

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 342**

51 Int. Cl.:

**B29D 11/00** (2006.01)

**G02C 7/06** (2006.01)

**B29C 45/73** (2006.01)

**B29C 45/14** (2006.01)

**B29K 69/00** (2006.01)

**B29K 75/00** (2006.01)

**B29L 11/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2003 E 03744674 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 1492658**

54 Título: **Moldeo por inyecciones de lentes**

30 Prioridad:

**13.03.2002 US 364839 P**

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

**09.04.2013**

73 Titular/es:

**INSIGHT EQUITY A.P.X., LP (100.0%)  
1400 CIVIC PLACE SUITE 250  
SOUTHLAKE, TX 76092, US**

72 Inventor/es:

**MAKI, ALAN, D.;  
WOELFLE, ERIC, J.;  
KROULIK, DARRELL, B.;  
MORAVEC, THOMAS, J.;  
TRAVNICEK, EDWARD A. y  
HAGE, MARTIN, L.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 400 342 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Moldeo por inyecciones de lentes.

**Antecedentes de la invención**

5 Esta invención se refiere a un método para conformar una lente oftálmica que es una lente multifocal progresiva o una lente multifocal esférica. En este aspecto, se hace aquí referencia a los siguientes documentos de patentes: patente de Estados Unidos número 6.328.446 titulada "Producción de elementos ópticos" y solicitud de patente de Estados Unidos número 09/580.162 en tramitación con la presente presentada el 23 de mayo de 2000 y titulada "Fabricación de lentes oftálmicas con potencia positiva", las cuales están normalmente cedidas al cesionario de la presente solicitud.

**10 Antecedentes de la técnica**

Se sabe que las lentes fotocromáticas curvadas y los laminados planos o ligeramente curvados son útiles en gafas, máscaras, gafas protectoras e instrumentos ópticos. Estos tipos de lentes y sus portadores usan cada vez más una capa o capas de materiales fotocromáticos sensibles a la luz sobre una capa de sustrato o entre un par de láminas o placas de sustrato o sobre una superficie óptica. Se han usado estos tipos de construcciones y montajes durante  
15 muchos años.

Típicamente, las lentes ópticas fotocromáticas curvadas (incluyendo las lentes planoconvexas o planocóncavas) de los tipos descritos incluyen una capa fotocromática entre capas interior y exterior o sobre una superficie de capas de material que transmite la luz. Estos materiales transmisores de luz sirven para definir las superficies refractoras de la luz de la lente terminada. En el caso de lentes para usar en gafas, aquéllas capas más cercana y más alejada,  
20 respectivamente, del ojo de la persona portadora definen las superficies refractoras de la luz cóncava y convexa de la lente. Los elementos interior y exterior de la lente de un compuesto se pueden producir según técnicas conocidas como fundición y moldeo (incluyendo moldeo por inyección). La capa fotocromática se ha añadido mediante diversas técnicas, incluyendo revestimiento directo de capas que comprenden el material fotocromático sobre una superficie de la lente. A menudo debería proporcionarse entonces una capa protectora adicional sobre la capa fotocromática.  
25 Se describe la producción de lentes polarizadoras curvadas sustancialmente libres de falta de claridad óptica y de defectos cosméticos en el documento de la patente de Estados Unidos número 3.560.076.

En el documento de la patente de Estados Unidos número 5.327.180 se prepara una lente polarizadora preparando los elementos de la lente con un material adecuado (por ejemplo, mediante mecanizado y pulido), limpiando cuidadosamente los elementos de la lente y laminando los elementos disponiendo entre ellos una película polarizadora de la luz.  
30

De forma alternativa, se puede hacer una lente que contiene una capa fotocromática curvada colocando una capa fotocromática en un molde que tiene superficies de la curvatura deseada y rellenando el molde con vidrio fluido, como se describe para el uso con capas polarizadoras en el documento de la patente de Estados Unidos número 2.387.308. Las superficies del molde se pueden predeterminar para proporcionar la potencia refractora deseada en la lente terminada, la cual se retira del molde después del endurecimiento del vidrio fluido. En los documentos de las patentes de Estados Unidos números 3.711.417 y 3.786.119 se describe la producción de una lente curvada que tiene un polarizador de luz entre superficies de un monómero polimerizado. En cada caso, se rellena con monómero polimerizable un molde que tiene superficies con formas predeterminadas y un polarizador dispuesto entre ellas. A la pieza de lente sin desbastar de plástico resultante, retirada del molde después de la polimerización del monómero,  
35 se le da forma y se mecaniza y pule hasta la potencia deseada.  
40

El documento de la patente de Estados Unidos número 4.268.134 describe una lente fotocromática laminada ligera que comprende una capa introducida en el interior de vidrio fotocromático, capas superficiales de plástico ópticamente transparente y capas de unión de adhesivo de gran resistencia pero bajo módulo elástico entre el vidrio introducido en el interior y las capas de plástico de superficie. Generalmente, se describen adhesivos de poliuretano, si bien se intentan usar resinas acrílicas sensibles a la presión, resinas acrílicas reticuladas, ésteres acrílicos modificados, butirato acetato de celulosa, resinas epoxi, resinas epoxi blandas, resinas de silicona y resinas de polivinilbutiral altamente plastificadas.  
45

Los compuestos fotocromáticos son sustancias que tienen la característica de cambiar de forma reversible de color y /o de grado de transmisión de la luz cuando se exponen a ciertos tipos de radiación electromagnética y de luz solar, volviendo a su estado inicial de color y de transmisión de luz tan pronto como se elimina la fuente de luz.  
50

Hay muchas sustancias conocidas que tienen características fotocromáticas y que pertenecen a diferentes clases de compuestos, tanto orgánicos como inorgánicos, como se describe, por ejemplo, en "Photochromism", G. H. Brown, (editor), volumen 32 de la serie Weissberger de "Techniques of Organic Chemistry", Wiley Interscience, New York (1971).

55 Entre los compuestos fotocromáticos orgánicos conocidos mejor están aquellos que pertenecen a los grupos de las espiro-indolino-oxazinas y de los espiro-indolino-piranos, que son capaces de proporcionar características

fotocromáticas a sistemas poliméricos para pinturas, tintas, adhesivos, así como a materiales orgánicos polimerizados utilizados para filtros solares, instrumentos ópticos, memorias ópticas, impresión, fotografía, tejidos, artículos de decoración y juguetes, como se describe, por ejemplo, en los documentos de las patentes de Estados Unidos números 3.562.172, 3.578.602, 4.215.010 y 4.342.668 y en las solicitudes de patente europeas 134.633 y 141.407.

De acuerdo con la técnica conocida, un compuesto fotocromático se puede depositar sobre un artículo por medio de impregnación o de transferencia térmica, como se especifica en el documento de la patente de Estados Unidos número 4.286.957. También existe la posibilidad de aplicar el compuesto fotocromático inmerso en una pintura extendida sobre la superficie del artículo que va a devenir fotocromático. En ocasiones, estos métodos de aplicación superficial permiten que los artículos conserven sus características fotocromáticas solo durante períodos de tiempo limitados. Por otra parte, la introducción de un compuesto fotocromático en la masa de un artículo, especialmente cuando se fabrica con un material termoplástico, puede crear problemas para los cuales todavía no se han encontrado soluciones satisfactorias. Los materiales termoplásticos se transforman en artículos terminados mediante las técnicas usuales de moldeo, extrusión y similares. En las condiciones, especialmente de temperatura, en las que se llevan a cabo estos procesos, es probable que los compuestos fotocromáticos orgánicos experimenten degradación o, al menos, degeneración, junto con el desarrollo irreversible de colores indeseables. Además, es también sabido que los compuestos fotocromáticos orgánicos incorporados en matrices o en disoluciones poliméricas experimentan degradación rápida, perdiendo su actividad fotocromática debida a la exposición a la luz en condiciones normales de uso.

Entre las soluciones propuestas para evitar estos problemas, una de ellas es mezclar, ya sea antes o durante la fase de procesamiento de los polímeros orgánicos termoplásticos, un compuesto fotocromático orgánico con, respectivamente, un compuesto orgánico básico que contiene nitrógeno, escogido entre aminas, amidinas y guanidinas no aromáticas cíclicas o no cíclicas o aminas impedidas estéricamente que contienen silicio en su estructura molecular. Se conocen también composiciones fotocromáticas (documento de la patente de Estados Unidos número 4.720.356) que son resistentes a la fatiga bajo la luz y que incluyen una espiro-oxazina combinada con una amina impedida estéricamente, escogida entre las usadas normalmente para estabilizar los polímeros orgánicos frente a la luz ultravioleta.

El documento de la patente de Estados Unidos número 5.242.624 afirma que es posible prolongar la actividad fotocromática de sustancias fotocromáticas de interés, más allá de cualquier límite conocido presumiblemente del efecto estabilizante de los compuestos anteriormente mencionados, añadiendo a una o más de las sustancias fotocromáticas una mezcla estabilizante que comprende una amina escogida entre 1,4-diazabicyclo-(2.2.2)octano (DABCO) y quinuclidina o sus derivados y al menos una amina impedida estéricamente. Esta mezcla estabiliza las características fotocromáticas de la sustancia a la cual se ha añadido durante un período mucho más largo que la contribución de cualquier aditivo individual, de tal forma que la pérdida de actividad fotocromática ocurre después de un período que es al menos varias veces mayor que el de un producto que no contiene una de las aminas cíclicas previamente indicadas.

Es esencial que las piezas de lentes sin desbastar fotocromáticas plásticas (y las lentes terminadas) tengan una buena respuesta fotocromática, una buena disponibilidad de colores, eficiencia, durabilidad y resistencia a la abrasión y que puedan ser fabricadas mediante el recurso a técnicas de fabricación sencillas y eficientes. Además, será beneficioso, en particular en el caso de piezas de lentes sin desbastar para la producción de lentes oftálmicas de prescripción (es decir, correctoras de la visión), que las curvaturas de las superficies de la pieza de la lente sin desbastar correspondan al menos de forma aproximada a las que se necesitan para proporcionar las propiedades prescriptivas predeterminadas de una lente acabada. Se notará que la producción de una pieza de lente sin desbastar compuesta mediante un proceso que necesita que los elementos de la lente exterior e interior por separado sean primero rectificadas y pulidas y, luego, unidas (laminadas) juntos con una capa fotocromática (curvada) preformada entre ellos será un proceso ineficiente, tedioso y que necesita mucho trabajo. De manera similar, la producción de una pieza de lente sin desbastar recurriendo a un método que necesita el preformado de una capa fotocromática curvada, la colocación del elemento fotocromático preformado en un molde, el llenado del molde con monómero polimerizable, el curado del monómero (polimerización) y la liberación y separación de la pieza en tosco o de la lente curvada del molde necesitará mucho trabajo. De manera adicional, es importante que la capa fotocromática se use en un medio ambiente de fabricación tan suave como sea posible para disminuir las tensiones sobre los compuestos fotocromáticos.

La facilidad con la que se puede preparar una lente fotocromática a partir de una pieza de lente sin desbastar y, en particular, las propiedades ópticas de la lente, dependerán de la naturaleza de los materiales usados en la producción de la lente (y de las etapas del proceso). Por ejemplo, el vidrio es un material isotrópico ópticamente debido a que no afecta rotatoriamente a la luz polarizada está especialmente adaptado para su uso en dispositivos ópticos que incluyen agentes que influyen en la luz. Sin embargo, el vidrio no se adapta fácilmente a los métodos de conformado convenientes (por ejemplo, termoformado o curvado). Además, dependiendo de los materiales concretos usados, el método de conformación puede introducir tensiones y orientación en la capa fotocromática o en las capas transmisoras de la luz de la pieza de lente sin desbastar, que se manifiestan por distorsión óptica y por consistencia o eficiencia disminuidas de la capa fotocromática. Una distorsión suficiente de la capa fotocromática puede provocar imágenes falsas visibles tanto para el portador de las lentes como para un observador de las

5 mismas. Según la naturaleza del monómero polimerizable usado en un método basado en la polimerización in situ en un molde, la contracción de la resina curada y el desarrollo de tensiones físicas puede dar como resultado eficacia o consistencia disminuidas. Aparte de consideraciones que se refieren en particular a las lentes para prescripción, con frecuencia será importante que las lentes destinadas para aplicaciones de gafas de sol tengan buena durabilidad y resistencia a la abrasión de modo que puedan soportar las condiciones de uso y abuso que con frecuencia se dan en el caso de las gafas de sol.

10 El documento de la patente de Estados Unidos número 5.856.860 describe una lente multifocal con dos partes: una parte de potencia y una parte funcional. Describe también el moldeo de una lente que puede ser una lente para visión individual, una lente multifocal progresiva, una lente esférica, una lente multifocal esférica o una lente multifocal por pasos. Describe las etapas de precaracterización de la reivindicación 1.

### Compendio de la invención

La presente invención proporciona el método de la reivindicación independiente 1. Las reivindicaciones dependientes especifican características preferidas pero opcionales.

15 Contrariamente a la patente de Estados Unidos 5.856.860, el método de la presente invención proporciona las características de la reivindicación 1. La invención reivindicada posibilita la formación óptica de un pasillo de adición que proporciona una lente de alta calidad; la invención reduce también los defectos en la lente moldeada resultante.

20 Se ha encontrado que se puede usar un laminado fotocromático, polimérico y estable como placa de base o protección de gafas protectoras o de otros elementos ópticos similares. El laminado fotocromático se puede asegurar a lo largo de áreas abiertas en las que se desea un filtrado de luz variable, sin que el laminado se tenga que adherir además a otras superficies. Se ha encontrado también que un laminado fotocromático, polimérico y estable se puede aplicar a superficies, en particular superficies de policarbonato o polisulfona, para proporcionar un efecto fotocromático estable a esa superficie. El laminado fotocromático polimérico se puede aplicar a superficies planas, curvadas o con textura, incluyendo lentes sin desbastar, lentes semiacabadas, lentes acabadas y lentes sin desbastar de materiales compuestos, adecuadas para producir a partir de ellas superficies que cambian de color o lentes que tienen buena eficacia y durabilidad fotocromática y se puede preparar de forma sencilla y eficaz a partir de materiales baratos que forman lentes, que transmiten la luz y son fotocromáticos, configurados en una relación apropiada en un compuesto laminable fotocromático. El uso de una composición sustantiva de poliéster-uretano junto con un colorante o pigmento fotocromático como capa sustantiva entre capas de soporte polimérico que se pueden laminar a superficies utilizando las capas de soporte poliméricas como las superficies de adhesivo o portadora del adhesivo para formar el artículo final. Sorprendentemente, se ha encontrado que el uso de poliéster-uretanos es sustancialmente mejor que el uso de adhesivos de poliéster-uretanos, incluso aunque no se conoce ninguna razón específica para esta mejora de rendimiento.

25 Se describe un laminado fotocromático individual, unitario (denominado a partir de aquí en este documento como "sub-elemento") para su aplicación a superficies que comprende:

35 una primera capa polimérica transmisora de la luz que comprende una resina de policarbonato o de polisulfona; al menos una segunda capa fotocromática polimérica transmisora de la luz que comprende un poliéster-uretano y un compuesto fotocromático y

una tercera capa polimérica transmisora de la luz, opcional, que comprende una resina de policarbonato o polisulfona.

40 El subelemento se puede usar tal cual para aplicaciones del tipo de gafas protectoras. Por otro lado, el subelemento se puede laminar también sobre una superficie como una superficie de una lente para formar el artículo fotocromático, como una lente sin desbastar. La superficie puede ser de cualquier material, preferentemente de un material polimérico, más preferentemente de un material a base de policarbonato o polisulfona, como un material de una lente, incluyendo materiales poliméricos (en particular lentes de policarbonato o polisulfona). El subelemento fotocromático laminado puede tener algo de curvatura en sí o se le puede dar forma durante el proceso de laminación para conformar la curvatura de la superficie de la lente. El uso de un subelemento con una curvatura preformada ayuda a disminuir la tensión y la distorsión que se puede producir durante la formación de la lente sin desbastar, pero no es esencial cuando se controlan cuidadosamente las condiciones y el grado de curvatura.

45 El subelemento se puede usar en tres posiciones sobre una lente compuesta. Donde hay un único elemento de lente, el subelemento se puede adherir a las superficies convexa o cóncava (exterior e interior, respectivamente). Cuando el elemento de la lente está formado por la laminación de dos partes diferentes juntas, el subelemento se puede colocar sobre la superficie cóncava de cualquiera de los elementos de la lente, o sobre la superficie convexa de cualquiera de los elementos de la lente, lo cual permite colocar el subelemento sobre la superficie exterior, sobre una superficie interior o entre los dos elementos de la lente (en contacto tanto con una superficie convexa como con una superficie cóncava).

55 Los tamaños relativos de las capas se pueden variar respectivamente. Es conveniente que la primera capa transmisora de luz corresponda con o defina una superficie convexa de dicha lente sin desbastar (la primera capa

5 puede ser una capa delgada respecto de la segunda capa transmisora de luz o de iguales o mayores dimensiones). De manera similar, el lado posterior de la segunda capa transmisora de luz define una superficie cóncava de la lente sin desbatar y puede ser sustancialmente más gruesa que la primera capa transmisora de luz (o del mismo tamaño o más delgada que ella). El espesor del compuesto final (esto es, el subelemento laminado y el sustrato de la lente, en especial cuando el elemento está situado entre los dos elementos de la lente) debería ser suficiente para permitir el mecanizado y pulido de las superficies y de los bordes de las mismas para la obtención de las propiedades ópticas deseadas en dicha lente óptica fotocromática. La capa de poliéster-uretano y la capa de policarbonato o polisulfona tienen dimensiones comprendidas aproximadamente entre 3 y 25 micrómetros, más usualmente entre 5 y 20 micrómetros y todavía más usualmente entre 5 y 15 micrómetros. Puede verse a partir de estas dimensiones que las capas no son, por si mismas, suficientes para proporcionar elementos estructurales robustos como lentes oftálmicas, de tal modo que en este caso deben ser laminadas sobre elementos más fuertes.

10 La superficie convexa de dicha lente sin desbatar compuesta curvada laminar e individual proporciona al menos sustancialmente las propiedades ópticas deseadas en la lente óptica fotocromática y siendo la superficie cóncava susceptible de ser pulida sobre una superficie, proporciona de este modo la lente óptica fotocromática con dichas propiedades ópticas deseadas. La capa fotocromática y al menos una de las otras capas transmisoras de la luz se alinean de tal forma que la dirección del índice de refracción principal de la capa trasmisora de luz es sustancialmente paralela al eje oftálmico de la capa fotocromática.

También se describe un método que prepara una lente sin desbatar o una lente mecanizada y pulida a partir de ella mediante las etapas que comprenden:

20 proporcionar un suministro de una estructura de subelemento laminable, que comprende, en orden y en relación de superposición, una primera capa polimérica transmisora de la luz, una capa fotocromática y una segunda capa polimérica transmisora de la luz (siendo el material laminable como se ha descrito previamente en el texto, pero mostrado inmediatamente a continuación en forma de descripción preferida, pero no la única posible);

25 siendo la primera capa transmisora de luz una capa delgada respecto de dicha segunda capa transmisora de la luz, siendo dicha segunda capa transmisora de la luz sustancialmente más gruesa que dicha primera capa transmisora de la luz y con un espesor suficiente para permitir dar forma (por ejemplo mediante mecanizado y pulido) al material de la misma (por ejemplo, en el pulido óptico de una superficie cóncava de una lente que se forma a partir de la estructura laminar compuesta). En el caso de la formación de lentes oftálmicas, la capa fotocromática y al menos la primera de las capas primera y segunda transmisoras de la luz se alinean de tal forma que los ejes focales estén alineados;

30 cortar y retirar material del suministro de dicha estructura compuesta laminar una parte o sección separada de un tamaño suficiente para producir a partir de ahí una superficie mejorada fotocromáticamente, como una lente curva;

35 colocar la parte separada entre superficies poliméricas opuestas (por ejemplo, platinas cóncava y convexa). Cuando se va a curvar el artículo final, la primera capa transmisora de luz de dicha parte debería colocarse para darle forma mediante una platina cóncava;

40 calentar y presionar las platinas juntas y, en el caso de las superficies curvadas, con presión suficiente para dar forma a dicha sección separada de una lente curva que tiene una superficie convexa definida por la primera capa transmisora de luz en ella y una superficie cóncava definida por la segunda capa transmisora de luz, de modo que cada superficie tiene un radio de curvatura que corresponde sustancialmente al radio de curvatura de la platina respectiva que forma cada superficie concreta y

retirar el artículo (por ejemplo, la lente con forma curva) de entre las platinas.

### Descripción breve de los dibujos

45 La figura 1 es una vista isométrica que muestra en un despiece las respectivas capas de un laminado fotocromático compuesto plástico que comprende una capa fotocromática de poliéster-uretano entre láminas termoformables transmisoras de luz, a partir de la cual se puede formar una lente sin desbatar oftálmica fotocromática.

### Descripción detallada de la invención.

50 Como se ha mencionado previamente, se describe una estructura laminada plana o curvada y una lente sin desbatar fotocromática plástica que se puede producir de forma sencilla y eficaz a partir de materiales poliméricos en lámina relativamente baratos y que se puede usar para proporcionar gafas de protección, pantallas faciales, ventanas, cubiertas para ventanas, claraboyas o tragaluces, etc. y lentes ópticas que tienen propiedades fotocromáticas eficaces, uniformes y de alta calidad. La forma en la cual se llevan estas realizaciones a cabo no es significativamente dependiente del uso de los materiales concretos en una relación apropiada entre ellos, esto es, no hay un orden o una disposición prescrita, como resultará claro a partir de la descripción detallada que se proporciona a continuación. Se puede desear tener una capa protectora exterior (por ejemplo una capa resistente a la abrasión) en combinación con el sistema de la lente, pero se puede proporcionar con distintos métodos. En el caso de usar el laminado en una aplicación para gafas protectoras, se puede hacer que el laminado tenga una textura dura sobre

una o ambas superficies exteriores con un recubrimiento resistente a la abrasión, con un recubrimiento antireflectante y/o con un recubrimiento duro anti-vaho.

Según se usa en este documento, el término "lente sin desbastar" se refiere a un laminado unitario curvado (convexo y/o cóncavo, plano o de prescripción) que comprende una capa fotocromática entre dos capas de polímero  
 5 transmisoras de la luz de las características ya descritas y de un tamaño y forma a partir de los cuales se puede fabricar una lente óptica que tiene las propiedades deseadas, mediante mecanizado en los bordes, corte y, si es necesario mecanizado y pulido óptico de la superficie cóncava de la lente sin desbastar. El mecanizado o rectificado óptico de la superficie cóncava se puede usar para adaptar la lente sin desbastar a las propiedades ópticas deseadas en una "lente terminada" que se puede usar en equipos ópticos, o, en el caso de lentes oftálmicas, para la  
 10 producción de lentes correctoras de la visión o de potencia cero. En general, será conveniente, con el fin de acomodar un intervalo de prescripciones de lentes oftálmicas, preparar una "familia" o serie de lentes oftálmicas sin desbastar cuyos miembros tienen una superficie convexa conformada a una curvatura esférica dada de, por ejemplo, cualquier dioptría dentro del intervalo empleado generalmente en las prescripciones. Cuando el rectificado es tolerable en el proceso, se pueden usar más dioptrías genéricas, como dos, cuatro, seis o nueve dioptrías. Donde se necesita proporcionar curvaturas de la lente más precisas (como dioptrías proporcionadas en incrementos de 0,1, 0,2, 0,25 o similares) no sería necesario el mecanizado. Los radios de curvatura de las superficies de las platinas que conforman las lentes que se necesitan para conformar las lentes sin desbastar respectivas se pueden  
 15 determinar recurriendo a los principios conocidos de física y óptica. Las lentes curvadas sin desbastar pueden ser planas, esféricas, esféricas, asféricas, toroidales, lenticulares, monofocales y multifocales y pueden tener potencia cero o ser correctoras de la visión. Escogiendo una lente sin desbastar concreta de la serie (o "familia") de lentes sin desbastar, se puede satisfacer una prescripción concreta solo por laminación o mediante pulido óptico (torneado de la superficie) de la superficie cóncava de la lente sin desbastar hasta el radio específico de curvatura, calculado tomando como base las fórmulas oftálmicas conocidas para la potencia oftálmica de la lente. Conociendo la potencia prescrita para la lente, el radio convexo de la lente sin desbastar y el índice de refracción del material de la lente y  
 20 especificando el espesor en el centro de la lente acabada, se puede calcular de la forma habitual el radio de curvatura de la superficie cóncava. Utilizando operaciones de acabado convencionales, por ejemplo, pulido y rectificado en los bordes, se puede preparar una lente óptica "terminada", adecuada para ser insertada en un aparato óptico o en una montura de gafas.

En referencia ahora a la figura 1, se muestra en ella un despiece de las capas de una estructura compuesta en  
 30 capas, 2, de la cual se pueden retirar (esto es, cortar, rebanar, convertir, perforar, etc) secciones (esto es, partes unitarias) para darle forma de una lente sin desbastar fotocromática. El compuesto de capas 2 incluye una capa protectora superficial, 4, (que puede ser una resina termoplástica o termoendurecida), una capa fotocromática 6 laminada entre la primera capa superficial polimérica transmisora de la luz (4) y la segunda capa o lámina polimérica transmisora de la luz (8). La capa fotocromática de la lámina 6 comprende una capa polimérica que tiene disuelto, disperso o suspendido dentro de ella un material fotocromático que proporciona la funcionalidad fotocromática de la  
 35 lente sin desbastar.

El subelemento se puede formar sustancialmente de la misma manera que la película polarizadora multicapa descrita en el documento de la patente de Estados Unidos número 5.051.309 o de cualquier otra manera descrita en este documento. Por ejemplo, después de la formación de la capa fotocromática mezclando los ingredientes,  
 40 moldeando los materiales sobre una superficie desprendible de ellos, secando los materiales y separando una capa fotocromática seca de la superficie que se puede separar de la misma, se adherirá sobre la capa fotocromática la capa o capas de policarbonato (o polisulfona) (con estiramiento, si es necesario). Esto se puede hacer de acuerdo con las enseñanzas del documento de la patente de Estados Unidos número 5.051.309 (si bien esto no es un ejemplo limitador), tomando una lámina de policarbonato (o de polisulfona) del espesor escogido apropiado (por ejemplo, entre 0,1 mm y 5 mm), laminando la lámina o láminas sobre uno o ambos lados de la capa fotocromática (con múltiples láminas orientadas de tal modo que las direcciones de orientación de las láminas coincidan entre sí) y asegurando las láminas juntas. La laminación se puede llevar a cabo utilizando adhesivos intermedios (por ejemplo, se preferirían adhesivos de policarbonato o de poliuretano, pero también resultarían satisfactorios otros adhesivos comerciales) o el policarbonato podría laminarse a la capa fotocromática de poliuretano. A continuación, el laminado fotocromático se conformaría bajo vacío, en condiciones de calor y presión, si es necesario para proporcionarle  
 45 curvatura. El laminado fotocromático se puede luego laminar sobre la superficie final o se puede situar posteriormente entre capas para formar un artículo polarizador final. El laminado se puede usar también en forma plana o ligeramente curvada, para su uso en gafas protectoras, ventanas, placas, paneles, etc.

Preferentemente, el material fotocromático se escoge entre materiales fotocromáticos orgánicos que comprenden al  
 55 menos uno de los siguientes: espiro(indolin)naftoxazinas, espiro(indolin)benzoxazinas, benzopiranos, naftopiranos, ditizonatos organometálicos y fulgidas y fulgimidas, cada uno de los cuales se describe en este documento con más detalle. Las moléculas fotocromáticas especialmente convenientes se describen, de forma no limitadora, en los documentos de las patentes de Estados Unidos números 5.955.520, 5.888.432, 5.531.935, 5.200.116 y 4.818.096 y similares.

Un primer grupo de materiales fotocromáticos orgánicos cuyo uso se considera en las composiciones de  
 60 revestimientos en polvo polimerizables del método de la presente invención son los que tienen un máximo de absorción activado dentro del intervalo visible de más de 500 nanómetros, más de 590 nanómetros, por ejemplo,

entre más de 500 o más de 590 hasta 700 o hasta 720 nanómetros. De forma típica, estos materiales muestran un color azul, verde azulado o púrpura azulado cuando se exponen a la luz ultravioleta en un disolvente o en una matriz apropiados. Entre los ejemplos de clases de tales materiales que son útiles en la presente invención se incluyen, si bien las posibilidades no se limitan a ellos, las espiro(indolin)naftoxazinas y las espiro(indolin)benzoxazinas. Estas y otras clases de tales materiales fotocromáticos se describen en la bibliografía disponible. Véanse por ejemplo, los documentos de las patentes de Estados Unidos números 3.562.172, 3.578.602, 4.215.010, 4.342.668, 5.405.958, 4.637.698, 4.931.219, 4.816.584, 4.880.667 y 4.818.096. Véase también, por ejemplo, el documento de la patente japonesa 62/195383 y el texto Techniques in Chemistry, volumen III, "Photochromism", capítulo 3, Glenn H. Brown, editor, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1971.

Un segundo grupo de materiales fotocromáticos orgánicos cuyo uso se considera en las composiciones de revestimientos en polvo polimerizables del método de la presente invención son los que tienen un máximo de absorción y preferentemente dos máximos de absorción dentro del intervalo visible entre 400 y menos de 500 nanómetros. Estos materiales muestran, típicamente, un color amarillo-naranja cuando se exponen a la luz ultravioleta en un disolvente o en una matriz apropiados. Entre tales materiales se incluyen ciertos benzopiranos y naftopiranos; ambos grupos de compuestos son denominados de manera conjunta y común cromenos. Muchos de tales cromenos se describen en la bibliografía disponible para todos: por ejemplo, en los documentos de las patentes de Estados Unidos números 3.567.605, 4.826.977, 5.066.818, 4.826.977, 5.066.818, 5.466.398, 5.384.077, 5.238.931 y 5.274.132.

Un tercer grupo de materiales fotocromáticos orgánicos cuyo uso se considera en las composiciones de revestimientos en polvo polimerizables del método de la presente invención son los que tienen un máximo de absorción dentro del intervalo visible comprendido entre 400 y 500 nanómetros y otro máximo de absorción dentro del intervalo visible comprendido entre 500 y 700 nanómetros. Típicamente, estos materiales muestran colores que varían del amarillo/marrón al púrpura/gris cuando se exponen a la luz ultravioleta en un disolvente o en una matriz apropiados. Entre los ejemplos de estos materiales se incluyen ciertos compuestos de tipo benzopirano que tienen sustituyentes en la posición 2 del anillo pirano y un anillo heterocíclico sustituido o sin sustituir, como un anillo benzotieno o benzofurano condensado con la parte bencénica del benzopirano. Se describen tales materiales en el documento de la patente de Estados Unidos número 5.429.774.

Otros materiales fotocromáticos orgánicos cuyo uso se considera en las composiciones de revestimientos en polvo polimerizables del método de la presente invención son ditizonatos organometálicos fotocromáticos, esto es, (arilazo)-tiofórmico-arilhidrazidatos, por ejemplo, ditizonatos de mercurio que se describen, por ejemplo, en el documento de la patente de Estados Unidos número 3.361.706. También son útiles aquí las fulgidas y fulgimidas, por ejemplo, las 3-furil y 3-tienil fulgidas y fulgimidas que se describen en el documento de la patente de Estados Unidos número 4.931.220 desde la columna 20, línea 5 hasta la columna 21, línea 38.

Se hace referencia aquí a las descripciones relativas a tales materiales fotocromáticos en los documentos de las patentes descritas previamente como material antecedente acerca de la disponibilidad de los materiales fotocromáticos en general. Las composiciones de recubrimientos en polvo fotocromáticas polimerizables utilizadas en la presente invención pueden contener un material fotocromático o una mezcla de materiales fotocromáticos, según se desee. Para alcanzar ciertos colores activados como un gris casi neutro o marrón se pueden usar mezclas de materiales fotocromáticos.

Las capas (o láminas) 4 y 8 comprenden materiales de policarbonato o polisulfona termoplásticos, es decir, materiales que se pueden conformar mediante la influencia de la temperatura y la presión. Pueden ser parcialmente reticulados o se pueden reticular mediante activación posterior térmica o actínica.

Cada una de las láminas 4 y 8 puede comprender una o más capas. Se pueden obtener buenos resultados utilizando una única lámina para cada una de las respectivas capas 4 y 8. Como se muestra en la figura 1, una de las láminas (la número 8 en la figura 1) tiene un espesor que puede ser sustancialmente mayor que la otra del par de láminas transmisoras de la luz. En general, será beneficioso emplear: una primera lámina transmisora de la luz de material termoplástico de un primer espesor para la formación en la lente sin desbatar con forma óptica de la superficie convexa de la lente sin desbatar; y una segunda lámina transmisora de luz de material termoplástico (de un segundo espesor, de 3 a 100 veces, por ejemplo, de 4 a 20 veces, el espesor de la primera lámina) para la formación de la superficie cóncava de la lente sin desbatar óptica resultante, 2. El lado grueso de la lente sin desbatar formada se puede rectificar y pulir hasta alcanzar los requisitos de la prescripción.

La lámina 6 debería ser una lámina relativamente delgada con un espesor suficiente para permitir la incorporación deseada de colorantes u otros absorbentes o aditivos, pero no tan gruesa como para incrementar el peso o la masa o causar cierta opacidad. Por ejemplo, la lámina 6 puede tener un espesor de 0,076 a 0,254 mm (3 a 10 milésimas de pulgada). Se obtienen buenos resultados, por ejemplo, utilizando una primera lámina relativamente delgada de aproximadamente 0,76 mm (30 milésimas de pulgada) de espesor y una segunda lámina más gruesa de un espesor de aproximadamente 7,10 mm (280 milésimas de pulgada), es decir, más de nueve veces el espesor de la primera lámina.

En la capa fotocromática 6 o en cualquiera de las dos láminas transmisoras de luz se pueden incluir diversos aditivos. Se pueden usar estabilizantes, como absorbentes de luz ultravioleta, antioxidantes y pigmentos colorantes.

Se pueden usar revestimientos o materiales de ayuda para el moldeado, agentes niveladores, agentes desgasificadores, agentes antiestáticos, colorantes y similares. Para obtener lentes ópticas de la densidad de color deseada, especialmente en aplicaciones oftálmicas, se pueden emplear colorantes como pigmentos grises, amarillos, azules u otros, incluso combinados con los fotocromáticos.

5 Los tintes y pigmentos colorantes se pueden incorporar en cualquiera de los materiales termoplásticos utilizados para la producción de las láminas 4 y 8. Los colorantes que proporcionan su coloración deseada al laminado fotocromático compuesto 2 y a las lentes ópticas sin desbastar que se producen a partir de ellos estarán preferentemente confinados en las láminas 4 y 8. De esta forma, el rectificado óptico de la capa más gruesa (8), si es necesario o si se lleva a cabo, y el espesor no uniforme que resulta de él, no introducirán de manera correspondiente una absorbancia y coloración no uniformes. Las capas (o láminas) 4 y 8 comprenden cada una de ellas un material termoplástico polimérico que se puede conformar, moldear o dar forma hasta una curvatura deseada en condiciones concretas de calor y presión. Un atributo funcional importante de las capas 4 y 8 es la provisión de durabilidad a la lente sin desbastar acabada y a las lentes que se preparan a partir de ella. Preferentemente, las capas 4 y 8 comprenderán material polimérico capaz de proporcionar, de manera intrínseca una medida de durabilidad y resistencia a los rasguños y rayados. En algunos casos, será beneficioso emplear materiales en lámina 4 y/u 8 que lleven un revestimiento protector polimérico adecuado o que se les pueda proporcionar. El revestimiento protector será tal que pueda resistir las condiciones del paso de termoformado que se usa para dar forma a la lente sin desbastar, sin que se produzca fisuración, deslaminación o cualquier otro efecto indeseable de fallos o marcas.

20 Las lentes sin desbastar se pueden preparar a partir de laminados polarizadores de la luz compuestos, 2, cortando y retirando de un suministro de laminado partes o secciones unitarias de un tamaño adecuado para la producción de la lente óptica deseada. Un método preferido para preparar una lente sin desbastar individual que se va a termoformar para dar una lente asegura que se cortan y retiran a partir del suministro y luego se proporcionan en moldes individuales para moldear por inyección de una lente o laminación de una lente a la superficie cóncava del elemento fotocromático cortado del suministro.

30 En la etapa de corte, el laminado fotocromático termoformable 2 se proporciona con un corte para definir el perímetro de una unidad individual que se retirará del resto del laminado. Cortando completamente el laminado, se define una unidad separada y retirándola, se proporciona una lente sin desbastar termoformable. El corte se puede hacer de diversas formas, entre las que se incluyen: con cuchilla de corte giratorio, con troqueladora recíproca, con cuchilla de borde recto movida en la dirección de traslación a lo largo de una línea de corte, con troquel rotativo u oscilante que atraviesa a lo largo de una línea o mediante una cortadora láser.

35 Un método de cortar piezas individuales a partir del laminado polarizador de luz supone cortar el laminado dirigiendo sobre él un haz láser a lo largo de una línea de corte. De esta forma se pueden obtener cortes agudos y bien definidos. Se pueden obtener buenos resultados utilizando un láser de tipo CO<sub>2</sub> de 500 vatios o 1000 vatios (si bien se puede usar cualquier láser), con un diámetro de haz láser de un milímetro. Las piezas sin desbastar laminadas polarizadoras de la luz separadas se pueden termoformar para dar lentes sin desbastar en la forma que se describe con detalle a continuación. Sin embargo, las piezas sin desbastar se someterán a tratamientos preliminares, como limpieza, rectificado o pulido, según se necesite. Si se desea, se pueden aplicar recubrimientos superficiales, agentes de desmoldeo u otros agentes. Las piezas sin desbastar se pueden calentar también hasta una temperatura predeterminada (por debajo de la temperatura de las platinas de termoformado) para acortar el tiempo necesario para que la pieza sin desbastar alcance la temperatura de termoformado.

45 Se puede producir y utilizar un laminado unitario de diversas formas. Preferentemente, se puede formar una estructura compuesta de longitud finita o sin fin mediante un método continuo o semicontinuo en el cual se adhieren rollos o piezas de material laminar termoplástico a los lados opuestos de un elemento o capa fotocromáticos y piezas sin desbastar individuales se cortan con las dimensiones predeterminadas adecuadas para el equipo de conformación específico empleado. Las capas de termoplástico se pueden aplicar a la fotocromática mediante cualquier proceso conveniente, como, por ejemplo, laminación directa, fusión, unión adhesiva, extrusión, recubrimiento y similares. Las capas termoplásticas y el compuesto se pueden calentar y colocarse inmediatamente, o después de un enfriamiento sustancial, en el aparato de conformación.

50 El proceso de conformación para una estructura de un artículo final (en especial una lente oftálmica) se puede llevar a cabo mediante equipos convencionales. El aparato podría incluir una platina convexa, una platina cóncava, medios para conducir las platinas hacia dentro y hacia afuera de modo que apliquen presión (pistones, pistones roscados, accionadores, microaccionadores, abrazaderas y similares) y medios para calentar y enfriar de manera alternativa las platinas durante cada intervalo de aplicación de la presión.

55 Una platina cóncava podría incluir una pieza de vidrio que tiene una superficie de conformación cóncava suave, un árbol de transmisión conectado de manera operativa a un medio de accionamiento adecuado, una cámara de fluidos, un acoplamiento de entrada de fluidos y un acoplamiento de salida de fluidos.

Los medios de accionamiento incluyen, por ejemplo, un pistón hidráulico adecuado y un montaje de cilindros conectado de forma operativa a una platina para mover la platina hacia dentro y hacia fuera de forma que pueda

aplicar presión. Un medio de calentamiento y de enfriamiento para ambas platinas podría incluir una válvula de tres vías, tuberías para el fluido de calentamiento, tuberías para el fluido de enfriamiento y un orificio de entrada de fluidos que conecta una de las válvulas de tres vías a cada acoplamiento de entrada de fluidos y de las platinas. Una pieza laminar individual se coloca en la platina cóncava de tal forma que la lámina relativamente gruesa se sitúe  
 5 enfrente de la platina convexa, posicionando de este modo la capa polarizadora de la luz relativamente cerca de la platina cóncava. Las platinas cóncava y convexa se mueven entonces de modo que apliquen presión para formar o dar forma a la pieza laminar individual, mediante los efectos combinados de la presión y la temperatura, dando lugar a una lente óptica conformada, caracterizada por superficies opuestas cóncava y convexa. La presión aplicada  
 10 variará según la naturaleza específica de la estructura compuesta de la parte laminar y, especialmente, la naturaleza de los materiales termoplásticos de las láminas, y con las temperaturas de las superficies de conformación de las platinas. En el caso de un compuesto que comprende una capa fotocromática del tipo preferido que se acaba de describir laminada entre hojas de policarbonato o de polisulfona, se emplean de forma adecuada presiones comprendidas en el intervalo de aproximadamente 7,0 a 70,3 kg/cm<sup>2</sup> de área de lente (100 a 1000 libras/pulgada<sup>2</sup>). Una presión preferida es aproximadamente 18,0 kg/cm<sup>2</sup> (aproximadamente 256 libras/pulgada<sup>2</sup>).

Mientras se aplica presión a la pieza sin desbastar laminada, de la manera previamente descrita, las platinas se calientan pasando agua caliente a través de las cámaras de las platinas. Las superficies de las platinas están calentadas continuamente de forma suficiente para dar forma al material termoplástico de las láminas 4 y 8 y conformar las superficies de la pieza sin desbastar laminar 2 con las superficies conformadoras de las platinas. Durante la conformación de una lente sin desbastar, se usarán las condiciones de temperatura y de presión lo  
 15 suficientes como para provocar que la lente sin desbastar adopte la forma deseada determinada por las superficies de las platinas y para que sea templada, de forma que retenga su forma y se reduzcan las tensiones internas que afectan a la eficacia fotocromática. Ello será especialmente importante en el caso de una lente sin desbastar de policarbonato y, en menor medida, en el caso de lentes sin desbastar acrílicas.

El método de la presente invención se puede usar para la producción de lentes acabadas que son relativamente gruesas y que tienen, por tanto, la durabilidad asociada con tales espesores, así como para lentes muy delgadas en las cuales es muy difícil conseguir de otra manera las tolerancias de fabricación. Se pueden producir lentes con variaciones de espesor muy amplias. Utilizando el método de la invención se puede producir fácilmente una lente duradera que tiene un espesor preferido de 0,76 a 10,2 mm (30 a 400 milésimas de pulgada). Las lentes acabadas se pueden mecanizar, pulir y tratar de la manera conocida para proporcionar capas protectoras y otras capas  
 25 funcionales. Se pueden aplicar capas antiniebla, capas metálicas, capas polarizadoras, capas de organopolisiloxano y otras, conocidas por sus efectos ópticos, de durabilidad y estéticos. Se pueden usar métodos de revestimiento como inmersión, revestimiento por giro a alta velocidad ("spin coating"), deposición por vacío y otros métodos, adecuados para el revestimiento específico que se aplique.

En la producción de una lente sin desbastar fotocromática será conveniente usar una platina que tiene una superficie conformadora que corresponde al menos sustancialmente y, preferentemente de manera precisa, con la curvatura predeterminada del lado convexo de la lente que se va a formar. Esto permite que el lado convexo de la lente termoformada sin desbastar tenga sustancial o precisamente la potencia refractiva deseada en la lente acabada y evita la necesidad de mecanizar o pulir o tratar la superficie del lado convexo de la lente sin desbastar. Aunque no se descarta el pulido del lado convexo, será beneficioso desde un punto de vista práctico y típico del caso de las lentes  
 35 sin desbastar de la invención seleccionar una superficie de molde adecuada para evitar tal pulido. Se notará que la superficie convexa de la lámina (formada contra una superficie conformadora) puede servir como la superficie exterior de una lente oftálmica para gafas de sol. El radio de curvatura de la superficie puede variar y puede ser de forma esférica o asférica. Para la producción de una familia de lentes sin desbastar para lentes oftálmicas, se puede preparar una serie de lentes sin desbastar utilizando platinas que tienen diversos radios de curvatura, por ejemplo, 40 2,5, 4, 6 y 9 dioptrías, respectivamente, como se ha comentado previamente en el texto.

Los radios de curvatura de cada una de las platinas que forman, respectivamente, las superficies cóncava y convexa de la lente sin desbastar se pueden determinar según procedimientos oftálmicos conocidos. Así, el radio de curvatura R<sup>2</sup> de una superficie de una platina convexa (que proporciona la superficie cóncava de la lente sin desbastar 2) se puede calcular por medio de la fórmula:

$$50 \quad R^2 = R^1 - t \quad (I)$$

donde R<sup>1</sup> es el radio de curvatura de la superficie de la platina cóncava (que proporciona la superficie convexa de la lente sin desbastar 2) y t es el espesor de la pieza sin desbastar.

Se pueden obtener buenos resultados utilizando una platina cóncava que tiene una superficie que proporciona una curva de base dentro de un intervalo de, por ejemplo, dos a diez dioptrías y calculando el radio de curvatura R<sup>2</sup> para la superficie de la platina convexa, como se describe previamente. Por ejemplo, en el caso de una lente sin desbastar que tiene una superficie de 6,25 dioptrías, un índice de refracción de 1,492 y un espesor de 3,48 mm (0,137 pulgadas). El valor calculado de R<sup>1</sup> (0,079m; 3,099 pulgadas) se usa luego para calcular, utilizando la fórmula (I), el radio R<sup>2</sup> de la superficie de la platina convexa, es decir, un radio de curvatura de 0,071 m (2,782 pulgadas).

La temperatura requerida para conformar (dar forma) a la pieza sin desbastar laminar individual 2 variará con la composición química de las láminas termoplásticas 4 y 8. En general, la temperatura de conformado variará para materiales de la clase del policarbonato o la polisulfona entre 127 °C y 230 °C (300 grados F y 450 grados F), mientras que será más baja para los materiales acrílicos. Con frecuencia, será ventajoso precalentar la pieza sin desbastar, por ejemplo, en el caso de láminas de policarbonato, hasta una temperatura de 71 a 120 °C (160 a 250 °F), durante 10 a 30 minutos. También se pueden usar otros pretratamientos, dependiendo de la estructura del laminado que se va a conformar.

La temperatura de las superficies de conformación de las platinas se puede controlar electrónicamente o de manera similar, haciendo pasar agua calentada y agua enfriada, como se describe previamente. Preferentemente, las platinas se precalentarán, es decir, se calentarán antes de colocar entre ellas la pieza sin desbastar laminar individual, 2, hasta la temperatura de conformación requerida durante un ciclo de calentamiento suficiente para proporcionar a la lente la forma deseada. Por ejemplo, las superficies conformadoras de las platinas se pueden precalentar hasta aproximadamente 38 – 204 °C (100 – 400 °F). En el caso de materiales termoplásticos de policarbonato o polisulfona, antes de colocar el laminado compuesto en el molde y cerrar el molde en aproximadamente 5 a 30 segundos. Las superficies del molde se calientan entonces hasta la temperatura de conformación requerida haciendo pasar a través de las platinas agua calentada y manteniendo la temperatura durante un tiempo suficiente para efectuar la formación de la lente deseada (por ejemplo de 60 a 240 segundos). A continuación, la temperatura de las platinas se disminuye haciendo pasar un fluido de enfriamiento, como agua relativamente fría, a través de las cámaras de las platinas. El fluido de enfriamiento se hace pasar a través de las platinas durante un período efectivo de aproximadamente 30 segundos.

Con el fin de obtener los resultados deseados, la temperatura del molde durante la inyección del policarbonato fundido está en el intervalo de 132 a 143 °C (270 a 290 grados F). Los inventores han determinado que las temperaturas inferiores a este intervalo dan como resultado defectos cosméticos y conducirán a cambios en la curvatura inaceptables después del acabado de la lente sin desbastar moldeada para producir una lente. Los inventores también han determinado que las temperaturas por encima del intervalo mencionado darán como resultado condiciones no económicas de moldeo e inconsistencias en la calidad. También se halla que este intervalo de temperatura es importante para asegurar la fabricación de una lente sin desbastar lo más transparente posible.

El agua caliente se puede suministrar a las platinas a través de tuberías y el agua relativamente fría se suministra a través de otras tuberías. Durante el ciclo de calentamiento, una válvula puede abrir un canal de conexión entre algunas tuberías y cerrar otra u otras tuberías. El sistema operaría de forma opuesta durante el ciclo de enfriamiento, de modo que la válvula abre una conexión entre ciertas tuberías y cierra otra tubería. La transición del ciclo de calentamiento al ciclo de enfriamiento se realiza operando las válvulas de modo que se mezcle agua fría con el agua caliente hasta que el agua caliente sea completamente desplazada por el agua fría. Invirtiendo la operación se lleva a cabo la transición del ciclo de enfriamiento al ciclo de calentamiento.

Cuando se moldea una lente o una lente sin desbastar multifocal progresiva, hay un área de mezcla en el molde que conforma sobre la lente moldeada una curvatura progresivamente mayor radialmente hacia fuera desde la parte central de la lente. Típicamente se denomina a esta zona “pasillo de adición”; la conformación óptica de este pasillo producirá una lente de alta calidad. Los inventores han determinado que la conformación óptica de este pasillo se produce cuando el molde se construye de tal forma que la puerta del mismo esté justo al lado de la zona del molde que conforma este pasillo. Tal situación de la puerta asegura que el policarbonato fundido se mueva directamente hacia abajo por este pasillo durante el moldeo de la lente.

Cuando se moldea una lente que tiene una curva base de 4 dioptrías o más, los inventores han establecido que es óptimo preformar la pieza sin desbastar 2 antes de moldear la lente o la lente sin desbastar. En particular, se ha establecido que la pieza sin desbastar debería preformarse de tal modo que tenga una forma menos profunda que la cavidad del molde para la lente de 4 dioptrías o más, pero que no tenga una forma plana. En otras palabras, la pieza sin desbastar laminar 2 o película necesita ser menos profunda que la lente finalmente producida por la lente pero no una forma plana. Esto disminuirá los defectos y es más económico que otras estrategias.

También se ha establecido que precondicionar la pieza sin desbastar laminar o película, 2, disminuye los defectos en la lente moldeada. En particular se ha establecido que someter la película uno de estos tratamientos: precalentamiento, vacío o desecación, o cualquier combinación de ellos, disminuye los defectos en la lente moldeada.

Después del enfriamiento, las platinas se separan para aliviar la presión sobre la pieza sin desbastar laminar 2 y permitir su retirada. La pieza sin desbastar laminar se puede adherir a una de las platinas, de la cual se puede retirar con una corriente de aire comprimido proporcionada por una boquilla de aire o por medios físicos.

Los poliéster-uretanos comprenden una clase de polímeros bien definida, bien conocida en la técnica. Por ejemplo, están dentro del ámbito de la presente invención los poliéster-uretanos que tienen grupos funcionales terminales alilo y/o acrililo, como se describe en los documentos de las patentes de Estados Unidos números 4.360.653, 4.994.208 y 5.200.483. También están dentro del ámbito de la presente invención poliéster-uretanos como los descritos en el documento de la patente 5.290.848. La mayoría de los poliéster-uretanos se forman por la reacción de polioles,

normalmente dioles, y, más preferentemente, dioles lineales, ramificados, cíclicos o aromáticos, con isocianatos, normalmente diisocianatos, de la misma forma que reaccionan isocianatos orgánicos con polioles para formar poliuretanos. Ejemplos no limitadores de tales isocianatos son: diisocianato de hexametileno, bis(4-isocianato-ciclohexil)metano, diisocianato de trimetilhexametileno, diisocianato de tolueno, diisocianato de difenilmetano, el trímero isocianurato de diisocianato de hexametileno y el trímero biuret de diisocianato de hexametileno. Cuando se forma el poliuretano, la cantidad estequiométrica de isocianato usada debería ser tal que el poliuretano resultante tenga al menos dos grupos hidroxilo reactivos por cada molécula de polímero.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención, pero no deben tomarse como limitadores de la misma.

### Ejemplos

Con el fin de obtener datos significativos del rendimiento de laminados fotocromáticos sobre superficies de policarbonato, se realizó un experimento para medir los niveles de degradación obtenidos después de un ensayo de fatiga acelerada en muestras colocadas en un fadómetro de lámpara de xenón. Los polímeros de uretano seleccionados para comparación fueron tanto poliéster-uretanos (es decir, poliésteres derivados de poliesterpolioles o dioles), denominados aquí resina "A" (CLC-93A, Thermedics Corp., Wobum, MA, Estados Unidos) como poliéter-uretanos (derivados de polieterpolioles o dioles), denominados aquí resina "B" (PT-7500, Deerfield Urethane, Deerfield, MA, Estados Unidos).

Se prepararon dos formulaciones de ensayo, una con cada uno de los dos tipos de polímeros, resina A y resina B, poliéster y poliéter, respectivamente. Ambas formulaciones tenían las mismas proporciones en peso de la combinación de ingredientes que consiste en CR49 0,66 %, CR59 0,10 %, Univul® 3040 0,30 %, Tinuvin® 144 2,00 %, Tinuvin.F 765 2,00 %, siendo el resto hasta el 100 % de los sólidos, los sólidos de uretano; todos los valores son porcentajes en peso. CR-49 y CR-59 son colorantes fotocromáticos (Corning Corp.) Univul® 3040 (BASF) y los productos Tinuvin® (CIBA) son estabilizantes y absorbentes UV.

Los polímeros respectivos se disolvieron en tetrahidrofurano (THF) antes de añadir los otros componentes. La resina de tipo A se preparó con una disolución del 27 % en peso en THF. La resina de tipo B se hizo con una disolución del 16,2 % para obtener viscosidades similares.

Después de disolver adecuadamente las dos resinas, se vertieron sobre una lámina de vidrio a temperatura ambiente, se extendieron hasta conseguir un espesor uniforme con una cuchilla Gardner y se dejaron secar durante toda la noche. Una vez que las dos películas estaban secas, cada película se cortó en dos piezas. Una pieza de cada formulación se dejó descubierta, al natural, tal cual, y la otra se laminó entre dos hojas de policarbonato transparente. Cada una de las láminas de policarbonato tenía un espesor de 0,25 mm (0,010 pulgadas). Cada una de las cuatro muestras se cortó en mitades; una de las mitades de cada una de las cuatro muestras se dejó tal cual y la otra parte se usó para el ensayo de fatiga. Las piezas de ensayo se montaron sobre un agujero de 25 mm de diámetro en tarjetas de 5,08 x 7,62 cm (2 x 3 pulgadas) y se imprimió en cada tarjeta la información identificadora. Las muestras de ensayo se designaron: AF, AL, BF y BL. En los datos, la A y la B se refieren al tipo de polímero, A para éster y B para éter; F se refiere a las películas desnudas y L a las muestras laminadas.

Se midieron dos veces las propiedades espectrales de cada una de las cuatro muestras de ensayo. La primera medida se tomó antes de la activación (estado no activado). La segunda medida se tomó después de la activación con UV de una lámpara de xenón. Las películas descubiertas se activaron durante 5 minutos y los laminados se activaron durante 15 minutos con una lámpara de xenón que simulaba la luz de día natural, inmediatamente antes de medir las respuestas espectrales activadas con un colorímetro Hunter modelo Ultra Scan XE.

Las cuatro muestras de ensayo se colocaron luego en un fadómetro de lámpara de xenón (distinta de la lámpara del activador) durante 24 horas de exposición continua con luz de día simulada. Se fijó la salida de la lámpara de xenón de modo que produjera 30 vatios por cuadrado de luz ultravioleta medida con un detector que integra el espectro de 300 a 400 nm. Luego se colocaron las muestras en un horno a 60 °C durante al menos una hora para acelerar la reacción de descolorido de tal modo que pudiera medirse el espectro de color no activado. El espectro no activado y luego el espectro activado se midieron para cada pieza de ensayo de la misma forma descrita previamente.

Las medidas espectrales se hicieron a tiempo cero y después de 24, 48, 96 y 144 horas de exposición en el fadómetro. Se considera que 144 horas de exposición equivalen a 2 años de exposición normal en exteriores de un par de gafas llevadas por una persona activa. En la tabla siguiente se presenta un compendio de los datos.

La fatiga se puede medir de diferentes formas. Aquí se define como una pérdida permanente del intervalo de activación después de exposición ampliada a luz de día simulada. A partir de los datos de la tabla, puede verse que la película de poliéter tipo B se fatiga significativamente más rápido que la película de poliéster tipo A y lo mismo es también cierto para las dos películas laminadas. La laminación ayuda a disminuir de manera significativa la fatiga de ambos tipos de fotocromáticos de uretano, en comparación con las películas sin laminar.

La película se colocó entre piezas planas de policarbonato de 0,25 mm de espesor (10 milésimas de pulgada), se calentó y se presionó hasta aproximadamente 82 - 93 °C (180 - 200 °F).

## ES 2 400 342 T3

El laminado de tipo B perdió 44,6 % de su actividad inicial fotocromática, mientras que el de tipo A solamente perdió 8,7 % de su actividad fotocromática inicial, en las mismas condiciones. Por lo tanto el tipo poliéster es muy superior.

Tabla

Tipo de poliuretano -----	Éster	Éter	Éster	Éter	Éster	Éter	Éster	Éter
Conformación de la muestra	Película	Película	Laminado	Laminado	Película	Película	Laminado	Laminado
Espesor de la pieza de película de uretano, mm	0,178	0,186	0,191	0,190	0,178	0,186	0,191	0,190
Horas en el fadómetro de fatiga	0	0	0	0	144	144	144	144
Transmisión luminosa sin activar, % T	86,2	83,7	84,4	82,4	79,4	77,1	82,1	82,4
Pérdida de transmitancia luminosa sin activar	0	0	0	0	6,8	6,6	2,3	0
Transmisión luminosa a 22 °C (72 °F) tras activación durante 15 minutos con lámpara de xenon	6,3	17,3	7,4	13,6	20,5	56,4	11,8 (más oscuro)	44,3
Transmisión luminosa en intervalo de activación	79,9	66,4	77,0	68,8	58,9	20,7	70,3	38,1
Intervalo de pérdida de transmisión con activación	0	0	0	0	26,3	68,8	8,7	44,6

- 5 Como puede verse en los datos de la tabla, se produjo una mejora significativa de rendimiento cuando se utiliza el poliéster-uretano como medio portador del material fotocromático, en comparación con el uso de poliéter-uretano. Se produjo mucha más mejora que las pérdidas a cambio de ellas, como la pérdida de 2,3 % en transferencia luminosa sin activar para el poliéster-uretano (frente a pérdida de 0 % para el poliéter-uretano) y 82,1 % frente a 82,4 % de transmisión luminosa sin activar comparado con la pérdida de 8,7 % para el poliesteruretano para el intervalo de transmisión en porcentaje de la pérdida de activación (comparado con el 44,6 % de pérdida para el poliéter-uretano) y una transmisión activada por lámpara de xenón de 11,8 (más oscura, puesto que se mide transmisión) comparada con una transmisión de 44,3 % para el poliéter-uretano.
- 10

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para formar una lente oftálmica que es una lente multifocal progresiva o una lente multifocal esférica que comprende:
  - proporcionar un molde que tiene una parte o sección cóncava y una parte o sección convexa;
- 5 proporcionar una película funcional laminada;
  - colocar dicha película funcional laminada en dicho molde, de modo que antes de colocar dicha película funcional laminada en dicho molde, dicha película funcional laminada ha sido preformada;
  - inyectar un termoplástico fundido en dicho molde;
- 10 mantener una temperatura de dicho molde dentro de un intervalo de temperaturas predeterminado durante la inyección de dicho termoplástico fundido;
  - permitir que dicho termoplástico se enfríe y
  - retirar de dicho molde la lente oftálmica resultante que tiene dicha película funcional laminada;
  - caracterizado porque:
    - dicho molde tiene también una parte o sección para formar un pasillo de adición en una lente multifocal;
- 15 dicha película funcional laminada se preforma para darle una forma menos profunda que una superficie en dicho molde en el cual se va a colocar dicha película funcional laminada y
  - el termoplástico fundido se inyecta en dicho molde en una ubicación contigua a dicha sección para formar dicho pasillo de adición.
- 20 2. Un método según la reivindicación 1, en el que proporcionar una película funcional laminada incluye proporcionar una película funcional fotocromática.
3. Un método según la reivindicación 2, en el que proporcionar una película funcional fotocromática incluye proporcionar una capa fotocromática que tiene un aglutinante o ligante de poliéster-uretano y un compuesto fotocromático, que está adherida a una superficie de una capa polimérica que comprende una resina de policarbonato o una resina de polisulfona.
- 25 4. Un método según la reivindicación 1, en el que antes de colocar dicha película funcional laminada en dicho molde, la película funcional laminada se preforma de tal modo que tenga una curvatura en el intervalo de cero a 4 dioptrías.
5. Un método según la reivindicación 1, en el que antes de colocar dicha película funcional laminada en dicho molde, dicha película funcional laminada sufre un pretratamiento utilizando al menos uno de los siguientes pretratamientos: calor, vacío o desecación.
- 30 6. Un método según la reivindicación 1, en el que la inyección de un termoplástico fundido en dicho molde incluye inyectar policarbonato fundido.
7. Un método según la reivindicación 1, en el que la inyección de un termoplástico fundido en dicho molde incluye inyectar polisulfona fundida.
- 35 8. Un método según la reivindicación 1, en el que proporcionar una película funcional laminada incluye proporcionar una película polarizadora.
9. Un método según la reivindicación 2, en el que proporcionar una película funcional fotocromática incluye proporcionar una capa fotocromática que tiene un aglutinante de poliéster-uretano.

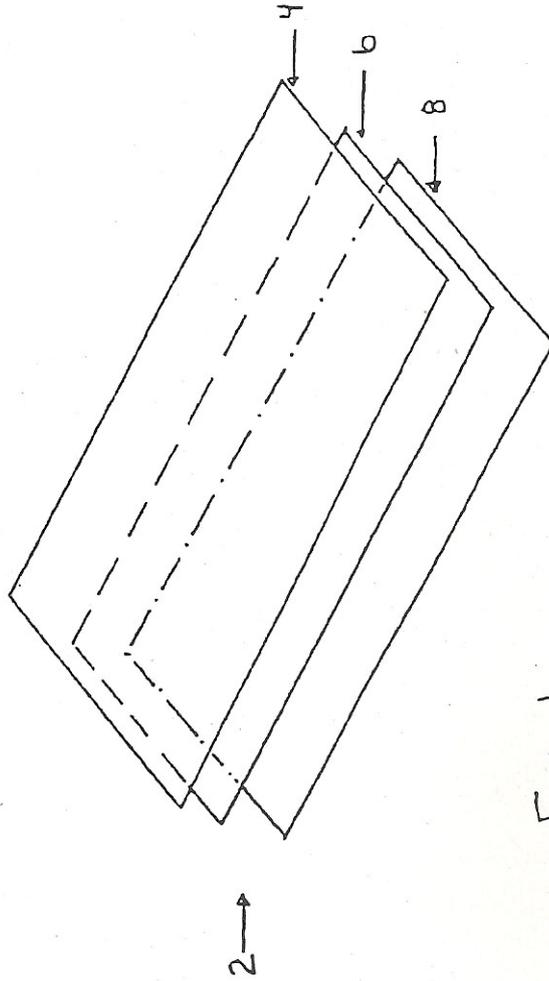


FIG. 1