales de la luz transmitida pueden fabricarse insertando una película de laminado polarizante dentro de la masa de material plástico como se describe, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos n.º. 6.650.473 y 7.002.744.

Más particularmente, la patente de Estados Unidos n.º 6.650.473 desvela un método para la fabricación de lentes polarizantes que comprenden las etapas de unir una película de plástico a una hoja polarizante por medio de un adhesivo de manera que se forme un laminado, prensar en caliente tal laminado de manera que se obtenga una forma similar a la de una lente, colocar el laminado prensado en caliente en una cavidad definida en un molde de inyección e inyectar una resina que forma la lente que puede fundirse con la película de plástico en la cavidad del molde.

Este método de fabricación, aunque emplea materiales plásticos termoestables, implica, sin embargo, una inyección de material plástico en un estado fundido en el molde y, como tal, tiene los mismos inconvenientes ilustrados anteriormente con referencia a las técnicas de moldeo por inyección de los materiales termoplásticos.

También en este caso, además, la inserción en el elemento óptico de una capa en forma de una película polarizante de laminado puede afectarse por los inconvenientes relacionados con la posibilidad de que puedan formarse defectos en la interfase entre la película de laminado y la masa de material termoestable, o a fenómenos de envejecimiento con una separación parcial de la película de laminado de la propia masa.

La patente de Estados Unidos n.º 7.002.744, por otra parte, desvela diferentes métodos de fabricación de lentes polarizantes usando resinas termoendurecibles coladas. Entre estos, el método preferido proporciona la incorporación completa de la película polarizante dentro de la resina. Este método ofrece la ventaja de obtener una calidad óptica mejorada, particularmente cuando el elemento óptico se obtiene colando una resina termoendurecible y no mediante moldeo por inyección de un polímero termoplástico.

Películas polarizantes adecuadas para el fin incluyen varias estructuras y materiales diferentes. Estas estructuras incluyen películas polarizantes sin soportar o no laminadas tales como películas polarizantes hechas de PVA o PET,

y películas polarizantes soportadas por medio de laminación permanente y no desprendible de materiales plásticos transparentes que predominantemente tienen funciones de soporte tales como, por ejemplo, policarbonato, triacetato de celulosa, diacetato de celulosa y acetobutirato de celulosa.

Sin embargo, los métodos de fabricación desvelados en esta referencia están afectados por varios inconvenientes.

Por ejemplo, en la fabricación de blancos polarizantes para obtener lentes oftálmicas por medio de procesamiento óptico y pulido de la superficie cóncava se desea que la película polarizante esté dispuesta tan próxima como sea posible a la superficie convexa. Esto permite obtener, después del procesamiento óptico anteriormente dicho, lentes oftálmicas con uso correctivo que tienen un espesor de procesamiento mínimo menor, una calidad deseada debida a la mayor ligereza y aspecto mejorado del producto acabado.

Resulta que un blanco polarizante para obtener lentes oftálmicas en el que la película polarizante está completamente incorporada dentro de la resina tiene deseablemente una fuerte estructura asimétrica, en el que la capa de resina termoendurecible entre la película polarizante y la superficie externa convexa del blanco tiene un espesor significativamente más bajo que la capa de resina termoendurecible entre la película polarizante y la superficie interna cóncava del blanco.

Una asimetría deseada tal del blanco polarizante, sin embargo, genera un gran problema de fabricación, ya que puede ser difícil llenar completamente de un modo apropiado las dos porciones huecas considerablemente asimétricas definidas dentro de la cavidad del molde por la película polarizante para obtener un elemento óptico de calidad adecuada que evite al mismo tiempo un desplazamiento de la película polarizante de la posición deseada. Este problema, además, puede empeorar adicionalmente junto con el aumento de la viscosidad y/o velocidad de flujo de colada de la resina termoendurecible dentro del molde.

Además, cuando se usan resinas termoendurecibles con reacción de polimerización exotérmica, el tamaño y calidad funcional de la película polarizante puede alterarse por las temperaturas relativamente altas, hasta 150-160 ºC, que pueden alcanzarse en el pico exotérmico durante la primera etapa de polimerización de la masa de polímero.

La solicitud de patente internacional WO 95/15845 se refiere a métodos para preparar lentes de plástico de calidad óptica con aditivos fotocrómicos.

La solicitud de patente internacional WO 96/18921 se refiere a un proceso para preparar un artículo polimérico reticulado, proceso que incluye: proporcionar una composición de colada polimérica reticulable; y una composición fotocrómica; someter la composición de colada polimérica reticulable a curado parcial, de forma que el polímero alcance o supere su punto de gelación; y poner en contacto el polímero gelificado parcialmente curado con la composición fotocrómica.

La solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2004/0017610 se refiere a partes polarizadas de calidad óptica y métodos para la fabricación de las partes ópticas. La parte óptica polarizada tiene resistencia al impacto mejorada con respecto a las partes de resina termoestable convencional, además de mejores propiedades ópticas que las construcciones de policarbonato resistentes al impacto similares.

Sumario de la invención

La presente invención tiene como objetivo proporcionar un método que permite fabricar al menor coste posible un elemento óptico hecho de material plástico termoestable para su uso en dispositivos de protección de los ojos que tienen al menos una capa funcionalizada que incorpora al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida y que carece al menos en parte de los inconvenientes mencionados anteriormente con referencia al estado de la técnica citado.

Según un primer aspecto de la misma, por tanto, la presente invención proporciona un método para la fabricación de un elemento óptico hecho de material plástico termoestable y que comprende al menos una capa funcionalizada que incorpora al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, que comprende las etapas de:

a) proporcionar en un molde una primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye un poliuretano parcialmente reticulado o polímero de poliol-alil-carbonato que comprende grupos funcionales reactivos seleccionados de -NCO o $-CH=CH_2$;

b) formar sobre al menos una superficie de dicha capa auto-portante una segunda capa que incluye:

i) un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos que pueden reaccionar químicamente con los

grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado, y

- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,
en el que dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o el primer monómero están seleccionados de -NCO o $-CH=CH_2$,
en el que dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato -NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC,
en el que dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC,

ii) al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida,

c) reticular dicha primera y segunda capas en el molde de manera que se forme un elemento óptico monolítico sólido hecho de material plástico termoestable que comprende al menos una capa funcionalizada que incorpora dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

Dentro del marco de la presente descripción y de las posteriores reivindicaciones, la expresión: capa auto-portante hecha de material plástico termoestable se usa para indicar una capa sólida hecha de material plástico que tiene características mecánicas que permiten manipular la capa sin pérdida sustancial o alteraciones de su forma y consistencia.

Dentro del marco de la presente descripción, la expresión: elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida se usa para indicar cualquier producto o compuesto capaz de modificar de una manera deseada las características espectrales de la luz transmitida, por ejemplo, filtrando la luz transmitida en porciones seleccionadas del espectro de la luz visible o polarizando la luz transmitida de manera que se reduzca el brillo. Ejemplos de elementos adaptados para modificar las características espectrales de la luz transmitida para los fines de la invención son al menos un compuesto químico que tiene características de filtrado de la luz, al menos un compuesto fotocromático o una capa polarizante que comprende, por ejemplo, una película polarizante o un recubrimiento polarizante.

Dentro del marco de la presente descripción, el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado podría tanto ser una sustancia (tal como un compuesto químico que tiene características de filtrado de la luz o un compuesto fotocromático) incorporada en el material polimerizable en fase líquida como una capa polarizante (por ejemplo, que comprende, como se ha mencionado anteriormente, una película polarizante o un recubrimiento polarizante) que se incluye en la segunda capa y está rodeada o en contacto con el material polimerizable en fase líquida.

Por consiguiente, dentro del marco de la presente descripción, la expresión: capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida se usa para indicar una capa sólida hecha de material plástico que incorpora al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida como se ha definido anteriormente, por ejemplo, al menos un compuesto químico que tiene características de filtrado de la luz y/o al menos un compuesto fotocromático y/o una capa polarizante.

Dentro del marco de la presente descripción y de las reivindicaciones posteriores, además, los términos: reticulación y polimerización se usarán indistintamente para indicar la formación de enlaces químicos entre dos o más compuestos reactivos adaptados para aumentar el peso molecular del producto así obtenido.

Ventajosamente, el método de la invención permite fabricar un elemento óptico capaz de modificar las características espectrales de la luz transmitida y que tiene características ópticas óptimas que se derivan de la obtención de una estructura monolítica sustancialmente uniforme sólida tras la formación de enlaces químicos entre la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado y la segunda capa que incluye al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

Gracias a estas características y como será más evidente en la siguiente descripción, es en particular posible fabricar, a un coste relativamente limitado, una lente oftálmica para gafas hecha de material plástico termoestable que tiene tanto propiedades ópticas como propiedades de modificación de las características espectrales de la luz transmitida óptimas.

En una realización preferida y confiriendo un espesor adecuado a la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable y un espesor más reducido a la segunda capa adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida, además, es en particular posible obtener un producto semi-acabado o blanco a

partir del que puede obtenerse una lente oftálmica por medio de procesamiento mecánico de la parte más gruesa ópticamente transparente (la primera capa) sin, sin embargo, dañar la capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida y, por tanto, obtener un elemento óptico que tiene las propiedades deseadas de corrección de la visión.

Si el elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida es una capa polarizante, el procesamiento mecánico de la parte más gruesa ópticamente transparente (la primera capa) puede, en particular, llevarse a cabo sin dañar la capa polarizante que puede estar tanto asociada a una superficie de la parte ópticamente transparente (la primera capa) como incorporada dentro de la segunda capa y, por tanto, obtener un elemento óptico polarizante que tiene las propiedades deseadas de reducción del brillo y corrección de la visión.

En la siguiente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término: ópticamente transparente se usa para indicar la propiedad de una capa o parte del elemento óptico de no alterar, de manera sustancial, el espectro de la luz visible transmitida a través de la misma.

En otra realización del método de la invención, también es posible fabricar un elemento óptico hecho de material plástico termoestable y que comprende al menos una capa funcionalizada que incorpora al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, por medio de las etapas de:

d) proporcionar en un molde una primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye un poliuretano parcialmente reticulado o polímero de poliol-alil-carbonato que comprende grupos funcionales reactivos seleccionados de -NCO o $-CH=CH_2$ y al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida de la capa auto-portante;

e) formar sobre al menos una superficie de dicha capa auto-portante una segunda capa que incluye:

i) un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado,

- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,

en el que dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o el primer monómero están seleccionados de -NCO o $-CH=CH_2$,
en el que dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato -NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC,
en el que dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC,

f) reticular dicha primera y segunda capas en el molde de manera que se forme un elemento óptico monolítico sólido hecho de material plástico termoestable que comprende al menos una capa funcionalizada que incorpora dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

De este modo, es ventajosamente posible fabricar, en una primera etapa, una capa auto-portante funcionalizada hecha de material plástico termoestable que incluye al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, capa que puede unirse posteriormente químicamente durante la etapa de reticulación con una capa que puede ser tanto ópticamente transparente como estar funcionalizada con el fin de modificar las características espectrales de la luz transmitida, y preferentemente adaptada para formar el cuerpo portante del elemento óptico.

Dentro del marco y para los fines de esta segunda realización de la invención y como se explicará en mayor detalle más adelante, el compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida puede estar tanto incorporado dentro de parte o la masa completa de las capas hechas de material plástico termoestable, por ejemplo, la capa auto-portante, como asociado a al menos una superficie de una de las dos capas.

Esta realización adicional del método de la invención también permite lograr los ventajosos efectos técnicos mencionados anteriormente con respecto a la primera realización, encontrándose la diferencia entre las dos realizaciones esencialmente en la forma en la que se realiza la al menos una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En ambas de las realizaciones anteriormente mencionadas del método de la invención, es ventajosamente posible fabricar una capa funcionalizada relativamente delgada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida con una reducción del coste relacionada con un menor consumo del compuesto químicos capaz de obtener este efecto técnico.

En el presente documento también se desvela un método en el que el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado es una capa polarizante. En este método, es ventajosamente posible reducir la masa de resina termoendurecible en la etapa de reacción y/o aumentar la relación entre la superficie de intercambio de calor y la masa de polímero en la etapa de reacción, reduciéndose así las temperaturas alcanzadas en el pico exotérmico y lográndose la ventaja adicional de que las propiedades físicas y ópticas de la capa polarizante no se alteran significativamente incluso usando resinas termoendurecibles con reacción de polimerización fuertemente exotérmica.

En ambas de las realizaciones anteriormente mencionadas del método de la invención y como se describirá en mayor detalle en el presente documento más adelante, también es posible fabricar un elemento óptico que tiene propiedades diferenciadas que pueden modificar las características espectrales de la luz transmitida en tanto la primera como la segunda capas anteriormente descritas cuando el material polimerizable en fase líquida empleado en la etapa b) o etapa e) del método incluye adicionalmente al menos una película polarizante adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En una realización preferida de la invención, la etapa a) anteriormente mencionada del método se lleva a cabo por medio de las etapas de:

a1) introducir en una cavidad del molde una capa de un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos,

- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,

en el que dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o el primer monómero están seleccionados de -NCO o $-CH=CH_2$,
en el que dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato -NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC,
en el que dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC,

a2) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos.

Para los fines de la invención, la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado puede proporcionarse, preferentemente por medio de las técnicas de moldeo por colada anteriormente mencionadas, dentro del mismo molde usado para formar el elemento óptico monolítico sólido final o, alternativamente, puede proporcionarse dentro de un molde separado. En este último caso, las etapas a) o d) anteriormente mencionadas del método incluyen las etapas de formar la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado en un primer molde y a continuación insertar la primera capa auto-portante en un segundo molde de manera que se defina una cavidad de moldeo en la que posteriormente se forma la segunda capa.

Si el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado es una película polarizante, el molde anteriormente mencionado comprende:

- la capa auto-portante obtenida por medio de la etapa a),

- una pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara y que define con la capa auto-portante al menos una cavidad de moldeo,

- una junta que sella lateralmente dicha al menos una cavidad de moldeo y adaptada para soportar una película polarizante y mantener la misma en una condición en suspensión, y

mientras que la etapa b) anteriormente mencionada de formar la segunda capa sobre al menos una superficie de la capa auto-portante se lleva a cabo por medio de las etapas de:

b1) asociar a dicha junta una película polarizante adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta anteriormente mencionada de manera que defina dentro de dicha al menos una cavidad de moldeo una primera porción hueca que se extiende entre la capa auto-portante y la película polarizante y una segunda porción hueca que se extiende entre la película polarizante y dicha cara ópticamente trabajada y pulida de dicha pared de molde;

b2) introducir en dicha primera y segunda porciones huecas de dicha al menos una cavidad de moldeo un material polimerizable en fase líquida según la etapa a1).

De este modo, es ventajosamente posible fabricar un elemento óptico que comprende una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida que comprende una película polarizante mientras que se elimina sustancialmente el problema anteriormente mencionado de desplazamiento de la película polarizante que afecta los métodos de fabricación del estado de la técnica.

Este efecto técnico ventajoso es esencialmente debido al volumen más limitado de la cavidad de moldeo en la que la película polarizante se coloca, volumen limitado que limita a su vez el volumen del material polimerizable en fase líquida que va a introducirse en la cavidad de moldeo para formar la segunda capa del elemento óptico, evitando así sustancialmente cualquier problema de llenado de la cavidad de moldeo.

Dentro del marco de la presente realización preferida, la película polarizante está preferentemente soportada y se mantiene en una condición en suspensión por la junta a lo largo de una superficie de simetría transversal de la cavidad de moldeo de manera que se defina dentro de la cavidad de moldeo dos porciones huecas simétricas que tienen sustancialmente el mismo volumen sobre cada cara de la película polarizante.

De esta forma, la eficacia de las operaciones de llenado puede aumentarse adicionalmente soportando la película polarizante a lo largo de una superficie de simetría transversal de la cavidad de moldeo, de manera que la introducción del material polimerizable en la fase líquida en el molde pueda llevarse a cabo llenando, preferentemente sustancialmente simultáneamente, las dos porciones huecas simétricas que tienen sustancialmente el mismo volumen definido en la cavidad de moldeo que actúa sobre cualquier cara de la película polarizante y evitando cualquier desplazamiento de la película polarizante de la posición deseada.

Dentro del marco de la presente realización preferida de la invención, la junta que sella lateralmente la cavidad de moldeo está preferentemente hecha de un material plástico adecuado, tal como polietileno, mientras que la pared de molde ópticamente trabajada y pulida anteriormente mencionada está preferentemente hecha de un material estructural adecuado tal como vidrio o metal.

Según una realización que no es parte de la invención, el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado es una capa polarizante y el método comprende además la etapa de asociar la capa polarizante a al menos una superficie de la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable antes de llevar a cabo dicha etapa b) de formar la segunda capa.

Como se ha mencionado anteriormente, la capa polarizante puede comprender una película polarizante o un recubrimiento polarizante, mientras que la etapa de asociar la capa polarizante a al menos una superficie de la primera capa auto-portante puede llevarse a cabo según técnicas conocidas en la técnica tales como depositando simplemente la capa polarizante sobre una superficie de la primera capa auto-portante o injertando una película polarizante adecuadamente superficialmente tratada en dicha superficie o formando sobre esta superficie una capa polarizante según procedimientos conocidos en la técnica.

De este modo, es ventajosamente posible fabricar un elemento óptico que comprende una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida que comprende una capa polarizante mientras que se reducen o eliminan sustancialmente los problemas anteriormente mencionados que afectan los métodos de fabricación del estado de la técnica relacionados con un posible desplazamiento de la capa polarizante y/o con posibles alteraciones de las propiedades físicas y ópticas de la capa polarizante consecuentes al desarrollo de altas temperaturas en el pico exotérmico, siempre que se usan resinas termoendurecibles con reacción de polimerización fuertemente exotérmica.

En otra realización preferida de la invención, la etapa d) anteriormente mencionada del método se lleva a cabo por medio de las etapas de:

d1) introducir en una cavidad del molde una capa de un material polimerizable en fase líquida según la etapa a1),

d2) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos;

d3) introducir en al menos una porción de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado así obtenido al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En otra realización preferida de la invención, la etapa d) anteriormente mencionada se lleva a cabo por medio de las etapas de:

d4) introducir en una cavidad del molde una capa de un material polimerizable en fase líquida según la etapa a1) y que incluye dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida,

d5) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos y al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida en al menos una porción de la misma.

Ambas de las realizaciones anteriormente mencionadas permiten ventajosamente fabricar de una forma eficaz un elemento óptico en el que la capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida es la primera capa auto-portante.

En otra realización preferida de la invención y con el fin de obtener un elemento óptico polarizante, el método comprende además una película polarizante incorporada dentro de la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado.

Dentro del marco de la presente realización, la etapa d) anteriormente mencionada se lleva entonces a cabo por medio de las etapas de:

d1) proporcionar un primer molde que comprende:

- una primera pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara,
- una segunda pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara y que define con la primera pared de molde al menos una cavidad de moldeo,
- una junta que sella lateralmente dicha al menos una cavidad de moldeo y adaptada para soportar una película polarizante y mantener la misma en una condición en suspensión,

d2) asociar a dicha junta una película polarizante adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta anteriormente mencionada de manera que defina dentro de dicha al menos una cavidad de moldeo una primera porción hueca que se extiende entre la primera pared de molde y la película polarizante y una segunda porción hueca que se extiende entre la película polarizante y la segunda pared de molde;

d3) introducir en dicha primera y segunda porciones huecas de dicha al menos una cavidad de moldeo un material polimerizable en fase líquida según la etapa a1),

d4) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos y una película polarizante;

d5) introducir en al menos una porción de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado así obtenido dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida; y

d6) insertar la primera capa auto-portante así obtenida en un segundo molde.

Dentro del marco de la presente realización preferida, la película polarizante está preferentemente soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta a lo largo de una superficie de simetría transversal de la cavidad de moldeo de manera que se defina dentro de la última dos porciones huecas simétricas que tienen sustancialmente el mismo volumen sobre cualquier cara de la película polarizante.

De este modo y similarmente a lo que se ha desvelado anteriormente en este documento con referencia a las operaciones de formación de la segunda capa, es ventajosamente posible fabricar un elemento óptico que comprende una capa auto-portante funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida formada por una película polarizante incorporada dentro de la primera capa auto-portante mientras que se elimina sustancialmente el problema anteriormente mencionado de desplazamiento de la película polarizante que

afecta los métodos de fabricación del estado de la técnica.

También en este caso, este efecto técnico ventajoso puede maximizarse si la primera cavidad de moldeo de la primera capa auto-portante tiene un volumen más reducido con respecto a la segunda cavidad de moldeo de la segunda capa, ya que esto limita a su vez el volumen del material polimerizable en fase líquida que va a introducirse para formar la primera capa auto-portante del elemento óptico, evitándose así sustancialmente cualquier problema de llenado de la primera cavidad de moldeo.

Además, y como se ha mencionado anteriormente, la eficacia de las operaciones de llenado puede aumentarse adicionalmente soportando la película polarizante a lo largo de una superficie de simetría transversal de la primera cavidad de moldeo, de manera que la introducción del material polimerizable en fase líquida en el molde pueda llevarse a cabo llenando, preferentemente sustancialmente simultáneamente, las dos porciones huecas simétricas que tienen sustancialmente el mismo volumen definido en la primera cavidad de moldeo que actúa sobre cualquier cara de la película polarizante y evitando cualquier desplazamiento de la película polarizante de la posición deseada.

Según una realización que no es parte de la invención y con el fin de obtener un elemento óptico polarizante, el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado puede ser una película polarizante asociada a al menos una superficie de la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado.

Dentro del marco de la presente realización, la etapa d) anteriormente mencionada se lleva entonces a cabo por medio de las etapas de:

d1) proporcionar un primer molde que comprende:

- una primera pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara,
- una segunda pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara y que define con la primera pared de molde al menos una cavidad de moldeo,
- una junta que sella lateralmente dicha al menos una cavidad de moldeo,

d2) asociar una película polarizante a una de dicha primera o segunda paredes de molde o soportar una película polarizante adyacente a una de dicha primera o segunda paredes de molde por medio de dicha junta;

d3) introducir en dicha al menos una cavidad de moldeo del primer molde un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,
- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,

d4) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos y una película polarizante asociada a al menos una superficie de la misma;

d5) opcionalmente introducir en al menos una porción de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado así obtenido al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida; y

d6) insertar la primera capa auto-portante así obtenida en un segundo molde.

De este modo, es ventajosamente posible fabricar un elemento óptico que comprende una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida formada por una película polarizante asociada a al menos una superficie de la primera capa auto-portante, por ejemplo, la superficie externa superior de la misma, reduciéndose adicionalmente y eliminándose sustancialmente el riesgo de que la película polarizante pueda ser desplazada de su posición deseada.

En esta realización, en realidad, la película polarizante está asociada a una de la primera o segunda paredes de molde o está soportada adyacente a las mismas por medio de dicha junta, evitándose así que el flujo de material polimerizable en fase líquida introducido en el molde pueda desplazar de una manera no deseada la película polarizante.

En otra realización preferida de la invención y con el fin de obtener un elemento óptico polarizante, el método comprende además una película polarizante incorporada dentro de la primera capa auto-portante hecha de material

plástico termoestable parcialmente reticulado.

Dentro del marco de la presente realización, la etapa d) anteriormente mencionada se lleva entonces a cabo por medio de las etapas de:

d1) proporcionar un primer molde que comprende:

- una primera pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara,
- una segunda pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara y que define con la primera pared de molde al menos una cavidad de moldeo,
- una junta que sella lateralmente dicha al menos una cavidad de moldeo y adaptada para soportar una película polarizante y mantener la misma en una condición en suspensión,

d2) asociar a dicha junta una película polarizante adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta anteriormente mencionada de manera que defina dentro de dicha al menos una cavidad de moldeo una primera porción hueca que se extiende entre la primera pared de molde y la película polarizante y una segunda porción hueca que se extiende entre la película polarizante y la segunda pared de molde;

d3) introducir en dicha primera y segunda porciones huecas de dicha al menos una cavidad de moldeo un material polimerizable en fase líquida según la etapa a1), y

- al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida;

d4) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos, al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida en al menos una porción de la misma y una película polarizante;

d5) insertar la primera capa auto-portante así obtenida en un segundo molde.

De este modo y como ya se ha explicado anteriormente, es ventajosamente posible fabricar de una forma alternativa, mientras que se logran las mismas ventajas, un elemento óptico que comprende una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida formada por una película polarizante incorporada dentro de la primera capa auto-portante mientras que se elimina sustancialmente el problema anteriormente mencionado del desplazamiento de la película polarizante que afecta los métodos de fabricación del estado de la técnica.

Según una realización que no es parte de la invención y con el fin de obtener un elemento óptico polarizante, el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado puede ser una película polarizante asociada a al menos una superficie de la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado.

Dentro del marco de la presente realización, la etapa d) anteriormente mencionada se lleva entonces a cabo por medio de las etapas de:

d1) proporcionar un primer molde que comprende:

- una primera pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara,
- una segunda pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara y que define con la primera pared de molde al menos una cavidad de moldeo,
- una junta que sella lateralmente dicha al menos una cavidad de moldeo,

d2) asociar una película polarizante a una de dicha primera o segunda paredes de molde o soportar una película polarizante adyacente a una de dicha primera o segunda paredes de molde por medio de dicha junta;

d3) introducir en dicha al menos una cavidad de moldeo del primer molde un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,

- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero, y opcionalmente

- al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida;

d4) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos, una película polarizante asociada a al menos una superficie de la misma y opcionalmente al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida;

d5) insertar la primera capa auto-portante así obtenida en un segundo molde.

De este modo y como ya se ha explicado anteriormente, es ventajosamente posible fabricar de una forma alternativa, mientras que se logran las mismas ventajas, un elemento óptico que comprende una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida formada por una película polarizante asociada a al menos una superficie de la primera capa auto-portante mientras que se reduce y elimina sustancialmente el riesgo de que la película polarizante pueda ser desplazada de su posición deseada.

Según una realización que no es parte de la invención, el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado es una capa polarizante y el método comprende además la etapa de asociar la capa polarizante a al menos una superficie de la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable antes de llevar a cabo dicha etapa e) de formar la segunda capa.

Como se ha mencionado anteriormente, la capa polarizante puede comprender una película polarizante o un recubrimiento polarizante, mientras que la etapa de asociar la capa polarizante a al menos una superficie de la primera capa auto-portante puede llevarse a cabo según técnicas conocidas en la técnica tales como por simplemente disponiendo la capa polarizante sobre una superficie de la primera capa auto-portante, injertando una película polarizante adecuadamente tratada en la superficie a dicha superficie o formando sobre esta superficie una capa polarizante según procedimientos conocidos en la técnica

De este modo, es ventajosamente posible fabricar un elemento óptico que comprende una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida que comprende una capa polarizante mientras que se reduce o elimina sustancialmente el problema anteriormente mencionado que afecta los métodos de fabricación del estado de la técnica relacionados con un posible desplazamiento de la capa polarizante y/o con posibles alteraciones de las propiedades físicas y ópticas de la capa polarizante consecuente al desarrollo de altas temperaturas en el pico exotérmico siempre que se usan resinas termoendurecibles con reacción de polimerización fuertemente exotérmica.

Preferentemente, la etapa a) o la etapa d) descritas anteriormente de proporcionar en un molde una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado se lleva a cabo por medio de moldeo por colada.

De este modo, es ventajosamente posible lograr todos los efectos técnicos relacionados con la técnica de moldeo por colada, es decir, la posibilidad de uso de menores temperaturas de moldeo, posibilidad de obtener un elemento óptico que tiene propiedades ópticas óptimas y que carece sustancialmente de fenómenos de birrefringencia.

En una realización preferida, la etapa de proporcionar en el molde la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado se lleva a cabo colando dicho material polimerizable en fase líquida en la cavidad del molde, mantener dicho material a una temperatura comprendida entre 5 ºC y 120 ºC, más preferentemente comprendida entre el 15 ºC y 110 ºC y, todavía más preferentemente, comprendida entre 20 ºC y 30 ºC en el caso de materiales plásticos termoestables que pertenecen a la clase de los carbonatos de bis(alilo) o comprendida entre 55 ºC y 85 ºC en el caso de materiales plásticos termoestables que pertenecen a la clase de los poliuretanos.

De esta forma, es ventajosamente posible llevar a cabo la etapa de moldeo por colada y la posterior reticulación parcial de una manera óptima.

Para los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones que siguen, excepto donde se indique de otro modo, todos los números que expresan cantidades, porcentajes, etc., deben entenderse como que van precedidos en todos los casos por el término “aproximadamente”. Por tanto, todos los intervalos de entidades numéricas incluyen todas las posibles combinaciones de los valores numéricos máximos y mínimos y todos los posibles intervalos intermedios allí dentro, además de aquellos específicamente indicados en el presente documento.

En una realización preferida, la etapa de reticular parcialmente la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable se lleva a cabo manteniendo dicho molde a una temperatura comprendida entre 25 ºC y 300 ºC durante un tiempo comprendido entre el 10' y 20 h.

Más preferentemente, una etapa tal se lleva a cabo manteniendo dicho molde a una temperatura comprendida entre 50 ºC y 200 ºC durante un tiempo comprendido entre 30' y 10 h y, todavía más preferentemente, a una temperatura comprendida entre 60 ºC y 150 ºC durante un tiempo comprendido entre 1 h y 3 h.

En una realización preferida, el método de la invención comprende además la etapa de refrigerar la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado proporcionada en el molde antes de llevar a cabo las etapas posteriores.

De esta forma, es ventajosamente posible mejorar las características de flexibilidad operativa del método fabricando un producto semi-acabado intermedio que puede almacenarse, si se desea, durante un periodo de tiempo dado antes de llevar a cabo las etapas de fabricación posteriores.

Dentro del marco de la presente realización preferida, la etapa de refrigeración de la capa auto-portante se lleva a cabo de manera que se reduzca la temperatura de la capa a un valor comprendido entre 25 ºC y 80 ºC.

Preferentemente, una etapa de refrigeración tal puede llevarse a cabo refrigerando el molde que incluye la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable al aire libre, o sacando la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable del molde y dejando que la capa permanezca al aire libre hasta que alcance la temperatura deseada.

Dentro del marco de la presente realización preferida, el método de la invención comprende preferentemente la etapa adicional de calentar la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado y el molde a una temperatura comprendida entre 30 ºC y 110 ºC antes de llevar a cabo la etapa de formar la segunda capa de material polimerizable en fase líquida sobre al menos una superficie de la capa auto-portante.

De esta forma se obtiene ventajosamente una distribución mejorada de la segunda capa de material líquido polimerizable sobre al menos una superficie de la capa auto-portante previamente proporcionada.

Para los fines de la invención, la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado tiene preferentemente un espesor comprendido entre 0,2 y 30 mm en función de las características que vayan a conferirse al elemento óptico y a la propia capa.

Así, por ejemplo, si la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado es ópticamente transparente, preferentemente tiene un espesor comprendido entre 1 y 30 mm, más preferentemente comprendido entre 2 y 13 mm y, todavía más preferentemente, comprendido entre 5 y el 10 mm.

De esta forma, una capa tal es relativamente gruesa y permite llevar a cabo un procesamiento mecánico opcional del elemento óptico sin dañar la capa adaptada para modificar las características espectrales de la luz.

Para los fines de la invención, también la segunda capa hecha de material plástico termoestable del elemento óptico tiene preferentemente un espesor comprendido entre 0,2 y 30 mm en función de las características que van a conferirse al elemento óptico y a la propia capa.

Así, por ejemplo, si la primera o la segunda capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado está adaptada para modificar las características espectrales de la luz, tiene preferentemente un espesor comprendido entre 0,2 y 3 mm, más preferentemente comprendido entre 0,3 y 2 mm y, todavía más preferentemente, comprendido entre 0,7 y 1,5 mm.

De esta forma, una capa tal es relativamente delgada y permite obtener la modificación deseada de las características espectrales de la luz con un uso ventajoso cuantitativamente reducido de compuestos que pueden obtener este efecto y también productos acabados con espesores mínimos relativamente bajos y opcionalmente con una reducción o eliminación de cualquier problema relacionado con posibles daños de la capa polarizante si se usan resinas termoendurecibles que tienen reacción de polimerización fuertemente exotérmica.

Polímeros de poliuretano adecuados para los fines de la invención se describen, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos n.º 5.962.617 y 6.127.505, cuyo contenido se incorpora en el presente documento completamente por referencia.

Los polímeros de poliol-alil-carbonato adecuados para los fines de la invención son ampliamente conocidos para aquellos expertos en la materia y comprenden en particular el dietilen(bis)alilcarbonato comercialmente conocido con el nombre comercial de CR39®.

En una realización preferida, también la etapa de proporcionar la segunda capa adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida por el elemento óptico final se lleva a cabo por medio de la técnica de moldeo por colada, de manera que se logren las ventajas mencionadas anteriormente con referencia a la fabricación de la primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado.

Dentro del marco de la presente realización preferida, la etapa b) anteriormente mencionada de formar la segunda capa se lleva entonces a cabo colando el material polimerizable en fase líquida en al menos una cavidad definida en el molde entre dicha al menos una superficie de la capa auto-portante y una superficie interna del molde.

Dentro del marco de la presente realización preferida, la etapa b) anteriormente mencionada se lleva a cabo colando el material polimerizable en fase líquida en la cavidad del molde, manteniendo dicho material a una temperatura comprendida entre 5 ºC y 120 ºC, más preferentemente comprendida entre 15 ºC y 1105 ºC y, todavía más preferentemente, comprendida entre 20 ºC y 30 ºC en el caso de materiales plásticos termoestables que pertenecen a la clase de los carbonatos de bis(alilo), o comprendida entre 55 ºC y 85 ºC en el caso de materiales plásticos termoestables que pertenecen a la clase de los poliuretanos.

En una realización preferida, el componente reactivo anteriormente mencionado comprende: al menos un segundo prepolímero y/o al menos un segundo monómero y/o al menos un agente de reticulación y/o al menos un catalizador de la polimerización del primer prepolímero y/o del primer monómero, en fase líquida o fase sólida, que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero y opcionalmente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado.

Preferentemente, el al menos un segundo prepolímero anteriormente mencionado está seleccionado del grupo que comprende prepolímeros que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos isocianato -NCO y prepolímeros que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos -CH=CH_2.

Preferentemente, el al menos un segundo monómero anteriormente mencionado está seleccionado del grupo que comprende: monómeros que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos isocianato -NCO y monómeros que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos -CH=CH_2. Preferentemente, el al menos un agente de reticulación anteriormente mencionado está seleccionado del grupo que comprende: agentes de reticulación que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos isocianato NCO y agentes de reticulación que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos -CH=CH_2.

Preferentemente, el al menos un catalizador anteriormente mencionado está seleccionado del grupo que comprende: catalizadores que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos isocianato -NCO y catalizadores que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos -CH=CH_2.

Ejemplos de grupos funcionales reactivos con los grupos isocianato -NCO son grupos -OH de compuestos polioxihidroxilados, grupos -SH de compuestos de tiol o grupos NH_2 de compuestos de amina conocidos por aquellos expertos en la materia y descritos, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos anteriormente mencionadas n.º 5.962.617 y 6.127.505, mientras que ejemplos de grupos funcionales reactivos con los grupos -CH=CH_2 son grupos O-O de compuestos orgánicos adecuados, tales como, por ejemplo, peróxidos y percetales, éstos también conocidos para aquellos expertos en la materia.

En una realización preferida de la invención, las etapas c) o f) anteriormente mencionadas de reticulación de la primera y segunda capa en el molde se llevan a cabo manteniendo dicho molde a una temperatura comprendida entre 25º y 300 ºC durante un tiempo comprendido entre 3 h y 25 h.

Más preferentemente, esta etapa de reticulación se lleva a cabo manteniendo el molde a una temperatura comprendida entre 50 ºC y 200 ºC durante un tiempo comprendido entre 6 y 20 h y, todavía más preferentemente, a una temperatura comprendida entre 60 ºC y 150 ºC durante un tiempo comprendido entre 8 h y 15 h.

En una realización preferida alternativa, el método de la invención permite fabricar un elemento óptico que tiene propiedades diferenciadas que puede modificar las características espectrales de la luz transmitida en ambas de las capas anteriormente descritas.

Así, en una primera realización, el método de la invención puede comprender además una etapa g) de introducir en al menos una porción de dicha capa auto-portante hecha de material plástico termoestable al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, antes de formar sobre al menos una superficie de la capa auto-portante así obtenida, la segunda capa de material polimerizable en fase líquida que incluye al menos un elemento adaptado para modificar de una manera diferente las características espectrales de la luz transmitida.

Para los fines de la invención, que prevé que el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado sea un compuesto químico, las etapas d3), d4) o g) anteriormente mencionadas se llevan a cabo preferentemente por medio de recubrimiento por inmersión, transferencia de calor en fase líquida, transferencia de calor en fase vapor, recubrimiento por pulverización de dicha al menos una porción de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable efectuado con técnicas conocidas para aquellos expertos en la materia.

En una realización preferida alternativa, la etapa de introducir el al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado puede llevarse a cabo confiriendo características de modificación de la luz de tipo diferenciado en diferentes zonas de la capa auto-portante, por ejemplo, de tipo degradado según lo que se desvela en la solicitud de patente europea EP 0 992 832, cuyo contenido se incorpora en el presente documento completamente por referencia.

Para los fines de la invención, el al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado está seleccionado preferentemente de compuestos colorantes adaptados para filtrar la luz visible, compuestos fotocromáticos y mezclas de los mismos.

Preferentemente, tales compuestos colorantes comprenden grupos cromóforos de azobenceno, grupos cromóforos de antraquinona, y mezclas de los mismos, mientras que los compuestos fotocromáticos están seleccionados preferentemente del grupo que comprende espiropiranos, espirooxazinas, fulgidas, y mezclas de los mismos.

Películas polarizantes adecuadas para los fines de la invención incluyen varias estructuras y materiales diferentes. Estas estructuras incluyen películas polarizantes sin soportar o no laminadas hechas de PVA o PET, y películas polarizantes soportadas por medio de laminación simétrica o asimétrica no desprendible y permanente de materiales plásticos transparentes que predominantemente tienen funciones portantes o funciones de compatibilización física y/o química tales como, por ejemplo, policarbonato, triacetato de celulosa, diacetato de celulosa y acetobutirato de celulosa.

En una realización preferida, la película polarizante puede someterse previamente a tratamientos físicos y/o químicos conocidos en la técnica relacionados y adaptados para favorecer la adhesión o injerto entre la propia película y el material polimerizable en fase líquida usado para fabricar la primera y la segunda capas del elemento óptico o a la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado.

Una parte de los tratamientos químicos y/o físicos adaptados para promover la adhesión de la película polarizante para los fines de la presente invención se desvelan, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos n.º 7.002.744 y US 6.585.373, cuyo contenido se incorpora completamente en el presente documento por referencia.

En otra realización preferida, el método de la invención puede comprender además la etapa de asociar por medio de técnicas conocidas en la técnica una capa polarizante, tal como, por ejemplo, una película polarizante o un recubrimiento polarizante, a al menos una superficie del elemento óptico monolítico hecho de material plástico termoestable.

Ventajosamente, es posible de esta forma variar de una forma diferente las características de transmisión de la luz reduciendo los fenómenos de brillo debido a la reflexión de la luz sobre superficies reflectantes como ya se ha ilustrado a propósito de las realizaciones previas de la invención.

Según otro aspecto de la misma, la invención se refiere a un elemento óptico polarizante o no polarizante hecho de material plástico termoestable, en particular a un elemento óptico polarizante o no polarizante obtenible por medio del método descrito anteriormente. Tales elementos ópticos polarizantes o no polarizantes comprenden:

i) una primera capa hecha de material plástico termoestable que tiene características de transmisión de la luz predeterminadas, y

ii) una segunda capa hecha de material plástico termoestable íntegramente formada con dicha primera capa y funcionalizada de manera que tenga, en al menos una porción de la misma, características de transmisión de la luz diferenciadas con respecto a dicha primera capa,

y tienen características de transmisión de la luz con ausencia sustancial de birrefringencia.

Ventajosamente, la ausencia sustancial de birrefringencia del elemento óptico - verificable por medio de la prueba informada en las normas ASTM D4093-95(2005)e1 - puede lograrse gracias a los métodos preferidos de moldeo por colada de las diversas capas que forman el propio elemento óptico.

En una primera realización preferida, el elemento óptico comprende una primera capa ópticamente transparente más gruesa y una segunda capa más delgada que incluye al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida en al menos una porción de la misma.

Como se ilustra anteriormente, un elemento óptico tal puede trabajarse ventajosamente mecánicamente dentro de la primera capa más gruesa de manera que se obtenga una lente oftálmica teñida o fotocromática que tiene al mismo tiempo las características de corrección de la visión deseadas.

En una realización alternativa, la primera capa más gruesa del elemento óptico puede incluir al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida en al menos una porción de la misma.

En otra realización preferida y como se ilustra anteriormente, el elemento óptico de la invención puede comprender una primera y una segunda capa ambas adaptadas para modificar las características espectrales de la luz transmitida, preferentemente de una manera diferenciada (por ejemplo, una coloreada o polarizante y la otra fotocromática), incluyendo cada una al menos un elemento apropiado adecuados para el fin.

Como se ilustra anteriormente, el elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida puede incorporarse o integrarse dentro de una primera y/o una segunda capa del elemento óptico o puede asociarse a al menos una superficie de la primera y/o de la segunda capa antes formar el elemento óptico. En todas estas realizaciones, por tanto, el elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida se incorpora o integra dentro del elemento óptico.

En una realización preferida adicional del elemento óptico según la invención, el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado puede ser un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

Dentro del marco de la presente realización, el elemento óptico de la invención puede comprender además una capa polarizante, tal como, por ejemplo, una película polarizante o un recubrimiento polarizante, asociada a al menos una superficie del mismo, de manera que se modifiquen las características espectrales de la luz transmitida de una manera diferenciada y también se reduzcan los fenómenos de brillo.

En una realización preferida de la invención, el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionado puede ser una capa polarizante y el elemento óptico es, por consiguiente, una polarizante capaz de reducir los fenómenos de brillo.

Como se ilustra anteriormente, la capa polarizante puede incorporarse dentro de una de las capas que constituyen el elemento óptico monolítico sólido final hecho de material plástico termoestable o puede asociarse a al menos una superficie de una de las capas que forman el elemento óptico.

El elemento óptico polarizante puede adaptarse para modificar las características espectrales de la luz transmitida en una manera diferenciada incluyendo en la capa que no incluye la capa polarizante al menos un compuesto apropiado adecuado para el fin (por ejemplo, un colorante o un compuesto fotocromático).

Como se ilustra anteriormente, en el elemento óptico de la invención, la primera y segunda capas anteriormente mencionadas tienen preferentemente un espesor comprendido entre 0,2 y 30 mm.

En una realización preferida, el elemento óptico polarizante o no polarizante de la invención puede estar en forma de un producto semi-acabado para la fabricación de oculares para gafas o en forma de una lente oftálmica para gafas obtenida por medio de procesamiento mecánico de dicho producto semi-acabado.

En una realización preferida, el elemento óptico polarizante o no polarizante de la invención puede estar en forma de un producto acabado tal como un ocular, tal como, por ejemplo, una lente para gafas, un visor, una máscara protectora o una pantalla portátil.

Como se ha mencionado anteriormente, dentro del marco de la invención, el término: ocular se usa para identificar elementos adaptados para permitir la visión, tales como, por ejemplo, una lente para gafas, un visor, una máscara protectora o una pantalla portátil, como se define por la Norma Europea CEN EN 165.

En otra realización preferida, el elemento óptico polarizante o no polarizante comprende además un recubrimiento especular y/o un recubrimiento anti-reflectante sobre al menos una superficie del mismo, de manera que sea capaz de obtenerse ventajosamente propiedades ópticas y/o propiedades de filtración de la luz adicionales y mejoradas.

Según otro aspecto de la misma, la invención también se refiere a un dispositivo de protección de los ojos que comprende un elemento óptico polarizante o no polarizante como se ha descrito anteriormente.

En una realización preferida, un dispositivo de protección tal puede consistir esencialmente en un par de gafas que comprende una montura de soporte en la que se montan un par de oculares en forma de lente.

Las lentes pueden ser oftálmicas, es decir, que pueden corregir defectos de la visión, o pueden carecer de cualquier capacidad correctora.

En otra realización preferida, un dispositivo de protección tal comprende un ocular en forma de un visor de una sola pieza o máscara que incluye un borde superior, un borde inferior, además de una primera y una segunda porciones de lente formadas sobre caras opuestas de una ranura centralmente formada en dicho borde inferior.

Características y ventajas adicionales de la invención serán mejor evidentes a partir de la descripción detallada de algunas realizaciones preferidas, pero no exclusivas, de un método y de un elemento óptico polarizante o no

polarizante según la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Esta descripción se hará más adelante con referencia a los dibujos adjuntos, proporcionados solo para fines indicativos y, por tanto, no limitantes, en los que:

- La Figura 1 muestra una vista esquemática en sección transversal de un primer molde adaptado para fabricar, por medio de moldeo por colada, una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado según una primera realización de la invención;

- la Figura 2 muestra una vista esquemática de un segundo molde adaptado para fabricar, por medio de moldeo por colada, un elemento óptico en forma de un blanco de lente según una primera realización preferida de la invención, siendo la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado visible dentro del molde;

- la Figura 3 muestra una vista esquemática en sección transversal de un elemento óptico en forma de un blanco de lente según una primera realización preferida de la invención obtenida por medio del molde de la Figura 2;

- la Figura 4 muestra una vista esquemática en sección transversal de un tercer molde adaptado para fabricar, por medio de moldeo por colada, una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado según una segunda realización de la invención;

- la Figura 5 muestra vista esquemática en sección de un cuarto molde adaptado para fabricar, por medio de moldeo por colada, un elemento óptico en forma de un blanco de lente según una segunda realización preferida de la invención, siendo la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado visible dentro del molde;

- la Figura 6 muestra una vista esquemática en sección transversal de un elemento óptico en forma de un blanco de lente según una segunda realización preferida de la invención obtenida del molde de la Figura 5;

- la Figura 7 muestra una vista esquemática de un quinto molde adaptado para fabricar, por medio de moldeo por colada, un elemento óptico polarizante en forma de un blanco de lente según una realización preferida de la invención, una película polarizante que tiene una forma y tamaño adecuados y adaptados para mantenerse en una condición en suspensión y siendo la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado visible dentro del molde;

- la Figura 8 muestra una vista esquemática en sección transversal de un elemento óptico polarizante en forma de un blanco de lente según una realización preferida de la invención obtenido por medio del molde de la Figura 7.

Descripción detallada de las realizaciones presentemente preferidas

Con referencia a la Figura 1, un molde adaptado para fabricar, por medio de moldeo por colada, una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado según a primera realización del método de fabricación de la invención, se indica generalmente en 1.

En una forma en sí conocida, el molde 1 comprende una pared inferior 2 y una pared superior 3 hechas de un material adecuado, por ejemplo, vidrio o metal, definiendo una cavidad de moldeo 5 lateralmente sellada por una junta 4 hecha de un material adecuado, por ejemplo, polietileno.

Según la presente realización preferida del método de la invención, el molde 1 permite formar por medio de moldeo por colada una primera capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado por medio de las etapas de:

- introducir en la cavidad de moldeo 5 del molde 1 una capa de un material polimerizable en fase líquida que incluye:

    - un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,

    - un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,

- reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos.

Preferentemente, estas etapas se llevan a cabo según lo que se ha ilustrado anteriormente en este documento y detallado de una manera más específica en el siguiente Ejemplo 1.

En una etapa posterior del método, la capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado se dispone en un segundo molde 7 ilustrado en mayor detalle en la Figura 2 y que incluye, esto también de una forma en sí conocida, una pared inferior 8 y una pared superior 9 hechas de un material adecuado, por ejemplo, vidrio o metal, y que definen con la capa auto-portante 6 una cavidad de moldeo 10 lateralmente sellada por una junta 11 hecha de un material adecuado, por ejemplo, polietileno.

Preferentemente, la pared superior 9 tiene una cara de molde ópticamente trabajada y pulida (es decir, la cara que se orienta a la cavidad de moldeo 10) con el fin de conferir a la superficie convexa externa del elemento óptico que va a fabricarse propiedades ópticas y de acabado adecuadas.

En etapas posteriores del método, se llevan a cabo las siguientes operaciones:

- formar sobre la superficie externa superior de la capa auto-portante 6 (la superficie orientada a la cavidad 10), una segunda capa 12 que incluye:

- un material polimerizable en fase líquida que incluye:

  i) un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado,

  ii) un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero y opcionalmente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado,

- al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, y

  c) reticular dicha primera y segunda capas 6, 12 en el molde 7 de manera que se forme un elemento óptico monolítico sólido 13 hecho de material plástico termoestable que comprende al menos una capa funcionalizada (la capa 12) adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En una realización de la invención, el al menos un elemento adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida es un compuesto químico incluido y preferentemente homogéneamente dispersado en el material polimerizable en fase líquida.

De esta forma, el elemento óptico monolítico sólido 13 es un elemento óptico no polarizante y la etapa de formar la segunda capa 12 sobre la superficie externa superior de la capa auto-portante 6 puede llevarse a cabo por moldeo por colada.

Según una realización que no es parte de la invención, un elemento óptico polarizante 13 puede fabricarse llevando a cabo la etapa adicional de asociar una capa polarizante 37 (indicada con líneas fantasma en la Figura 2) a la superficie externa superior de la primera capa auto-portante 6 antes de llevar a cabo la etapa anteriormente mencionada de formar sobre la superficie externa superior de la capa auto-portante 6 la capa funcionalizada 12.

Como se ilustra anteriormente, la capa polarizante 37 puede ser tanto una película polarizante como un recubrimiento polarizante y puede asociarse a la superficie externa superior de la primera capa auto-portante 6 según técnicas conocidas en la técnica.

De esta forma, el elemento óptico monolítico sólido 13 es un elemento óptico polarizante y la etapa de formar la segunda capa funcionalizada 12 sobre la superficie externa superior de la capa auto-portante 6 puede llevarse a cabo asociando primero la capa polarizante 37 a la capa auto-portante 6 y luego colando sobre ella el material polimerizable en fase líquida.

Según otra variante de la presente realización preferida, un elemento óptico polarizante 13 puede fabricarse llevando a cabo antes de la etapa de formar la segunda capa 12 las etapas adicionales de:

- asociar a la junta 4 del molde 1 una película polarizante 39 (indicada con líneas fantasma en la Figura 1) adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta 4 de manera que defina dentro de la cavidad de moldeo 5 una primera porción hueca 5a que se extiende entre la pared inferior 2 y la película polarizante 39 y una segunda porción hueca 5b que se extiende entre la película polarizante 39 y la pared superior 3;

- introducir en dicha primera y segunda porciones huecas 5a, 5b de la cavidad de moldeo 5a material polimerizable en fase líquida que incluye:

  - un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,

  - un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,

- reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos y la película polarizante 39;

- opcionalmente introducir en al menos una porción de la capa auto-portante 6 así obtenida al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida; y

- insertar la primera capa auto-portante 6 así obtenida en el segundo molde 7.

Según otra variante de la presente realización preferida, puede fabricarse un elemento óptico polarizante 13 llevando a cabo antes de la etapa de formar la segunda capa 12 las etapas adicionales de:

- asociar a la junta 4 del molde 1 una película polarizante 39 adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta 4 de manera que defina dentro de la cavidad de moldeo 5 una primera porción hueca 5a que se extiende entre la pared inferior 2 y la película polarizante 39 y una segunda porción hueca 5b que se extiende entre la película polarizante 39 y la pared superior 3;

- introducir en dicha primera y segunda porciones huecas 5a, 5b de la cavidad de moldeo 5 un material polimerizable en fase líquida que incluye:

  - un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,

  - un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero, y opcionalmente

  - al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida;

- reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos, la película polarizante 39 y opcionalmente al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida; e

- insertar la primera capa auto-portante 6 así obtenida en el segundo molde 7.

Según una realización que no es parte de la invención, un elemento óptico polarizante 13 puede fabricarse llevando a cabo antes de la etapa de formar la segunda capa 12 las etapas adicionales de:

- asociar una película polarizante 39 (indicada con líneas fantasma en la Figura 1) a la pared superior 3 del molde 1 o soportar la película polarizante 39 adyacente a la pared superior 3 por medio de la junta 4;

- introducir en la cavidad de moldeo 5 del molde 1 un material polimerizable en fase líquida que incluye:

  - un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,

  - un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,

- reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga la capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos y la película polarizante 39 asociada a la superficie externa superior de la misma;

- opcionalmente introducir en al menos una porción de la capa auto-portante 6 así obtenida al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida; e

- insertar la primera capa auto-portante 6 así obtenida en el segundo molde 7.

Según una realización que no es parte de la invención, un elemento óptico polarizante 13 puede fabricarse llevando a cabo antes de la etapa de formar la segunda capa 12 las etapas adicionales de:

- asociar una película polarizante 39 a la pared superior 3 del molde 1 o soportar la película polarizante 39 adyacente a la pared superior 3 por medio de la junta 4;

- introducir en la cavidad de moldeo 5 del molde 1 un material polimerizable en fase líquida que incluye:

  - un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,

  - un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero, y opcionalmente

  - al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida;

- reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga la capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos, la película polarizante 39 asociada a la superficie externa superior de la misma y opcionalmente al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida; e

- insertar la primera capa auto-portante 6 así obtenida en el segundo molde 7.

Si, como se ilustra anteriormente, el material polimerizable en fase líquida incorpora un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida o si un compuesto tal se introduce en la capa auto-portante 6, es posible conferir al elemento óptico 13 propiedades diferenciadas que pueden modificar las características espectrales de la luz transmitida y que se derivan de dicho compuesto químico y/o de la capa polarizante 37.

Por otra parte, si el material polimerizable en fase líquida no incorpora ningún compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida o si un compuesto tal no se introduce en la capa auto-portante 6, es posible fabricar un elemento óptico polarizante 13 que puede modificar las características espectrales de la luz transmitida gracias a la capa polarizante 37 o 39 incluida en la primera o segunda capas 6, 12 o localizada entremedias en una realización que no es parte de la invención.

Ventajosamente, la capa auto-portante 6 se apoya en todas las variantes de la presente realización contra la pared inferior 8 del molde 7 y contribuye a definir la cavidad 10 dentro de la que se cuelan los elementos previstos para formar la capa funcionalizada 12 adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En esta realización preferida y como se ilustra mejor en la Figura 3, el elemento óptico monolítico 13 puede estar en forma de un blanco o producto semi-acabado para la fabricación de una lenta oftálmica no polarizante o polarizante por medio de procesamiento mecánico a lo largo de una superficie de trabajo indicada L en una figura tal o en forma de un producto acabado tal como un ocular para gafas.

Con referencia a las Figuras 4-6, ahora se ilustrará una segunda realización del método según la invención para la fabricación de un elemento óptico hecho de material plástico termoestable y que comprende al menos una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En la Figura 4, un molde adaptado para fabricar por medio de moldeo por colada una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado según esta segunda realización del método se indica generalmente en 14.

De una forma en sí conocida, el molde 14 comprende una pared inferior 15 y una pared superior 16 hechas de un material adecuado, por ejemplo, vidrio o metal, que define una cavidad de moldeo 17 lateralmente sellada por una junta 18 hecha de un material adecuado, por ejemplo, polietileno.

Según la presente realización preferida del método según la invención, el molde 14 permite proporcionar por medio de moldeo por colada una primera capa auto-portante 19 de material plástico termoestable parcialmente reticulado por medio de las etapas de:

- introducir en la cavidad de moldeo 17 del molde 14 una capa de un material polimerizable en fase líquida que incluye:

  - un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,

  - un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o primer monómero,

- reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante 19 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos.

Preferentemente, estas etapas se llevan a cabo según lo que se ha ilustrado anteriormente en este documento y se detalla de una manera más específica en el siguiente Ejemplo 2.

En una etapa posterior del método, al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida se introduce en al menos una porción de la capa auto-portante 19, por ejemplo, por medio de transferencia de calor en fase líquida, sumergiendo la capa auto-portante 19 en un baño que incluye al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En una realización preferida alternativa, el método según la invención permite proporcionar por medio de moldeo por colada una primera capa auto-portante 19 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que tiene en al menos una porción de la misma características capaces de modificar las características espectrales de la luz transmitida por medio de las etapas de:

- introducir en la cavidad de moldeo 17 del molde 14 una capa de un material polimerizable en fase líquida que incluye:
    - un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,
    - un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,
    - al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida,
- reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante 19 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos y al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida en al menos una porción de la misma.

En una etapa posterior del método, la capa auto-portante 19 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado se dispone en otro molde 21 que incluye, esto también de una forma en sí conocida, una pared inferior 22 y una pared superior 23 hechas de un material adecuado, por ejemplo, vidrio o metal, y que define con la capa auto-portante 19 una cavidad de moldeo 20 lateralmente sellada por una junta 24 hecha de un material adecuado, por ejemplo, polietileno.

Preferentemente, la pared superior 23 tiene una cara de molde ópticamente trabajada y pulida (es decir, la cara orientada a la cavidad de moldeo 20) con el fin de conferir a la superficie convexa externa del elemento óptico que va a fabricarse propiedades ópticas y de acabado adecuadas.

En etapas posteriores del método, se llevan a cabo las siguientes operaciones:

- formar sobre la superficie inferior de la capa auto-portante 19 (la superficie orientada a la cavidad 20) una segunda capa 25 de un material polimerizable en fase líquida que incluye:
    - un primer prepolímero y/o primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante 19 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado, y
    - un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o primer monómero y opcionalmente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante 19 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado,
- reticular dicha primera y segunda capas 19, 25 en el molde 21 de manera que se forme un elemento óptico monolítico sólido 26 hecho de material plástico termoestable que comprende al menos una capa funcionalizada adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En ambas de las realizaciones anteriormente mencionadas, el elemento óptico monolítico sólido 26 obtenido es elemento óptico no polarizante y la etapa de formar la segunda capa 25 sobre la superficie inferior de la capa auto-portante 19 puede llevarse a cabo por moldeo por colada.

Según una realización, que no es parte de la invención, puede fabricarse un elemento óptico polarizante 26 llevando a cabo la etapa adicional de asociar una capa polarizante 38 (indicada con líneas fantasma en la Figura 5) a la superficie inferior de la primera capa auto-portante 19 antes de llevar a cabo la etapa anteriormente mencionada de formar la capa 25 sobre la superficie inferior de la capa auto-portante 19.

Como se ilustra anteriormente, la capa polarizante 38 puede ser tanto una película polarizante como un recubrimiento polarizante y puede asociarse a la superficie inferior de la primera capa auto-portante 19 según técnicas conocidas en la técnica.

De esta forma, el elemento óptico monolítico sólido 26 es un elemento óptico polarizante y la etapa de formar la segunda capa 25 sobre la superficie inferior de la capa auto-portante 19 puede llevarse a cabo asociando primero la capa polarizante 38 a la capa auto-portante 19 y luego colando sobre ella el material polimerizable en fase líquida.

También en este caso, una película polarizante puede incorporarse dentro de la capa auto-portante 19 o asociarse a una superficie inferior de la misma por medio de las operaciones ya descritas anteriormente en este documento con referencia a las realizaciones ilustradas en las Figuras 1-3.

Si, como se ilustra anteriormente, el material polimerizable en fase líquida incorpora un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, es posible conferir al elemento óptico 26 propiedades diferenciadas que pueden modificar las características espectrales de la luz transmitida y que se derivan de dicho compuesto químico y de la capa polarizante 38.

Por otra parte, si el material polimerizable en fase líquida no incorpora ningún compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, es posible fabricar un elemento óptico polarizante 26 que puede modificar las características espectrales de la luz transmitida gracias a la capa polarizante 38 incluida en la primera o segunda capas 19, 25 o localizada entre ellas.

Ventajosamente, en la presente realización, la capa auto-portante 19 y, si está presente, la capa polarizante 38 asociada a ella, se apoyan en todas las variantes de la presente realización contra la pared superior 23 del molde 21 y se mantienen en posición por la junta 24, que así contribuye a definir la cavidad de moldeo 20 dentro de la que se cuelan los reactivos que están previstos para formar la capa 25 adaptada para formar el cuerpo de soporte del elemento óptico 26.

También en la presente realización preferida y como se ilustra mejor en la Figura 6, el elemento óptico polarizante o no polarizante monolítico 26 puede estar en forma de un blanco o producto semi-acabado para la fabricación de una lente oftálmica por medio de procesamiento mecánico a lo largo de una superficie de trabajo indicada L en una figura tal o en forma de un producto acabado tal como un ocular para gafas.

Con referencia a las Figuras 1, 7 y 8, ahora se ilustrará una tercera realización del método según la invención para la fabricación de un elemento óptico polarizante hecho de material plástico termoestable y que comprende al menos una capa funcional polarizante adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

Según una primera etapa de la presente realización preferida del método, una primera capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado se fabrica según la técnica de moldeo por colada descrita anteriormente por medio del molde 1 ilustrado en la Figura 1.

Preferentemente, las etapas de fabricación de la capa auto-portante 6 se llevan a cabo como se ha detallado de una manera más específica en el siguiente Ejemplo 3.

En una etapa posterior del método, la capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado se dispone en un quinto molde 27 que incluye, esto también de una forma en sí conocida, una pared inferior 28 y una pared superior 29 hechas de un material adecuado, por ejemplo, vidrio o metal, y que define con la capa auto-portante 6 una cavidad de moldeo 30 lateralmente sellada por una junta 31 hecha de un material adecuado, por ejemplo, polietileno.

Preferentemente, la pared superior 29 tiene una cara de molde ópticamente trabajada y pulida (es decir, la cara orientada a la cavidad de moldeo 30) con el fin de conferir a la superficie convexa externa del elemento óptico que va a fabricarse propiedades ópticas y de acabado adecuadas.

En esta realización preferida, la junta 31 está adecuadamente formada y está adaptada para soportar una película polarizante 33 y mantener la misma en una condición en suspensión dentro de la cavidad de moldeo 30.

En etapas posteriores del método se llevan a cabo las siguientes operaciones:

- formar sobre al menos una superficie de la capa auto-portante 6 (la superficie orientada a la cavidad 30), una segunda capa 32 que incluye:

  i) un material polimerizable en fase líquida que incluye:

  - un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante 6 hecha de

material plástico termoestable parcialmente reticulado,

- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero y opcionalmente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante 6 hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado,

- al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida,

ii) la película polarizante 33 adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta 31, y

c) reticular la primera y segunda capas 6, 32 en el molde 27 de manera que se forme un elemento óptico polarizante monolítico sólido 34 hecho de material plástico termoestable que comprende una capa funcionalizada (la capa 32) adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida gracias a la presencia tanto de la película polarizante 33 como del al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida anteriormente mencionada.

Más específicamente, la etapa de formar la segunda capa funcionalizada 32 se lleva a cabo preferentemente por medio de las etapas de:

- asociar a la junta 31 la película polarizante 33 de manera que defina dentro de la cavidad de moldeo 30 una primera porción hueca 35 que se extiende entre la capa auto-portante 6 y la película polarizante 33 y una segunda porción hueca 36 que se extiende entre la película polarizante 33 y la cara ópticamente trabajada y pulida de dicha pared superior 29 del molde 27;

- introducir en la primera y segunda porciones huecas 35, 36 de la cavidad de moldeo 30 el material polimerizable anteriormente mencionado en fase líquida que incluye:

  - un primer prepolímero y/o un primer monómero que incluye grupos funcionales reactivos,

  - un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,

  - al menos un compuesto adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En esta realización preferida y como mejor se ilustra en la Figura 7, la película polarizante 33 está soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta 31 a lo largo de una superficie de simetría transversal de la cavidad de moldeo 30 de manera que defina dentro de la última dos porciones huecas simétricas 35, 36 que tienen sustancialmente el mismo volumen y que se extienden sobre cualquier cara de la película polarizante 33.

De este modo, es ventajosamente posible fabricar el elemento óptico monolítico 34 que comprende la capa funcionalizada 32 incorporando la película polarizante 33 mientras que se elimina sustancialmente el problema anteriormente mencionado de desplazamiento de la película polarizante que afecta los métodos de fabricación del estado de la técnica.

Este efecto técnico ventajoso es esencialmente debido tanto al volumen más limitado de la cavidad de moldeo 30, que limita a su vez el volumen del material polimerizable en fase líquida que va a introducirse en la misma para formar la segunda capa 32, como al hecho de que la introducción del material polimerizable en fase líquida en la cavidad de moldeo 30 puede llevarse a cabo llenando, preferentemente sustancialmente simultáneamente, las dos porciones huecas simétricas 35, 36 que actúan sobre cualquier cara de la película polarizante 33, evitando así cualquier desplazamiento de la misma de la posición deseada.

Si, como se ilustra anteriormente, el material polimerizable en fase líquida incorpora un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, es posible conferir al elemento óptico 34 propiedades diferenciadas que pueden modificar las características espectrales de la luz transmitida y que se derivan de dicho compuesto químico y de la película polarizante 33, ambos incluidos en la segunda capa funcionalizada 32.

Por otra parte, si el material polimerizable en fase líquida no incorpora ningún compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, es posible fabricar un elemento óptico polarizante 34 que puede modificar las características espectrales de la luz transmitida gracias a la película polarizante 33 incorporada en la segunda capa funcionalizada 32.

En una realización adicional del método, no mostrada en los dibujos, la película polarizante 33 puede asociarse a la superficie interna de la pared superior 29 del molde 27 o ser soportada adyacente a la superficie interna de la pared

superior 29 por medio de la junta 31 antes de llevar a cabo la etapa de formar la segunda capa 32 que entonces se unirá a la película polarizante 33.

Ventajosamente, la capa auto-portante 6 también se apoya en estas realizaciones contra la pared inferior 28 del molde 27 y contribuye a definir la cavidad de moldeo 30 dentro de la que se introducen los elementos previstos para formar la capa funcionalizada 32 adaptada para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

En estas realizaciones preferidas y como mejor se ilustra en la Figura 8, el elemento óptico polarizante monolítico 34 puede estar en forma de un blanco o producto semi-acabado para la fabricación de una lente oftálmica por medio de procesamiento mecánico a lo largo de una superficie de trabajo indicada L en una figura tal o en forma de un producto acabado tal como un ocular para gafas.

Algunos ejemplos preparativos de elementos ópticos según la invención se proporcionarán ahora a modo de ilustración y no de limitación a continuación. En estos ejemplos se definirán las diversas composiciones indicando las partes en peso de cada componente, a menos que se especifique de otro modo.

Ejemplo 1

(Fabricación de un elemento óptico no polarizante)

Una resina de poliuretano termoestable bicomponente que comprende:

Componente A: prepolímero líquido de poliuretano que tiene un contenido de grupos isocianato del 11 %, comercialmente disponible de Simula Inc. con el nombre comercial de SIM2020, que incluye el absorbente de UV Uvinul® 3049 (BASF) a la concentración del 0,3 % en peso, y

Componente B: 1-metil-3,5-dietil-2,4- y/o -2,6-diaminobenceno (también conocido como 3,5-dietil-2,4- y/o -2,6-toluenodiamina) o DETDA disponible de Albemarle con el nombre comercial Ethacure® 100,

se cuela en la cavidad 5 del molde 1 ilustrado en la Figura 1 y se reticula parcialmente a 120 ºC por medio de un ciclo térmico de 60 minutos.

La parte óptica parcialmente reticulada así obtenida (capa 6) se extrae entonces del molde 1 y la reticulación parcial se verifica observando la presencia de grupos isocianato sin reaccionar por medio de técnicas de análisis de FT-IR conocidas.

La parte óptica parcialmente reticulada (capa 6) se dispone entonces en el molde 7 de manera que se defina, junto con las otras partes del molde 7, la cavidad 10 mostrada en la Figura 2.

Una resina de poliuretano termoestable bicomponente que comprende:

Componente A: prepolímero líquido de poliuretano que tiene un contenido de grupos isocianato del 11 %, comercialmente disponible de Simula Inc. con el nombre comercial de SIM2020, que incluye el absorbente de UV Uvinul® 3049 (BASF - 0,3 % en peso), y teñido con los siguientes colorantes Solvent según la definición del índice de color: 0,001 % de Solvent Green 3, 0,0002 % de Solvent Blue 97, 0,0003 % de Solvent Orange 60, 0,0004 % de Solvent Red 52, y

Componente B: DETDA disponible de Albemarle con el nombre comercial Ethacure® 100

se cuela entonces en la cavidad 10 del molde 7 y se polimeriza a 120 ºC por medio de un ciclo térmico de 20 horas.

El elemento óptico 13 así obtenido (Figura 3) puede, por ejemplo, usarse como blanco o producto semi-acabado a partir del cual puede obtenerse una lente oftálmica adaptada para corregir la visión por procesamiento óptico y pulido. Por ejemplo, es posible generar una lente correctora que tiene una potencia negativa por procesamiento óptico a lo largo de la superficie de trabajo L, como se muestra en la Figura 3. Ventajosamente, como se ilustra, la generación de la superficie óptica puede obtenerse sobre la cara cóncava del elemento óptico 13 sin dañar la capa teñida 12.

Ejemplo 2

(Fabricación de un elemento óptico no polarizante)

Una resina de poliuretano termoestable bicomponente que comprende:

Componente A: prepolímero líquido de poliuretano que tiene un contenido de grupos isocianato del 11 %, comercialmente disponible de Simula Inc. con el nombre comercial de SIM2020, que incluye el absorbente de

UV Uvinul® 3049 (BASF - 0,3 % en peso), y

Componente B: DETDA disponible de Albemarle con el nombre comercial Ethacure® 100,

se cuela entonces en la cavidad 17 del molde 14 ilustrado en la Figura 4 y se reticula parcialmente a 120 ºC por medio de un ciclo térmico de 60 minutos.

La parte óptica parcialmente reticulada así obtenida (capa 19) se extrae entonces del molde 14 y se verifica la reticulación parcial observando la presencia de grupos isocianato sin reaccionar por medio de técnicas de análisis de FT-IR conocidas.

Una porción de la parte óptica parcialmente reticulada (capa 19) se tiñe entonces por medio de transferencia de calor en fase líquida sumergiendo la parte óptica parcialmente reticulada a una distancia de aproximadamente 5 mm de la línea media en un baño de agua calentado a 90 ºC que contiene los siguientes colorantes como se define por Colour Index International: Disperse Blue 17, Disperse Red 15 y Disperse Yellow 3 adecuadamente mezclados en proporciones adaptadas para obtener una tinción degradada de grises por medio de una técnica conocida para aquellos expertos en la materia.

La parte óptica parcialmente reticulada teñida (capa 19) así obtenida se dispone entonces en el molde 21 de manera que defina la cavidad 20 mostrada en la Figura 5.

La misma resina de poliuretano termoestable bicomponente que comprende:

Componente A: prepolímero líquido de poliuretano que tiene un contenido de grupos isocianato del 11 %, comercialmente disponible de Simula Inc. con el nombre comercial de SIM2020, que incluye el absorbente de UV Uvinul® 3049 (BASF - 0,3 % en peso), y

Componente B: DETDA disponible de Albemarle con el nombre comercial Ethacure® 100,

se cuela entonces en la cavidad 20 del molde 21 mostrado en la Fig. 5 y se polimeriza a 120 ºC por medio de un ciclo térmico de 20 horas.

El elemento óptico 26 así obtenido puede, por ejemplo, usarse como un blanco o producto semi-acabado, del que puede obtenerse una lente oftálmica adaptada para corregir la visión por medio de procesamiento óptico y pulido. Por ejemplo, es posible generar una lente correctora que tiene una potencia negativa por procesamiento óptico de la superficie de trabajo L, como se muestra en la Figura 6. Ventajosamente, como se ilustra, la generación de la superficie óptica puede obtenerse sobre la cara cóncava del elemento óptico 26 sin dañar la capa teñida 19.

Ejemplo 3

(Fabricación de un elemento óptico polarizante)

Una resina de poliuretano termoestable bicomponente que comprende:

Componente A: prepolímero líquido de poliuretano que tiene un contenido de grupos isocianato del 11 %, comercialmente disponible de Simula Inc. con el nombre comercial de SIM2020, que incluye el absorbente de UV Uvinul® 3049 (BASF) a la concentración del 0,3 % en peso, y

Componente B: 1-metil-3,5-dietil-2,4- y/o -2,6-diaminobenceno (también conocido como 3,5-dietil-2,4- y/o -2,6-toluenodiamina) o DETDA disponible de Albemarle con el nombre comercial Ethacure® 100,

se cuela en la cavidad 5 del molde 1 ilustrado en la Figura 1 y se reticula parcialmente a 120 ºC por medio de un ciclo térmico de 60 minutos.

La parte óptica parcialmente reticulada así obtenida (capa 6) se extrae entonces del molde 1 y la reticulación parcial se verifica observando la presencia de grupos isocianato sin reaccionar por medio de técnicas de análisis de FT-IR conocidas.

La parte óptica parcialmente reticulada (capa 6) se dispone entonces en el molde 27 de manera que se defina, junto con las otras partes del molde 27, la cavidad de moldeo 30 mostrada en la Figura 7.

En este caso, la película polarizante 33 está asociada a la junta 31, que está adaptada para soportar la película polarizante 33 y mantener la misma en una condición en suspensión dentro de la cavidad de moldeo 30 y a lo largo de una superficie de simetría transversal de la misma, de manera que defina dentro de la última las porciones huecas 35, 36 que se extienden sobre cualquier cara de la película polarizante 33 entre la película y la capa auto-portante 6 o la cara ópticamente trabajada y pulida de la pared superior 29 del molde 27.

Una resina de poliuretano termoestable bicomponente que comprende:

Componente A: prepolímero líquido de poliuretano que tiene un contenido de grupos isocianato del 11 %, comercialmente disponible de Simula Inc. con el nombre comercial de SIM2020, que incluye el absorbente de UV Uvinul® 3049 (BASF- 0,3 % en peso), y teñido con los siguientes colorantes Solvent según la definición del índice de color: 0,001 % de Solvent Green 3, 0,0002 % de Solvent Blue 97, 0,0003 % de Solvent Orange 60, 0,0004 % de Solvent Red 52, y

Componente B: DETDA disponible de Albemarle con el nombre comercial Ethacure® 100

se cuela entonces en las porciones huecas 35, 36 de la cavidad de moldeo 30 del molde 27 y se polimeriza a 120 ºC por medio de un ciclo térmico de 20 horas.

El elemento óptico polarizante 34 así obtenido (Figura 8) puede, por ejemplo, usarse como blanco o producto semi-acabado a partir del cual puede obtenerse una lente oftálmica adaptada para corregir la visión por procesamiento óptico y pulido. Por ejemplo, es posible generar una lente correctora que tiene una potencia negativa por procesamiento óptico a lo largo de la superficie de trabajo L, como se muestra en la Figura 8. Ventajosamente, como se ilustra, la generación de la superficie óptica puede obtenerse sobre la cara cóncava del elemento óptico polarizante 34 sin dañar la capa teñida y polarizante 32.

Obviamente, los expertos en la materia pueden introducir modificaciones y variantes a la invención desvelada anteriormente con el fin de satisfacer los requisitos de aplicación específicos y contingentes, cuyas modificaciones y variantes se encuentran de cualquier modo dentro del alcance de protección como se define por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para la fabricación de un elemento óptico hecho de material plástico termoestable y que comprende al menos una capa funcionalizada que incorpora al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, que comprende las etapas de:

a) proporcionar en un molde una primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye un poliuretano parcialmente reticulado o polímero de poliol-alil-carbonato que comprende grupos funcionales reactivos seleccionados de NCO o -CH=CH_2;
b) formar sobre al menos una superficie de dicha capa auto-portante una segunda capa que incluye:

i) un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o de poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o de alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado, y
- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,

en donde dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o del primer monómero están seleccionados de NCO o -CH=CH_2,
en el que dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC,
en donde dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC,

ii) al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida,

c) reticular dichas primera y segunda capas en el molde de manera que se forme un elemento óptico monolítico sólido hecho de material plástico termoestable que comprende al menos una capa funcionalizada que incorpora dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

2. Método para la fabricación de un elemento óptico hecho de material plástico termoestable y que comprende al menos una capa funcionalizada que incorpora al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida, que comprende las etapas de:

d) proporcionar en un molde una primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye un poliuretano parcialmente reticulado o un polímero de poliol-alil-carbonato que comprende grupos funcionales reactivos seleccionados de NCO o -CH=CH_2 y al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida de la capa auto-portante;
e) formar sobre al menos una superficie de dicha capa auto-portante una segunda capa que incluye:

i) un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o de poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o de alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado,
- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,

en donde dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o del primer monómero están seleccionados de NCO o -CH=CH_2,
en donde dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC,
en donde dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC,

f) reticular dichas primera y segunda capas en el molde de manera que se forme un elemento óptico monolítico sólido hecho de material plástico termoestable que comprende al menos una capa funcionalizada que incorpora dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

3. Método según la reivindicación 1, en el que dicha etapa a) se lleva a cabo por medio de las etapas de:

a1) introducir en una cavidad del molde una capa de un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o de poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o de alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos,
- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,
en donde dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o del primer monómero están seleccionados de NCO o $-CH=CH_2$,
en donde dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC, y
en donde dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC,

a2) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos.

4. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de asociar una capa polarizante a al menos una superficie de dicho elemento óptico monolítico hecho de material plástico termoestable.

5. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de incorporar una capa polarizante dentro de dicha primera capa auto-portante o dicha segunda capa.

6. Método según la reivindicación 5, en el que dicha capa polarizante es una película polarizante,
en el que dicho molde comprende:

- la capa auto-portante obtenida por medio de la etapa a),
- una pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara y que define con la capa auto-portante al menos una cavidad de moldeo,
- una junta que sella lateralmente dicha al menos una cavidad de moldeo y adaptada para soportar una película polarizante y mantener la misma en una condición en suspensión, y

en donde la etapa b) se lleva a cabo por medio de las etapas de:

b1) asociar a dicha junta una película polarizante adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta anteriormente mencionada de manera que defina dentro de dicha al menos una cavidad de moldeo una primera porción hueca que se extiende entre la capa auto-portante y la película polarizante y una segunda porción hueca que se extiende entre la película polarizante y dicha cara ópticamente trabajada y pulida de dicha pared de molde;
b2) introducir en dichas primera y segunda porciones huecas de dicha al menos una cavidad de moldeo un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o de poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o de alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos,
- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,
en donde dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o el primer monómero están seleccionados de NCO o $-CH=CH_2$,
en donde dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC, y
en donde dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC.

7. Método según la reivindicación 6, en el que dicho material polimerizable en fase líquida incluye además al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

8. Método según la reivindicación 3, que comprende además incorporar una película polarizante dentro de dicha primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado, en el que dicha etapa a) se lleva a cabo por medio de las etapas de:

a1) proporcionar un primer molde que comprende:

- una primera pared de molde,
- una segunda pared de molde que define con la primera pared de molde al menos una cavidad de moldeo,
- una junta que sella lateralmente dicha al menos una cavidad de moldeo y adaptada para soportar una película polarizante y mantener la misma en una condición en suspensión,

a2) asociar a dicha junta una película polarizante adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta anteriormente mencionada de manera que defina dentro de dicha al menos una cavidad de moldeo una primera porción hueca que se extiende entre la primera pared de molde y la película polarizante y una segunda porción hueca que se extiende entre la película polarizante y la segunda pared de molde;
a3) introducir en dichas primera y segunda porciones huecas de dicha al menos una cavidad de moldeo un material polimerizable en fase líquida según la etapa a1);
a4) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos y una película polarizante; y
a5) insertar la primera capa auto-portante así obtenida en un segundo molde.

9. Método según la reivindicación 8, en el que dicho material polimerizable en fase líquida incluye además al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

10. Método según la reivindicación 8, que comprende además la etapa de

a6) introducir en al menos una porción de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado así obtenido al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

11. Método según la reivindicación 2, en el que dicha etapa d) se lleva a cabo por medio de las etapas de:

d1) introducir en una cavidad del molde una capa de un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o de poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o de alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos,
- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,
en donde dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o del primer monómero están seleccionados de NCO o $-CH=CH_2$,
en donde dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC, y
en donde dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC;

d2) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos;
d3) introducir en al menos una porción de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado así obtenido dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida.

12. Método según la reivindicación 2, en el que dicha etapa d) se lleva a cabo por medio de las etapas de:

d4) introducir en una cavidad del molde una capa de un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o de poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o de alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos,
- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,
en donde dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o del primer monómero están seleccionados de NCO o $-CH=CH_2$,
en donde dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC, y
en donde dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC;

y dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida,

d5) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos y al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida en al menos una porción de la misma.

13. Método según la reivindicación 2, comprende además la etapa de incorporar una capa polarizante dentro de dicha primera capa auto-portante o dicha segunda capa.

14. Método según la reivindicación 2, comprende además la etapa de asociar una capa polarizante a al menos una superficie de dicho elemento óptico monolítico hecho de material plástico termoestable.

15. Método según la reivindicación 2, que comprende además incorporar una película polarizante dentro de dicha primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado, en el que dicha etapa d) se lleva a cabo por medio de las etapas de:

d1) proporcionar un primer molde que comprende:

- una primera pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara,
- una segunda pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara y que define con la primera pared de molde al menos una cavidad de moldeo,
- una junta que sella lateralmente dicha al menos una cavidad de moldeo y adaptada para soportar una película polarizante y mantener la misma en una condición en suspensión,

d2) asociar a dicha junta una película polarizante adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta anteriormente mencionada de manera que defina dentro de dicha al menos una cavidad de moldeo una primera porción hueca que se extiende entre la primera pared de molde y la película polarizante y una segunda porción hueca que se extiende entre la película polarizante y la segunda pared de molde;
d3) introducir en dichas primera y segunda porciones huecas de dicha al menos una cavidad de moldeo un material polimerizable en fase líquida que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o de poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o de alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos,
- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,
en donde dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o del primer monómero están seleccionados de NCO o -CH=CH_2,
en donde dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC, y
en donde dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC;

d4) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos y una película polarizante;
d5) introducir en al menos una porción de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado así obtenido dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida; y
d6) insertar la primera capa auto-portante así obtenida en un segundo molde.

16. Método según la reivindicación 2, que comprende además incorporar una película polarizante dentro de dicha primera capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado, en el que dicha etapa d) se lleva a cabo por medio de las etapas de:

d1) proporcionar un primer molde que comprende:

- una primera pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara,
- una segunda pared de molde ópticamente trabajada y pulida sobre al menos una cara y que define con la primera pared de molde al menos una cavidad de moldeo,
- una junta que sella lateralmente dicha al menos una cavidad de moldeo y adaptada para soportar una película polarizante y mantener la misma en una condición en suspensión,

d2) asociar a dicha junta una película polarizante adaptada para ser soportada y mantenida en una condición en suspensión por la junta anteriormente mencionada de manera que defina dentro de dicha al menos una cavidad de moldeo una primera porción hueca que se extiende entre la primera pared de molde y la película

polarizante y una segunda porción hueca que se extiende entre la película polarizante y la segunda pared de molde;
d3) introducir en dichas primera y segunda porciones huecas de dicha al menos una cavidad de moldeo un material polimerizable en fase líquida, que incluye:

- un primer prepolímero de poliisocianato o de poliol-alil-carbonato y/o un primer monómero de isocianato o de alil-carbonato que incluye grupos funcionales reactivos,
- un componente reactivo que incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos del primer prepolímero y/o del primer monómero,
en donde dichos grupos funcionales del primer prepolímero y/o del primer monómero están seleccionados de -NCO o -CH=CH_2,
en donde dicho primer prepolímero de poliisocianato tiene un contenido de grupos funcionales reactivos con isocianato NCO comprendido entre el 5 y el 50 % en peso, una funcionalidad promedio comprendida entre 2 y 3, una viscosidad inferior a 5.000 mPa.s a 70 ºC, y
en donde dicho primer prepolímero de poliol-alil-carbonato tiene una funcionalidad promedio comprendida entre 1 y 2, una viscosidad de 5-60 mPa.s a 25 ºC;
y
- al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida;

d4) reticular parcialmente la capa así formada de manera que se obtenga una capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado que incluye grupos funcionales reactivos, al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida en al menos una porción de la misma y una película polarizante;
d5) insertar la primera capa auto-portante así obtenida en un segundo molde.

17. Método según las reivindicaciones 4 o 14, en el que dicha capa polarizante es un recubrimiento polarizante.

18. Método según las reivindicaciones 1 o 2, que comprende además la etapa de refrigerar la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado proporcionada en el molde, siendo dicha etapa de refrigeración llevada a cabo preferentemente de manera que se reduzca la temperatura de la capa a un valor comprendido entre 25 ºC y 80 ºC.

19. Método según la reivindicación 18, que comprende además la etapa de calentar la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado y el molde a una temperatura comprendida entre 30 ºC y 110 ºC antes de llevar a cabo la etapa de formar dicha segunda capa sobre al menos una superficie de la primera capa auto-portante.

20. Método según la reivindicación 1, en el que dicha etapa b) se realiza colando dicho material polimerizable en fase líquida en al menos una cavidad definida en el molde entre dicha al menos una superficie de la capa auto-portante y una superficie interna del molde.

21. Método según las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho componente reactivo comprende:

- al menos un segundo prepolímero seleccionado preferentemente del grupo que comprende prepolímeros que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos isocianato -NCO y prepolímeros que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos -CH=CH_2, y/o
- al menos un segundo monómero seleccionado preferentemente del grupo que comprende: monómeros que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos isocianato NCO y monómeros que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos -CH=CH_2, y/o
- al menos un agente de reticulación seleccionado preferentemente del grupo que comprende: agentes de reticulación que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos isocianato NCO y agentes de reticulación que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos -CH=CH_2, y/o
- al menos un catalizador de la polimerización del primer prepolímero y/o del primer monómero seleccionado preferentemente del grupo que comprende: catalizadores que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos isocianato -NCO y catalizadores que incluyen grupos funcionales reactivos con los grupos -CH=CH_2,
en fase líquida o sólida.

22. Método según las reivindicaciones 1, 2 o 21, en el que dicho componente reactivo incluye grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente con los grupos funcionales reactivos de la capa auto-portante hecha de material plástico termoestable parcialmente reticulado.

23. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-22, en el que dicho al menos un compuesto químico adaptado para modificar las características espectrales de la luz transmitida está seleccionado de compuestos colorantes adaptados para filtrar la luz visible que comprenden preferentemente grupos cromóforos de azobenceno, grupos cromóforos de antraquinona y mezclas de los mismos, compuestos fotocromáticos seleccionados

preferentemente del grupo que comprende espiropiranos, espirooxazinas, fulgidas y mezclas de los mismos, y mezclas de los mismos.

24. Elemento óptico polarizante o no polarizante hecho de material plástico termoestable obtenible por el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-23.

25. Dispositivo de protección de los ojos que comprende un elemento óptico según la reivindicación 24.

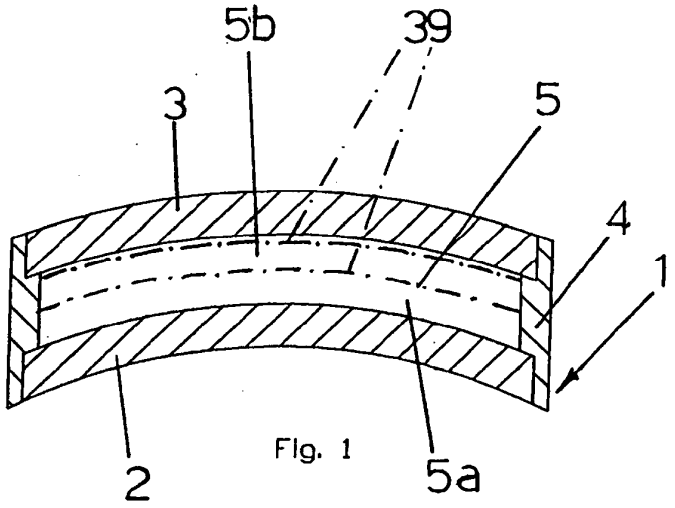

Fig. 1

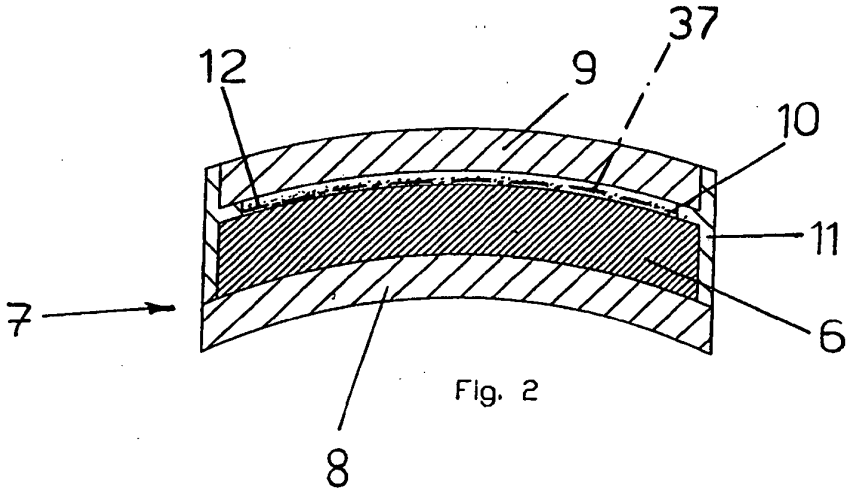

Fig. 2

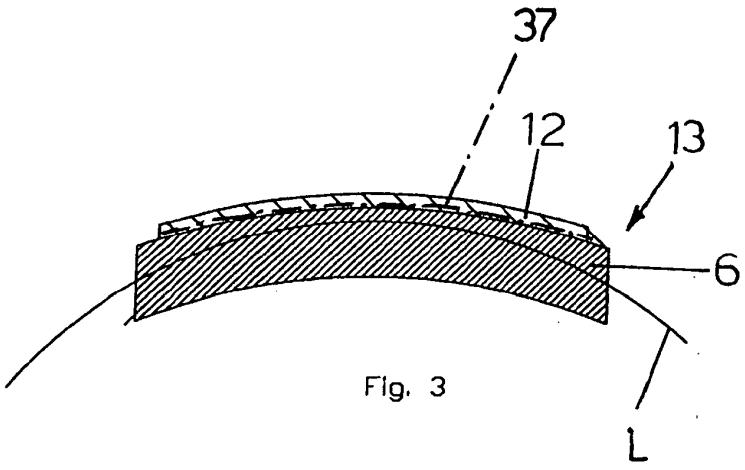

Fig. 3

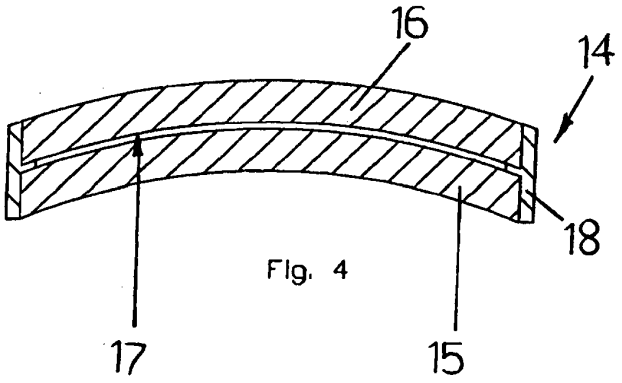

Fig. 4

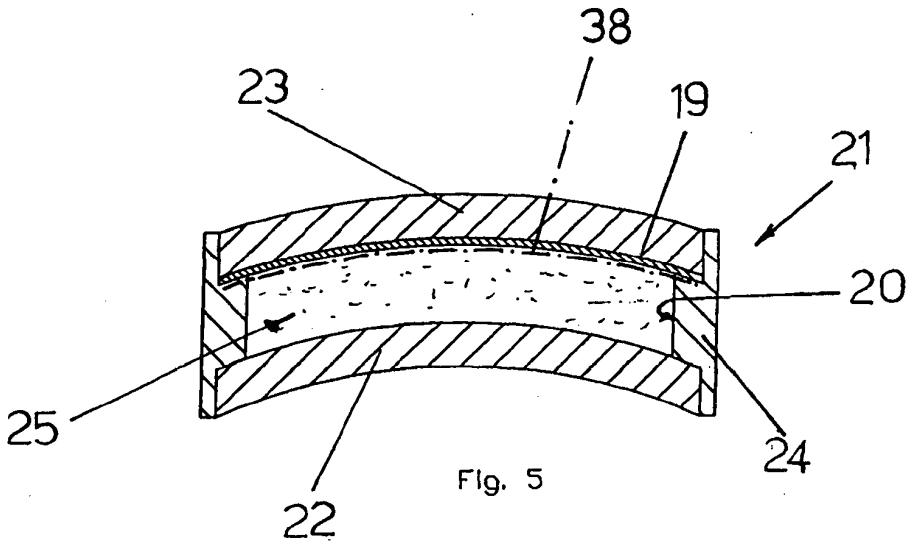

Fig. 5

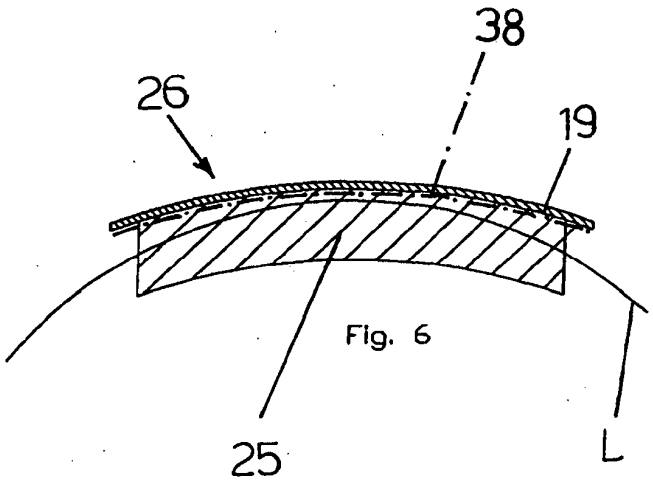

Fig. 6

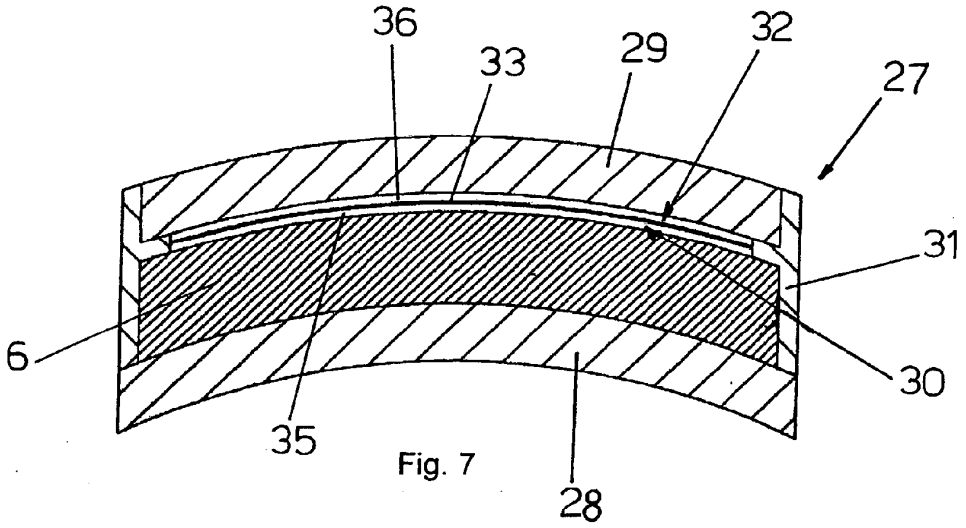

Fig. 7

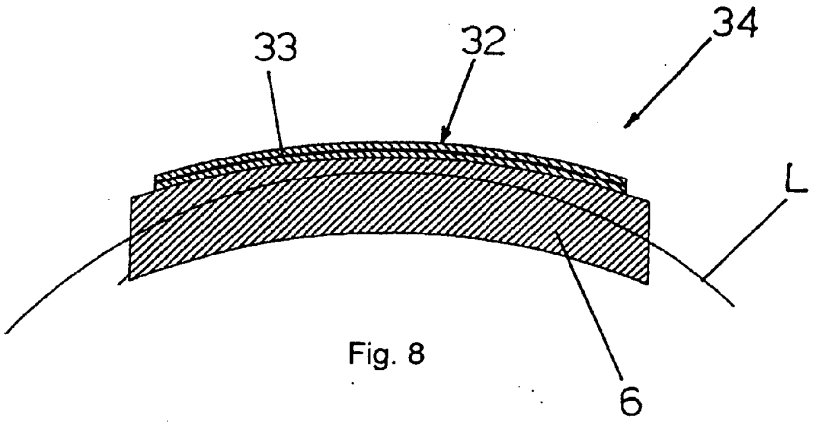

Fig. 8