



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 305 276**

51 Int. Cl.:
B29D 11/00 (2006.01)
G02C 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02757546 .3**
86 Fecha de presentación : **30.08.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1549483**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **06.07.2005**

54 Título: **Procedimientos para la preparación de lentes oftálmicas fotocromicas compuestas y una lente fotocromica.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es: **SIGNET ARMORLITE, Inc.**
1001 Armorlite Drive
San Marcos, California 92069, US

72 Inventor/es: **Engardio, Thomas, J.;**
Schlunt, Paul, D. y
Adcock, Jimmie, E.

74 Agente: **Canela Giménez, María Teresa**

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

Procedimientos para la preparación de lentes oftálmicas fotocrómicas compuestas y una lente fotocrómica.

5 **Referencia cruzada a solicitudes relacionadas**

La presente solicitud se refiere a la solicitud de patente titulada "Composiciones De Matriz Fotocrómicas Para Su Utilización En Lentes Oftálmicas", presentada simultáneamente con esta solicitud.

10 **Campo de la invención**

La presente invención está dirigida a lentes oftálmicas fotocrómicas compuestas en forma de molde acabado o en forma semiacabada y a un procedimiento de fabricación de estas lentes. Las lentes incluyen dos capas de lentes diferentes depositadas por separado en un molde para curar las dos capas conjuntamente, que comprende: (a) una primera capa de polímero aproximadamente de uno a dos milímetros de espesor que contiene uno o más colorantes fotocrómicos con una curvatura de superficie en el frente acabado adecuada para su utilización como elemento de la lente oftálmica, y (b) una segunda capa no fotocrómica de un polímero diferente y la curvatura de la superficie posterior asociada. Una de las capas (a) o (b) está parcialmente curada al estado de gel antes de llenar el resto del molde con la otra capa, en estado líquido, no gelificado. Ambas capas se curan a continuación aunque en contacto entre sí para prevenir la exfoliación de las dos capas y permitir la formación de un lente con propiedades optimizadas de la capa.

Antecedentes de la invención

Existen varios procedimientos en uso hoy en día para producir lentes oftálmicas fotocrómicas, lentes que tienen capacidad para oscurecerse cuando se exponen a determinadas longitudes de onda de la luz (tales como las contenidas en la luz solar). Entre los procedimientos más comunes están aquellos que impregnan colorantes fotocrómicos en la superficie de un sustrato de lente receptora, en el que la técnica anterior describe el colorante que penetre a una profundidad de aproximadamente 50 micras (p. ej. las patentes U.S. n° 5,021,196; n° 5,130,353; n° 5,185,390 y n° 5,882,556). Otro tipo de procedimiento incorpora directamente los colorantes fotocrómicos en una composición de molde polimerizable que a continuación se cura de manera adecuada para formar una lente oftálmica. Los compuestos y composiciones fotocrómicas utilizables están protegidos por numerosas patentes. Incluso otra superficie del procedimiento moldea y cura una composición polimerizable que contiene colorantes fotocrómicos entre un molde con superficie anterior y una lente dura para formar una lente compuesta (patente U.S. n° 5,531,940). Incluso otro procedimiento implica recubrir una lente dura con un recubrimiento polimerizable que contiene compuestos fotocrómicos (p. ej., como se divulga en la memoria de la patente U.S. n° 4,756,973).

Otras patentes, tales como estas patentes U.S. n° 4,758,448 y n° 4,544,572 del depositario, divulgan la formulación de un recubrimiento externo resistente a la abrasión mediante gelificación de un material de recubrimiento fino (menor de aproximadamente 50 micras) en la superficie de un molde y posteriormente el moldeo de una composición formadora de la lente en ésta, y la curación del material formador de la lente, en donde el material de recubrimiento externo resistente a la abrasión no es adecuado (demasiado duro) para incorporar compuestos fotocrómicos.

Cada uno de estos procedimientos presenta determinados problemas exclusivos. El rendimiento fotocrómico de las lentes que tienen capas fotocrómicas relativamente finas, tales como las fabricadas por recubrimiento (un espesor de pocas micras) o impregnando (quizás un espesor de centenares de micras) generalmente se degradan más rápido que las fabricadas con los colorantes fotocrómicos incorporados en toda la lente.

Las lentes fabricadas con el colorante fotocrómico incorporado en toda la lente tienden a oscurecerse en estado inactivado (incolore) debido al propio color del colorante y al espesor del cuerpo de la lente. Además, las variaciones de densidad de color debidas a variaciones de espesor en una lente oftálmica preparada para receta (especialmente recetas fuertes) pueden ser objetables tanto en estado activado (oscurecido) como en estado incoloro. Estas lentes pueden ser muy costosas de producir debido al elevado coste de los colorantes fotocrómicos, y cuando se utilizan para fabricar un blanco de la lente semiacabada, se desperdicia una cantidad considerable de colorante en producir una lente de receta acabada durante el proceso de amolado.

Deben tomarse precauciones al producir las lentes compuestas por moldeo de la superficie, como se da a conocer en Gupta *et al.*, patente U.S. n° 5,531,940, para asegurar la buena adherencia entre la capa fotocrómica polimerizada y la lente dura a la que está unida. Dichas precauciones incluyen determinadas modificaciones en la superficie a la preforma de la lente como se describe en Blue *et al.*, patente U.S. n° 5,316,702. Si las condiciones no son correctas, puede producirse la exfoliación de las capas.

Las lentes compuestas fabricadas mediante dicho molde superficial de una composición polimerizable en una lente dura, tal como una preforma o lente semiacabada, adolecen de una adherencia relativamente débil entre la capa fundida y la lente dura. Además, como se señala en las patentes U.S. n° 5,405,557 y n° 5,523,030, las lentes compuestas fabricadas curando parcialmente una capa de la composición que forma la lente polimerizable, y a continuación rellenando el molde con una segunda composición que forma la lente polimerizable antes de cu-

rar las dos capas juntas evita la debilidad entre las dos capas solamente cuando las dos capas sean suficientemente compatibles de modo que las dos capas de lente completamente curadas sean homogéneas y no contengan una fase límite distinta entre las capas. De acuerdo con la presente invención, utilizando dos capas de diferentes monómeros, oligómeros o polímeros polimerizables, que producen una fase límite distinta entre las capas adyacentes, completamente curadas, da como resultado poca a ninguna debilidad entre las capas de modo que no se produce la exfoliación.

Las capas anterior y posterior de las lentes compuestas fabricadas según la presente invención como se señala en el procedimiento de la reivindicación 1 y la utilización oftálmica del compuesto de la reivindicación 35 son diferentes en composición química y también son diferentes con respecto a otras propiedades físicas tales como el índice de refracción, el número ABBE, dureza, densidad y similares, de modo que las lentes acabadas contienen una fase límite distinta entre las capas. El enlace químico covalente entre las capas en el límite minimiza los problemas asociados a la interferencia óptica, la reflexión y la adherencia que de otro modo serían de esperar.

En la forma de realización preferida, la capa anterior fotocromica puede estar compuesta de un material que es de una composición química de utilidad para el rendimiento del colorante fotocromico, pero puede no ser óptimo para otras propiedades deseadas de la lente tales como el amolado y pulido (p. ej., la capa puede ser relativamente blanda, pero permitir para la alternancia rápida del colorante de la luz a la oscuridad y de la oscuridad a la luz). La capa posterior puede estar compuesta de un material diferente útil para las propiedades necesarias para el cuerpo de la lente, por ejemplo, una composición que es más dura y de este modo más adecuada para las operaciones de amolado y pulido, resistencia al impacto, teñido y similares. Al fabricar las lentes compuestas de modo que el colorante fotocromico no penetre en la capa subyacente, la capa fotocromica puede estar concentrada en la capa externa que es útil para el rendimiento del colorante fotocromico sin pérdida de colorante en una capa que no es útil para el rendimiento del colorante fotocromico.

Gupta *et al.*, patente U.S. n° 5,531,940 divulga la formación inicial de una capa cubierta de una resina de moldeo que contiene el colorante fotocromico que está en estado de gel en un espesor de aproximadamente 0,025 mm a 1 mm que se cura posteriormente mientras está en contacto con una preforma de lente plástica acabada o semiacabada, con o sin una capa de una resina no curada entre ellas. Gupta *et al.* '940 requiere una preforma de lente plástica acabada o semiacabada y, opcionalmente, una capa externa de material de lente con una densidad de reticulación mayor que el material de la lente que lleva el colorante fotocromico con objeto de obtener resistencia al rayado suficiente en la superficie externa de la lente, debido a la blandura de la capa externa que contiene el colorante fotocromico. En el procedimiento de Gupta *et al.*, es necesaria una capa fina de resina que requiere una preforma acabada o semiacabada, "para favorecer el endurecimiento rápido y disminuir la probabilidad de desarrollar fatiga y distorsión en las lentes acabadas resultantes".

Sería muy deseable fabricar una lente fotocromica compuesta o en capas que tenga una capa de lente polimérica que contenga colorante fotocromico externo que tenga un espesor superior a aproximadamente 1 mm con objeto de prolongar la vida útil de la capa fotocromica más allá de la obtenida en la técnica anterior. También sería muy deseable fabricar una lente fotocromica compuesta que tenga una capa que contenga colorante fotocromico relativamente fino y que pueda curarse con relativa rapidez sin adolecer de problemas de adherencia de la capa, fatiga y distorsión asociados normalmente a la fabricación de los lentes compuestos. También sería deseable fabricar una lente que tenga una capa fotocromica descrita anteriormente y al mismo tiempo proporcionar un límite distinto entre la capa de material de la lente fotocromica y adyacente que permita la verificación fácil de la uniformidad y espesor de la capa fotocromica. Estos problemas han sido superados de acuerdo con los principios de la presente invención, como será más evidente a partir de la siguiente descripción detallada de la presente invención, en la que (a) una resina que contiene colorante fotocromico, con un espesor de por lo menos 0,4 mm, preferentemente al menos aproximadamente 0,5 mm, más preferentemente más fina de aproximadamente 1 mm, se cura mientras está en contacto con (b) una capa de una resina capaz de formar una lente oftálmica, exenta de un colorante fotocromico, en la que una de las capas (a) o (b) se cura en el estado gel antes de añadir la otra capa, en un estado líquido no gelificado, al molde (sin incluir una preforma de la lente acabada o semiacabada en el molde) y curar las lentes compuestas, juntas, utilizando radiación térmica y/o actínica, p. ej., UV, procedimientos, más preferentemente con radiación actínica.

Según una forma de realización del procedimiento de la presente invención, una capa relativamente gruesa (al menos de aproximadamente 0,4 mm de espesor, preferentemente alrededor de 1 a 2 mm) de una composición de monómero u oligómero polimerizable de radicales libres que contiene uno o más colorantes fotocromicos se coloca sobre la superficie de un molde utilizado para producir la superficie anterior de la lente. La composición se cura en parte para formar un gel blando con un grado de dureza, medido con una máquina Barber Colman tipo 935 inferior a 65, preferentemente inferior a 60, más preferentemente inferior a 40, todavía más preferentemente inferior a 20, lo más preferentemente inferior a 5. El molde de la superficie anterior que contiene el gel fotocromico se utiliza a continuación en combinación con una junta adecuada y un molde de vidrio con la curvatura apropiada para formar un conjunto cerrado en el que está fundida una composición líquida polimerizable que no contiene ningún colorante fotocromico. La capa del gel de la superficie anterior fotocromica y la composición polimerizable no fotocromica se curan a continuación mientras están en contacto directo para formar un plástico duro que se separa a continuación de la junta y los moldes, produciendo la lente fotocromica compuesta, con adherencia excepcional de las capas, que no se exfoliarán.

Según otra forma de realización del procedimiento de la presente invención, una capa relativamente gruesa de al menos aproximadamente 0,4 mm de espesor, preferentemente de alrededor de 1 a 20 mm, de una composición de monómero o oligómero polimerizable de radicales libres que no contiene un colorante fotocromico se coloca entre las superficies de dos moldes de curvatura adecuada para producir la capa posterior de la lente compuesta. La composición se cura en parte para formar un gel blando (preferentemente con un grado de dureza como el definido anteriormente). El molde de la superficie posterior que contiene el gel se utiliza a continuación en combinación con una junta adecuada y un molde de vidrio con curvatura apropiada para formar un conjunto cerrado en el que se coloca una composición líquida polimerizable que contiene un colorante fotocromico para formar la capa de lente anterior, fotocromica. La composición de la superficie anterior fotocromica polimerizable y las capas de gel no fotocromico se curan a continuación mientras están en contacto directo para formar una lente plástica dura compuesta de ambas capas con un límite distinto entre ellas. Las lentes formadas se separan a continuación de la junta y los moldes, dando como resultado las lentes fotocromicas compuestas, con excepcional adherencia a las capas, que no se exfoliarán.

La lente resultante mostrada en la Figura 1 supera numerosos problemas descritos anteriormente. En primer lugar la capa fotocromica 1 puede ser relativamente gruesa, permitiendo una duración fotocromica potencialmente mejor que las lentes con recubrimiento o impregnadas. En segundo lugar, la capa fotocromica tiene un espesor generalmente uniforme que es relativamente fino cuando se compara con el espesor de la lente en conjunto. Como tal, la uniformidad de oscuridad y color general es superior a las lentes que incorporan colorantes fotocromicos en todo el material de la lente. En tercer lugar, debido a que la capa 1 que contiene el colorante fotocromico o la capa que no contiene ningún colorante fotocromico 2 está parcialmente polimerizada en estado de gel cuando la composición de la lente oftálmica que forma la otra capa (sin curar) se introduce en el conjunto, y las dos capas se llevan juntas al estado endurecimiento, cada capa se cura mientras está en contacto con la otra, y se produce el enlace químico covalente entre las dos capas produciendo una adherencia excelente.

Resumen de la invención

En resumen, las lentes de la presente invención están formadas por uno de los dos procedimientos siguientes (1) depositar, en una cavidad adecuada formada por dos moldes separados por una junta, una primera capa de una lente oftálmica de radicales polimerizables que forma el monómero, oligómero o polímero que contiene uno o más materiales fotocromicos, para formar una parte anterior de la lente, y gelificar la primera capa en el molde antes de añadir una segunda capa de una composición de la lente oftálmica de radicales polimerizables adecuada, o (2), depositar, en un molde anterior adecuado y en la junta unida, una cantidad de monómero, oligómero o polímero que forma la lente oftálmica de radicales polimerizables, que contiene uno o más materiales fotocromicos, para formar una parte anterior de la lente, y acoplar un gel de geometría apropiada formado polimerizando parcialmente una composición que forma la lente oftálmica, de modo que la capa de la composición fotocromica esté contenida en la cavidad entre el molde anterior y la capa de gel. Los conjuntos producidos por uno de estos dos procedimientos se someten a continuación a condiciones de endurecimiento adecuadas de modo que ambas capas se curen juntas mientras están en contacto entre sí, de modo que se forman enlaces químicos covalentes entre las dos composiciones, eliminando por consiguiente la posibilidad de exfoliación.

Por consiguiente, un aspecto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento de fabricación de una lente oftálmica compuesta de dos capas de diferentes materiales que forman la lente oftálmica, fabricados gelificando una de las dos capas de una composición que forma la lente oftálmica, ya sea (1) una capa anterior que incluye un compuesto fotocromico, en una parte anterior de un molde o, (2) una composición que forma la lente oftálmica posterior que no incluye un compuesto fotocromico, sobre una parte posterior de un molde, de modo que una capa gelificada (parte de la lente anterior o posterior) y una capa sin gelificar (parte de la lente anterior o posterior) están en contacto directo entre sí en el conjunto, y a continuación curar las dos capas juntas para formar las lentes compuestas.

Una ventaja de utilizar dos capas de diferentes materiales que forman la lente se basa en la oportunidad de optimizar cada capa para las propiedades exclusivas de la lente. Es decir, una capa anterior fotocromica puede estar compuesta de un material que es de una composición química beneficiosa para el rendimiento del colorante fotocromico, pero no óptima para otras propiedades de la lente deseadas tales como el amolado y pulido (p. ej., la capa puede ser relativamente blanda, pero permite la alternancia rápida del colorante de la luz a la oscuridad y de la oscuridad a la luz). La capa posterior puede estar compuesta por un material diferente beneficioso para las propiedades necesarias para el cuerpo de la lente, por ejemplo, una composición que es más dura y por lo menos más adecuada para las operaciones de amolado y pulido, resistencia al impacto, teñido y similares.

Dado que los materiales utilizados para formar las capas anterior y posterior de los lentes son diferentes con respecto a la composición química y también serán diferentes con respecto a otras propiedades físicas tales como el índice de refracción, número ABBE, dureza, densidad y similares, existirá un límite distinto entre las capas. Dicha capa límite distinta proporciona una rápida verificación visual útil para los ajustes al proceso de fabricación, tal como el ajuste de la colocación de la junta del molde. El enlace químico covalente entre las capas y el límite minimiza los problemas asociados a la interferencia óptica asociada, reflexión y adherencia que de otro modo podría esperarse.

El enlace químico covalente se consigue fabricando una lente compuesta con dos capas que se polimerizan y curan simultáneamente, una capa anterior de una composición que forma la lente oftálmica que contiene uno o más colorantes fotocromáticos y una capa posterior de una composición que forma la lente oftálmica que no contiene un colorante fotocromático, estando formadas las capas anterior y posterior por diferentes polímeros. Una de las dos, la capa anterior o la capa posterior, pero no ambas, se polimeriza en una etapa de gel definida por tener una dureza, medida utilizando una máquina Barber Colman tipo 935 inferior a 65, preferentemente inferior a 60, más preferentemente inferior a 40, aún más preferentemente inferior a 20, lo más preferentemente inferior a 5, dentro del molde antes de inyectar la otra capa en el molde en un estado líquido, sin gelificar. En una forma de realización, la capa posterior no se cura cuando se inyecta, sino que es un monómero que forma la lente oftálmica o un oligómero que forma la lente oftálmica que se inyecta en el molde a un grado de endurecimiento inferior al de la etapa de gel. En otra forma de realización, la capa posterior se gelifica en primer lugar, y a continuación la capa anterior sin curar que contiene un colorante fotocromático y un monómero que forma la lente oftálmica, o un oligómero que forma la lente oftálmica, se coloca en el molde a un grado de endurecimiento inferior al del estado de gel. Gelificando la capa antes de inyectar la otra capa de la composición que forma la lente oftálmica en el molde, e inyectando la otra capa de composición que forma la lente oftálmica a un grado de endurecimiento inferior al de la etapa gel, se asegurará el llenado completo del molde y el contacto directo entre las dos capas, sin blanqueado significativo del o de los colorante(s) fotocromático(s) de la capa anterior en la capa posterior. El endurecimiento ulterior de ambas capas juntas, tal como utilizando un fotoiniciador e irradiación en un intervalo de longitud de onda adecuado para proporcionar una lente de doble capa, proporciona una lente compuesta que no se exfolia.

Otros aspectos y ventajas de la presente invención consisten en proporcionar un procedimiento de fabricar una lente fotocromática de dos capas que incluye uno o más colorantes fotocromáticos en solamente una capa anterior a un espesor mayor de aproximadamente 0,4 mm, sin recubrir o impregnar una lente curada que tiene una vida significativamente mayor sin degradación fotocromática del colorante; siendo la contribución del color del o de los colorante(s) fotocromático(s) en estado incoloro inferior que en una lente que incluye el/los colorante(s) fotocromático(s) en todo el espesor de la lente; desperdiciando la lente significativamente el/los colorante(s) fotocromático(s) cuando se acaba el blanco de la lente en una lente acabada en el proceso de amolado; y proporcionar una lente de dos capas que no adolezca de la separación en láminas frecuente que puede ocurrir al curar una capa no curada a una preforma de lente que está precurada más allá del estado de gel (tal como una preforma acabada o semiacabada).

Las lentes fotocromáticas compuestas pueden producirse utilizando los procedimientos dados a conocer en la forma de molde acabado o la forma semiacabada. Como lentes de molde acabadas, la configuración de la lente es tal que, excepto para una etapa de acabado ulterior para amolar el perímetro de la lente para adaptar la forma del marco de la gafa, la lente es de potencia y espesor apropiados para ser llevada por una persona con la receta de potencia apropiada. Si se requiriese, las lentes también poseerían las características de la curva necesarias para corregir el astigmatismo. En las lentes compuestas acabadas, típicamente, la capa fotocromática anterior sería de aproximadamente 0,4 mm a aproximadamente 2 mm de espesor, preferentemente de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm, mientras que la capa no fotocromática posterior sería de aproximadamente 0,2 mm a aproximadamente 5 mm, preferentemente y aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 5 mm de espesor configurada para acomodar los tamaños del marco típicos y una mayoría de prescripciones.

Aunque pueden conseguirse ventajas utilizando la tecnología del compuesto descrita para producir lentes acabadas en cuanto a la reducción en el desperdicio de colorantes fotocromáticos relativamente costosos perdidos durante el proceso de acabado en comparación con las lentes que contienen colorantes fotocromáticos en todo el cuerpo de la lente, pueden conseguirse ahorros mucho más significativos en el caso de las lentes semiacabadas. La configuración de las lentes semiacabadas es tal que se requieren etapas de amolado y pulido de la superficie posterior para llevar la geometría de la superficie posterior a un estado requerido para producir una potencia y espesor de la lente dados la curvatura anterior y un índice de refracción de la lente semiacabada. Cantidades significativas del material de la lente semiacabada se pierden durante esta operación añadiendo a la pérdida por la operación de acabado, totalizando en muchos casos el 50 por ciento o más. Al confinar los colorantes fotocromáticos a la capa de la superficie anterior solamente, puede evitarse una gran cantidad de desperdicio de colorante. En el caso semiacabado, por lo general, la capa fotocromática anterior sería de desde aproximadamente 0,4 mm hasta aproximadamente 2 mm de espesor, preferentemente aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm, más preferentemente más de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 2 mm, mientras que la capa no fotocromática posterior sería de aproximadamente 5 mm a aproximadamente 20 mm de espesor.

El anterior y otros aspectos y ventajas de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción detallada siguiente, de las formas de realización preferidas, consideradas conjuntamente con los dibujos.

Descripción de las figuras

Las figuras siguientes forman parte de la presente memoria y se incluyen para demostrar con más detalle determinados aspectos de la presente invención. La invención puede comprenderse mejor con relación a una o más de estas figuras en combinación con la descripción detallada de las formas de realización específicas presentadas en la presente memoria.

La Fig. 1 es una vista lateral de una lente fabricada de acuerdo con los principios de la presente invención. La capa 1 fotocromica está unida a la capa 2 no fotocromica, con una capa límite discreta que existe entre las capas 1 y 2;

la Fig. 2 es una vista lateral que presenta una junta 3 típica utilizada para separar dos superficies de molde durante una operación de moldeo de la lente;

la Fig. 3 es una vista lateral que presenta una manera de fabricar un conjunto adecuado para fabricar las lentes de la presente invención cortando una junta 3 de fabricación de la lente oftálmica típica en las partes 4 anterior y 5 posterior (“medias juntas”) y proporcionar dos juntas resultantes para moldear las dos capas de lentes juntas para formar las lentes oftálmicas compuestas de la presente invención;

la Fig. 4 es una vista lateral de un molde 6 anterior, la “media junta” 4 anterior, útil según la presente invención, y un molde 7 posterior inferior. La superficie de colada del molde posterior tiene una curvatura que se aproxima a la curvatura de la superficie de moldeo del molde anterior de modo que la cavidad que contiene la composición de moldeo 8 fotocromica líquida es de espesor generalmente uniforme cuando estos compuestos se juntan y se gelifica la composición;

la Fig. 5 es una vista lateral de un conjunto útil para fabricar las lentes compuestas de la presente invención una vez se ha separado el molde 7 posterior del gel 9 fotocromico todavía unido al molde 6 anterior. La “media junta” 5 posterior se empareja con la “media junta” 4 anterior para separar el molde anterior que contiene la composición fotocromica gelificada, y el molde posterior 10 de curvatura apropiada para formar la superficie posterior de las lentes del compuesto completas. Se proporcionan los orificios 11 para llenar la cavidad resultante con la composición no fotocromica;

la Fig. 6 es una vista lateral despiezada de un conjunto útil para formar la forma de un gel no fotocromico que debe utilizarse en un aspecto de la presente invención. El conjunto está formado por un molde 6 anterior, un molde 10 posterior y una junta 3 adecuada. Pueden proporcionarse orificios en la junta para la inyección de la composición no fotocromica;

la Fig. 7 es una vista lateral del conjunto de la Fig. 6 que contiene la composición líquida no fotocromica 12 lista para gelificarse;

la Fig. 8 es una vista lateral de una composición 13 gelificada no fotocromica unida al molde 10 posterior una vez se han separado el molde 6 anterior y la junta 3;

la Fig. 9 es una vista lateral de la parte anterior del conjunto utilizado para formar la capa que contiene el frente fotocromico de las lentes compuestas. Un molde 6 de fusión del frente de la misma geometría superficial que el molde 6 anterior utilizado en la Fig. 6 se ajusta a una junta 14 de cerco corto. La composición 8 líquida fotocromica se muestra colocada sobre la superficie del molde;

la Fig. 10 es una vista lateral del conjunto completo consistente en el gel 13 y el molde 10 posterior de la Fig. 8 y la parte anterior mostrada en la Fig. 9 colocada de modo que la composición fotocromica se coloca en contacto con el gel 8 y rellena la cavidad entre la superficie del gel 13 y el molde 6 anterior; y

la Fig. 11 es una vista lateral del conjunto mostrado en la Fig. 10 después de que el gel 2 no fotocromico y las composiciones fotocromicas líquidas 8 se han endurecimiento conjuntamente. El resultado es la capa anterior 1 fotocromica completamente curada y la capa 2 posterior no fotocromica completamente curada en sus respectivos moldes una vez se ha separado la junta 14.

La Fig. 12 es una fotografía escaneada que presenta una vista lateral de una lente oftálmica que contiene un límite de fase distinto entre las capas adyacentes completamente curadas. La capa superior (externa) contiene una mezcla de tres colorantes fotocromicos. La altura de la placa general de la lente es de aproximadamente 2 cm y el espesor de la capa fotocromica es de aproximadamente 1 mm.

Descripción detallada de la invención

Cualquier composición que forme lentes oftálmicos que contenga un colorante fotocromico que incluya un monómero o un oligómero de radicales polimerizables puede utilizarse para la parte anterior de las lentes. Para conseguir la ventaja completa de la presente invención, la composición que forma el lente utilizada para la parte anterior del lente tiene preferentemente una resistencia a la abrasión SEB, después del endurecimiento, inferior a 20 psi, preferentemente inferior a aproximadamente 15 psi, según el procedimiento descrito en las patentes U.S. n° 4,544,572 y n° 4,758,448. Las capas pueden llevarse al estado de gel, y posteriormente curarse utilizando cualquier procedimiento adecuado que incluya técnicas de endurecimiento térmicas y de radiación. Preferentemente, tanto la capa anterior como la posterior incluyen un iniciador de fotopolimerización de modo que ambas capas puedan curarse simultáneamente con luz que tiene una longitud de onda adecuada. Pueden utilizarse fotoiniciadores de luz ultravioleta o visible convencionales en las composiciones de la capa anterior o posterior. Ejemplos de monómeros para lentes oftálmicas de la capa anterior (que contienen colorante fotocromico) y la capa posterior (que contienen colorantes no fotocromicos) incluyen los

mono, di, tri, tetra y pentafuncional acrilatos, tales como los acrilatos alcoxilados derivados de alcanos de di o trimetilol o pentaeritritol comercializados por Sartomer, Polysciences y otros; metacrilatos; monómeros vinílicos tales como estireno; monómeros alílicos tales como HIRI, CR-39 y CR-307 comercializados por PPG Industries; epoxis; uretanos y/o ésteres terminados con grupos acrílicos; y resinas de poliéster insaturadas y mezclas de resinas de poliéster y estos compuestos.

Ejemplos de monómeros polimerizables por radicales utilizables en una o ambas capas de las lentes de la presente invención son tal como se describe en la patente U.S. n° 5,910,516.

Los compuestos de acrilato y metacrilato incluyen, por ejemplo, metacrilato de tridecilo, diacrilato y dimetacrilato de dietilenglicol, diacrilato y dimetacrilato de dietilenglicol, diacrilato y dimetacrilato de tetraetilenglicol y diacrilatos y dimetacrilatos de polietilenglicol de peso molecular mayor, dimetacrilato de butanodiol, dimetacrilato de hexametileno, dimetacrilato de bisfenol A, dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol, 2,2-bis(4-metacriloiloxietoxi-3,5-dibromofenil)propano, 2,2-bis(4-metacriloiloxifenil)propano, 2,2-bis(4-metacriloiloxidióxifenil)propano, 2,2-bis(4-metacriloiloxitrietoxifenil)propano, 2,2-bis(4-metacriloiloxipentaetoxifenil)propano, triacrilato de trimetilolpropano, acrilatos y metacrilatos alcoxilados, diacrilatos y dimetacrilatos alcoxilados, triacrilatos y trimetacrilatos alcoxilados, acrilato y metacrilato de isobornilo, acrilato y metacrilato de ciclohexilo y acrilato y metacrilato de trimetilciclohexilo.

Los compuestos de acrilato o metacrilato que contienen el grupo epoxi incluyen, por ejemplo, acrilato de glicidilo, metacrilato de glicidilo, acrilato de β -metilglicidilo, metacrilato de β -metilglicidilo y metacrilato del éter monoglicídico de bisfenol A.

Los acrilatos y metacrilatos de uretano incluyen, los mono, di, tri y tetra acrilatos y metacrilatos de uretano funcionales comercializados por Sartomer, Degussa y otros.

Los compuestos vinílicos incluyen, por ejemplo, el éter bis-4-vinilbencílico, el sulfuro de bis-4-vinilbencilo, 1,2-(p-vinilbenciloxi)etano, 1,2-(p-vinil-benciltio)etano y sulfuro de bis-(p-vinilbenciloxietil).

Además, la composición puede incluir un ácido carboxílico insaturado, un éster del ácido acrílico o metacrílico, un éster de ácido fumárico y un compuesto vinílico aromático. El ácido carboxílico insaturado incluye, por ejemplo, ácido acrílico, ácido metacrílico, anhídrido maleico, ácido fumárico y ácido acrílico. Los ésteres del ácido acrílico y metacrílico incluyen, por ejemplo, acrilato de metilo, metacrilato de metilo, metacrilato de bencilo, metacrilato de fenilo, metacrilato de tribromofenilo, metacrilato de 2-hidroxietilo y metacrilato de trifluorometilo. El éster del ácido fumárico incluye, por ejemplo, fumarato de monometilo, fumarato de dietilo y fumarato de difenilo. El compuesto vinílico aromático incluye, por ejemplo, estireno, cloroestireno, alfa-metilestireno, 4-metilestireno, vinilnaftaleno, isopropenilnaftaleno, bromoestireno y divinilbenceno. Estos monómeros con radicales polimerizables pueden utilizarse solos o en mezcla de dos o más.

Las resinas de poliéster insaturadas adecuadas incluyen las preparadas a partir de ácidos dicarboxílicos insaturados tales como los ácidos maleico y fumárico, los ácidos dicarboxílicos saturados, tales como el ácido ortoftálico y el isoftálico y los alcoholes polihídricos tales como etilenglicol, dietilenglicol, neopentilglicol y bisfenol-A hidrogenado.

La parte anterior preferida de las lentes es una composición que comprende monómeros mono, di o trifuncionales acrílicos o metacrílicos; mono, di o triacrilatos o metacrilatos de uretano funcionales, monómeros alílicos, resinas de poliéster insaturado, monómeros de vinilo y mezclas de los mismos. Preferentemente, la parte anterior de la lente oftálmica y la parte posterior (frente al ojo), tienen un índice de refracción de al menos 1,49. El índice de refracción de ambas partes puede ser al menos de aproximadamente 1,49, al menos aproximadamente 1,53, al menos aproximadamente 1,56 o al menos aproximadamente 1,58.

Los acrilatos y metacrilatos preferidos incluyen los mono, di y triacrilatos y metacrilatos funcionales incluyendo el metacrilato de tridecilo; dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol; y el trimetacrilato de trimetilolpropano.

El metacrilato de uretano preferido es un dimetacrilato de diuretano.

Los monómeros alílicos preferidos incluyen el ftalato de dialilo, el carbonato de dietilenglicol bisalílico, difenato de dialilo, carbonato de bisfenol A bisalílico y 2,2'-dialilbisfenol-A.

El compuesto fotocrómico contenido en la composición fotopolimerizable utilizado en la capa de la lente anterior de la presente invención puede ser cualquier compuesto fotocrómico conocido con tal que tenga una absorción en una zona de la luz visible cuando el compuesto está activado (es decir, oscurecido). Los compuestos fotocrómicos que presentan una propiedad de absorción en un intervalo de alrededor de 400 a 480 nm desarrollan un color amarillo a naranja; los compuestos fotocrómicos que presentan una propiedad de absorción en un intervalo de alrededor de 480 a 550 nm desarrollan un color del rojo al púrpura; y los compuestos fotocrómicos que presentan una propiedad de absorción en el intervalo de alrededor de 550 a 600 nm desarrollan un color del púrpura al azul. Estos compuestos fotocrómicos pueden utilizarse solos pero, cuando se utilizan en combinación de dos o más, pueden desarrollar un color neutro tal como gris, marrón, ámbar o similares.

Los aditivos fotocromicos preferidos son, por ejemplo, espiropirano, espirooxacinas, naftopiranos, benzopiranos o compuestos de cromeno, espironaftoxacinas, espirobenzoxacinas, ditizonatos organometalicos y compuestos de fulgida o fulgimida y mezclas de los mismos. Siguen ejemplos de estas familias.

Como compuestos de cromeno puede utilizarse cualquier compuesto conocido que tenga un esqueleto de cromeno y una propiedad fotocromica. Ejemplos especificos de los mismos incluyen 2,2-difenil-7-octoxi(2H)benzo(f)cromeno, espiro(biciclo[3.3.1]nonato-9,2'-(2H)benzo(h)cromeno), espiro(norbornano-2,2'-(2H)benzo(h)cromeno), 7'-metoxiespiro(biciclo[3.3.1]nonato-9,2'-(2H)benzo(h)cromeno), 7'-metoxiespir-(norbornano-2,2'-(2H)benzo(h)cromeno) y 2,2-dimetil-7-octoxi(2H)benzo(f)cromeno.

Los compuestos de fulgida pueden ser cualquiera de los compuestos conocidos con un esqueleto de fulgida y una propiedad fotocromica. Ejemplos especificos de los mismos incluyen N-metil-6,7-dihidro-4-metilespiro(5,6-benzo[b]tiofeno-dicarboxiimido-7,2-triciclo[3.3.1.1]decano, N-cianometil-6,7-dihidro-4-metil-2-fenilespiro(5,6-benzo[b]tiofeno-dicarboxiimido-7,2-triciclo[3.3.1.1]decano, N-cianometil-6,7-dihidro-4-metil-2-(p-metoxi-feni)-espiro(5,6-benzo[b]tiofendicarboxiimido-7,2-triciclo[3.3.1.1]decano, N-cianometil-6,7-dihidro-4-metilespiro(5,6-benzo[b]tiofendicarboxiimido-7,2-triciclo[3.3.1.1]decano, N-cianometil-6,7-dihidro-4-ciclopropilespiro(5,6-benzo[b]tiofendicarboxiimido-7,2-triciclo[3.3.1.1]decano y 6,7-dihidro-N-metoxycarbonilmetil-4-metil-2-fenilespiro(5,6-benzo[b]tiofendicarboxiimido-7,2-triciclo[3.3.1.1]decano.

Como compuestos de espirooxazina, puede utilizarse cualquier compuesto conocido que tenga un esqueleto de espirooxazina y una propiedad fotocromica. Ejemplos especificos de los mismos incluyen 1,3,3-trimetilespiro(indol-2,3-[3,2-a][1,4]naftooxazina, 1,3,3-trimetil-6'-piperidinoespiro(indol-2,3-[3,2-a][1,4]naftooxazina, 6-fluoro-1'-metil-8'-metoxi-6'-morfolinodispiro(ciclo-hexano-1,3'-(3H)indol-2'-(2'H),3'-(3H)-nafto(3,2-a)(1,4)-oxazina), 1'-metoxycarbonilmetil-8'-metoxi-6'-(4-metilpiperazino)dispiro(ciclohexano-1,3'-(3H)indol-2'-(2'H),3'-(3H)-nafto(3,2-a)(1,4)-oxazina), 1'-(2,dioxazina-2-il)-etil-6'-morfolino-dispiro(ciclo-hexano-1,3'-(3H)indol-2'-(2'H),3'-(3H)-nafto(3,2-a)(1,4)-oxazina, 5-fluoro-1'-metil-6'-piperidinodispiro(ciclohexano-1,3'-(3H)indol-2'-(2'H),3'-(3H)-nafto(3,2-a)(1,4)-oxazina) y 8'-metoxidispiro(ciclohexano-1,3'-(3H)indol-2'-(2'H),3'-(3H)-nafto-(2,3-a)(1,4)-oxazina).

Los fotoiniciadores preferidos para ambas capas son los fosfinatos, tal como el 2,4,6-trimetilbenzoilfenil fosfinato de etilo; y los oxidos de fosfina, tal como el oxido de 2,4,6-trimetilbenzoildifenilfosfina; oxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-2,4,4-trimetilpentil fosfina, oxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil) fenil fosfina y mezclas comerciales que contienen estos compuestos tales como Irgacure 1850, Irgacure 1700, Darocur 4265 y similares. Los iniciadores termicos preferidos incluyen los iniciadores del compuesto azo tales como 2,2'-azobis(2-metilbutironitrilo) y 2,2'-azobis(isobutironitrilo).

La cantidad de compuesto fotocromico utilizado en la composicion de la capa anterior dependera de la contribucion deseada para desarrollar la densidad de color. Un intervalo utilizable seria aproximadamente de 0,001 a 1,0 por ciento en peso, mas preferentemente aproximadamente 0,005 a aproximadamente 0,5 por ciento en peso, referido al peso del o de los compuesto(s) polimerizable(s) contenido(s) en la capa anterior.

Las composiciones fotopolimerizables anterior y posterior de la presente invencion pueden contener, segun sea necesario, varios estabilizantes y aditivos tales como agentes de liberacion del molde, absorbentes de ultravioleta, aminas impedidas u otros estabilizantes de la luz ultravioleta, antioxidantes, inhibidores de coloracion, agentes antiestaticos, colorantes fluorescentes, colorantes, pigmentos o similares.

Primera forma de realizacion

Composicion gelificada que forma la lente anterior

Para producir las lentes compuestas semiacabadas fotocromaticas de un aspecto de la presente invencion, se utiliza una junta de dos piezas. Una junta utilizada para producir normalmente una lente semiacabada de diametro de 75 mm, como se muestra en la Fig. 2 con un borde de 10 mm de espesor se cortó en circunferencia como se muestra en la Fig. 3 utilizando un torno de tal manera que produzca una "media junta anterior" 4 consistente en una superficie selladora del molde anterior y una pared de la junta de aproximadamente 1,7 mm de altura. La pieza de la junta que queda después del corte forma la "media junta posterior" 5 que consiste en una superficie de sellado del molde posterior y una pared de la junta de aproximadamente 8,3 mm de altura.

Un molde de vision unica del vidrio anterior con un radio de curvatura de la superficie cóncava de 6 dioptrías se colocó en el área de sellado de la "media junta anterior". Se vertió en el molde aproximadamente 10 gramos de composicion que contiene el colorante fotocromico (véase Tabla 1). Un segundo molde de vidrio con una curvatura de la superficie convexa de 6 dioptrías se colocó a continuacion en la pared de 1,7 mm de altura. El montaje resultante consistió en un molde anterior cóncavo de 6 dioptrías y un molde posterior convexo de 6 dioptrías separados por un hueco de 1,7 mm, estando el hueco relleno con la composicion que contiene el colorante fotocromico (véase la Fig. 4).

Capa anterior que contiene el colorante fotocrómico gelificado

TABLA 1

Composición que contiene el colorante fotocrómico

Componente	Porcentaje en peso
Monómero SunSensors prepolimerizado:	94,52
Pentaacrilato de dipentaeritrol:	5,00
1-dodecanotiol:	0,30
2,4,6-trimetilbenzoilfenilfosfinato de etilo:	0,18

Nota: el monómero SunSensors es una composición propiedad de Corning, Incorporated. La composición del monómero contiene colorantes fotocrómicos. El monómero se prepolimerizó hasta una viscosidad de aproximadamente 400 centistokes antes de combinar el monómero prepolimerizado en la composición anterior.

El conjunto media junta anterior recién descrito se expuso a la luz producida por un bulbo Fusion "V" filtrado con una sola capa de película de filtro ultravioleta Edmund n° 39.426. La disposición fue tal que la luz entraba en el conjunto a través del molde posterior convexo. La intensidad de la luz fue de aproximadamente 1,0 milivatios/cm² medida con un radiómetro International Light IL1400 equipado con un filtro estrecho de banda ancha de 405 nm. El tiempo de exposición fue de 8 minutos.

Tras la exposición, se separó el molde posterior convexo del conjunto. El conjunto anterior medio a continuación está constituido por la media junta anterior, el molde anterior cóncavo y una capa de gel uniforme de aproximadamente 1,7 mm de espesor.

Se preparó la media junta posterior perforando dos orificios pequeños para la introducción de la composición de moldeo no fotocrómica (Fig. 5). Se colocó a continuación la media junta posterior en el conjunto del frente medio de modo que las superficies de corte de la pared de la junta estén en contacto. Se colocó un molde posterior de vidrio convexo de 6 dioptrías en la superficie de sellado del molde posterior de la media junta posterior, y se sujetó el conjunto completo junto con una abrazadera configurada de modo que la luz pudiera pasar a través del molde posterior en el conjunto (Fig. 5).

Se inyectó una composición polimerizable no fotocrómica (capa posterior) (Tabla 2) a través de los orificios perforados en la media junta posterior, de modo que la cavidad formada entre el gel fotocrómico y el molde posterior convexo se rellenó con la composición. Se sellaron los orificios por medio de una cinta adhesiva. Se expuso a continuación el conjunto a la luz no filtrada de una lámpara Fusion "V" de modo que la luz entraba desde el molde posterior del conjunto. La intensidad de la luz fue aproximadamente de 4,0 mW/cm² medida mediante el aparato IL 1400 mencionado anteriormente. El tiempo de exposición fue de 15 minutos. El conjunto se volvió a continuación y se expuso al filtro de luz de la lámpara "V" con el filtro ultravioleta Edmund mencionado anteriormente a una intensidad de 1 mW/cm² durante 67 minutos más. La disposición fue tal que la luz entraba al conjunto a través del molde cóncavo anterior.

A la conclusión del periodo de exposición, el conjunto se separó de la fuente de iluminación, la abrazadera y las piezas de la junta se separaron, ya que eran los moldes. Las lentes compuestas resultantes estaban constituidas por una capa fotocrómica uniforme de aproximadamente 1,7 mm de espesor unida a la capa no fotocrómica uniforme de aproximadamente 8 mm de espesor. La curvatura anterior fue de aproximadamente +6 dioptrías, la posterior de aproximadamente -6 dioptrías. Cuando se exponía a la luz la lente tenía buena respuesta fotocrómica con color y densidad uniformes.

ES 2 305 276 T3

Ejemplos adicionales de composiciones que contienen colorante fotocromico útiles de acuerdo con el procedimiento preferido y los artículos que siguen en los Ejemplo 1-4. Debe entenderse que las composiciones mostradas en los Ejemplos 1-4 también pueden utilizarse como composiciones polimerizables no fotocromicas omitiendo el colorante fotocromico, sin embargo, es preferible utilizar resinas más duras, más resistentes a la abrasión tal como los poliésteres o los carbonatos de bisalilo como composición no fotocromica, como se muestra en el Ejemplo 5 y en la Tabla 2.

Los siguientes ejemplos se incluyen para demostrar formas de realización preferidas de la invención. Los expertos en la materia deben apreciar que las técnicas divulgadas en los ejemplos que siguen representan técnicas descubiertas por los inventores para funcionar bien en la práctica de la invención, y así pueden considerarse que constituyen modos preferidos para su puesta en práctica. Sin embargo, los expertos en la materia deberían, a la luz de la presente descripción, apreciar que pueden realizarse muchos cambios en las formas de realización específicas que están descritos y todavía obtienen un resultado semejante o similar sin apartarse del alcance de la invención.

Ejemplos

Ejemplo 1

Capa fotocromica a base de metacrilato

Componente	Porcentaje
Metacrilato de tridecilo	24%
Dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol	24%
Trimetacrilato de trimetilolpropano	12%
Dimetacrilato de polietilenglicol	30%
Dimetacrilato de tetraetilenglicol	10%
	= 100%
Fotoiniciador	0,06%*
Colorante fotocromico, p. ej., naftopiranos, naftoxazinas	0,01-0,2%
* puede ser 0,005-0,08% de fotoiniciador y 0,1-1,0% de iniciador térmico	

ES 2 305 276 T3

Ejemplo 2

Capa fotocromática a base de dimetilacrilato de uretano

5

10

15

20

25

30

Componente	Porcentaje
Dimetetacrilato de diuretano alifático	79,5%
Metacrilato de tridecilo	8%
Dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol	8%
Triimetacrilato de trimetilolpropano	4%
2,2-dialilbisfenol-A	0,5%
	= 100%
Fotoiniciador	0,06%*
Colorante fotocromático, p. ej., naftopiranos, naftoxazinas	0,01-0,2%
* puede ser 0,005-0,08% de fotoiniciador y 0,1-1,0% de iniciador térmico	

35

Ejemplo 3

Composiciones a base de poliéster para ambas capas

40

45

50

55

60

65

Componente	Porcentaje
Poliéster insaturado (una resina alquílica, preferentemente que incluye la etapa de crecimiento de ácidos dicarboxílicos polimerizados, tal como maleico y/o fumárico reaccionado con uno o más polioles, tal como bisfenol-A hidrogenado).	61%
Estireno u otro diluyente de poliéster	19%
α -metil estireno	10%
Trimetacrilato de trimetilolpropano	10%
	100%

ES 2 305 276 T3

Componente	Porcentaje
Fotoiniciador	0,05-0,48%
Colorante fotocromico, p. ej., naftopiranos, naftoxazinas	0,01-0,2%

TABLA 2

Composición polimerizable no fotocromica

Componente	Porcentaje
Resina Silmar SIL95DA-1216	77,36 % en peso
Dimetacrilato de etilenglicol	10,93 % en peso
Ftalato de dialilo	4,80% en peso
Pentaacrilato de dipentaeritritol	3,61% en peso
Metacrilato de metilo	2,33% en peso
Vinil triacetoxisilano	0,60% en peso
2-[2-hidroxi-3,5-di-(1,1-dimetilbencil)fenil]-2H-benzotriazol	0,27% en peso
Irgacure 1850 productos químicos de especialidad Ciba	0,10% en peso
Colorantes rojo y azul	Vestigios

Notas: Silmar SIL95DA 1216 es una solución de resina de poliéster insaturada que contiene aproximadamente 70% en peso de resina alquílica de poliéster insaturado y aproximadamente el 30% en peso de estireno.

Irgacure 1850 productos químicos de especialidad Ciba es una mezcla de: 50% en peso de óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-2,4,4-trimetilpentilfosfina y 50% en peso de 1-hidrox ciclohexil fenil cetona.

Después de producir las lentes como se describió anteriormente, se han fabricado otras lentes siguiendo el mismo procedimiento básico con curvaturas anteriores que oscilan entre 0,5 dioptrías y 8 dioptrías, capas fotométricas de 1,25 a 2,2 mm y espesores totales de la lente desde aproximadamente 10 mm a 16 mm. Se han fundido también lentes de visión única, bifocal con parte superior plana y adición progresiva.

Al fabricar las lentes de varias curvaturas anteriores, la curvatura utilizada del molde convexo posterior en la fabricación de la capa de gel fotocromica es aproximadamente igual a la curvatura del molde cóncavo anterior para dar un espesor de capa generalmente uniforme. Los moldes traseros utilizados para esta finalidad han sido fabricados de varios materiales plásticos (p. ej., película PTFE, composiciones de plástico fundidas, vidrio).

Se ha aplicado también a la superficie un recubrimiento en el molde (aproximadamente de 2 ó 3 micras) del molde cóncavo anterior y parcialmente polimerizado (véase la patente U.S. n° 4,544,572) antes de ajustar el molde a la

ES 2 305 276 T3

superficie de sellado de la media junta anterior. De esta manera, un recubrimiento resistente al impacto que se adhiere fuertemente se une a la capa fotocromica anterior de la lente compuesta.

Las lentes compuestas semiacabadas que se han fabricado utilizando el procedimiento esbozado anteriormente se han procesado con éxito para la potencia de receta utilizando equipo adecuado para procesar lentes de tipo CR-39. Han demostrado capacidad de pasar la prueba de impacto FDA y han resistido la exfoliación utilizando el ensayo del choque térmico (ciclos alternativos de inmersión en agua hirviendo y agua con hielo).

Segunda forma de realización

Composición gelificada que forma los lentes traseros

Para preparar el intermedio en forma de gel de la composición que forma los lentes posteriores, un molde de una sola visión del vidrio anterior con un radio de curvatura de la superficie cóncava de 6 dioptrías (molde anterior) se asentó en el área de sellado de una junta con un espesor de pared interno de aproximadamente 14 mm. La composición descrita en la Tabla 3 se vertió en este conjunto. Un segundo molde de vidrio con una curvatura de la superficie convexa de 6 dioptrías (molde posterior) se colocó a continuación en la parte superior de la junta para formar un conjunto cerrado. El conjunto se expuso a continuación a la luz producida por un bulbo Fusion "V". La disposición fue tal que la luz entraba al conjunto a través del molde posterior convexo. La intensidad de la luz fue aproximadamente de 4,0 milivatios/cm² medidos con un radiómetro International Light IL 1400 equipado con un filtro de paso de banda estrecho de 405 nm. El tiempo de exposición fue de 13 minutos.

Después de la exposición, la junta se separó del conjunto y el molde anterior se separó con cuidado de la composición gelificada. El molde posterior permaneció unido al gel.

TABLA 3

Capa posterior: Composición polimerizable en forma de gel

Componente	Porcentaje
Resina Silmar SIL95DA-1216	72,01 % en peso
Dimetacrilato de etilenglicol	10,19 % en peso
Alfa-metilestireno	7,40 % en peso
Ftalato de dialilo	4,48% en peso
Pentaacrilato de dipentaeritritol	3,40% en peso
Metacrilato de metilo	2,19% en peso
2-[2-hidroxi-3,5-di-(1,1-dimetilbencil)fenil]-2H-benzotriazol	0,25% en peso
Irgacure 1850 productos químicos de especialidad Ciba	0,08% en peso
Colorantes rojo y azul	Vestigios

Notas: Silmar SIL95DA 1216 es una solución de resina de poliéster insaturada que contiene aproximadamente 70% en peso de resina alquídica de poliéster insaturado y aproximadamente el 30% en peso de estireno.

ES 2 305 276 T3

Irgacure 1850 productos químicos de especialidad Ciba es una mezcla de: 50% en peso de óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-2,4,4-trimetilpentilfosfina y 50% en peso de 1-hidroxyciclohexil-fenil-cetona.

Un segundo molde anterior, también de curvatura cóncava de 6 dioptrías, se ajustó a una junta con una altura de la pared interna de aproximadamente 1,7 mm. Se vertieron en el molde aproximadamente 10 gramos de composición que contiene el colorante fotocrómico (véase la Tabla 4). El intermedio con forma de gel se colocó a continuación en el molde y la junta de modo que la superficie expuesta del gel estaba en contacto con la composición que contiene el colorante fotocrómico y el extremo abierto de la junta, formando de este modo un conjunto cerrado. Este conjunto se expuso a continuación a la luz de la lámpara Fusion "V" con intensidad de aproximadamente 4,0 mw/cm² como se describió anteriormente durante un periodo de aproximadamente 45 minutos. La luz entraba en el conjunto a través del molde posterior convexo unido a la forma de gel. La forma de gel contiene un material que absorbe UV que ayuda a proteger la capa fotocrómica de longitudes de onda más cortas de aproximadamente 390 nm. Esto permite la protección del colorante fotocrómico durante el endurecimiento, pero permite el paso de longitudes de onda de aproximadamente 400 a 450 nm que curan la composición fotocrómica.

TABLA 4

Composición polimerizable que contiene colorante fotocrómico

Componente	Porcentaje
Monómero SunSensors prepolimerizado:	94,52% en peso
Pentaacrilato de dipentaeritritol:	5,00% en peso
1-dodecanotiol:	0,30% en peso
2,4,6-trimetilbenzoilfenilfosfinato de etilo:	0,18% en peso

Nota: El monómero SunSensors es una composición propiedad de Corning, Incorporated. La composición del monómero contiene colorantes fotocrómicos. El monómero se prepolimerizó hasta una viscosidad de aproximadamente 400 centiestroques antes de su utilización en la composición anterior.

Para asegurar el endurecimiento completo de la capa fotocrómica, el conjunto se invirtió después de 45 minutos y se expuso a la luz producida por un bulbo Fusion "V" filtrado con una sola capa de película de filtro ultravioleta Edmund n° 39.426. Esta disposición fue tal que la luz entraba al conjunto a través del molde anterior. La intensidad de la luz fue aproximadamente de 1,0 milivatios/cm² utilizando el aparato radiómetro descrito anteriormente. El tiempo de exposición fue aproximadamente de 45 minutos.

A la conclusión del periodo de exposición, el conjunto se eliminó de la fuente de iluminación y la junta y los moldes se separaron de la lente polimerizada. La lente compuesta resultante constaba de una capa que contiene colorante fotocrómico en el frente uniforme de aproximadamente 1,7 mm de espesor unida a una capa no fotocrómica posterior uniforme de 13 mm de espesor. La curvatura anterior fue aproximadamente de +6 dioptrías, la posterior de aproximadamente -6 dioptrías. Cuando se expuso a la luz del sol, la lente tenía buena respuesta fotocrómica con densidad de color uniforme.

Una vez producida la lente como se describió anteriormente, se fabricaron otras lentes siguiendo el mismo procedimiento básico con curvaturas anteriores que oscilan entre 0,5 dioptrías y 8 dioptrías, que contienen colorante fotocrómico procedente de capas que oscilan en espesor desde aproximadamente 1,0 a 2,0 mm y espesores totales de la lente de aproximadamente 10 mm a 16 mm.

Un recubrimiento en el molde (aproximadamente de 2 ó 3 micras de espesor) se ha aplicado también a la superficie del molde cóncavo anterior y parcialmente polimerizado (véase la patente U.S. n° 4,544,572) antes de ajustar el molde a la junta de 1,7 mm y colocar la composición que contiene el colorante fotocrómico en el conjunto del molde. De esta manera, un recubrimiento resistente al impacto que se adhiere fuertemente se une a la capa que contiene el colorante fotocrómico anterior de la lente compuesta. Este recubrimiento puede contener también compuestos absorbentes de UV que absorben la luz a longitudes de onda que pueden degradar el colorante fotocrómico.

co, pero permiten pasar la luz que activa con eficacia el colorante. De esta manera, la duración de la lente puede aumentarse.

La selección del fotoiniciador en el frente o la composición de la capa posterior puede prepararse para que incluya una combinación de un fotoiniciador sensible a la longitud de onda más corta con un fotoiniciador que es sensible tanto a longitudes de onda más cortas como más largas. Este es el caso de Irgacure 1850 productos químicos de especialidad Ciba. Cuando la luz de endurecimiento pasa desde el molde anterior o posterior en una dirección para pasar en primer lugar por la composición en forma de gel (capa anterior o posterior) durante la etapa inicial de formación del gel, la superficie de la capa gelificada que pone en contacto el molde se endurece más que la superficie gelificada más allá de la fuente de luz de endurecimiento, de modo que el molde se separa muy fácilmente en la superficie gelificada más allá de la luz de endurecimiento. Esta facilidad de separación puede aumentarse más mediante el tratamiento del molde anterior o posterior con un material de liberación del molde, tal como Relisse® Casting Release Polymer de Nanofilm, Ltd.

Las lentes compuestas semiacabadas fabricadas utilizando el procedimiento esbozado anteriormente se han procesado con éxito para la potencia de la receta utilizando equipo adecuado para procesar lentes de tipo CR-39. Han demostrado capacidad de pasar la prueba de impacto FDA y han resistido la exfoliación durante la prueba de choque térmico (ciclos alternativos de inmersión en agua hirviendo y agua con hielo).

20 *La capa posterior que contiene colorante no fotocromico*

Las composiciones preferidas de la capa posterior (capa de lente oftálmica interna o frente al ojo) de la presente invención incluye una resina de poliéster insaturado en una cantidad de aproximadamente 25% a aproximadamente 70% (excluyendo los diluyentes monoméricos, p. ej., estireno) o de aproximadamente 40% a aproximadamente 95% de la composición si se calcula para incluir un diluyente monomérico, p. ej., estireno; preferentemente alrededor del 35% a alrededor del 60% en peso de poliéster insaturado calculada sin monómero diluyente, como se describe en esta patente U.S. n° 6,099,123 del cesionario.

Ejemplos de ácidos dicarboxílicos insaturados adecuados para la reacción para formar el poliéster insaturado incluyen ácido maleico, ácido fumárico, ácido citracónico, ácido itacónico, ácido mecónico y sus anhídridos, ésteres de alquilo inferior o sus haluros de ácido.

Ejemplos de ácidos dicarboxílicos saturados adecuados para la reacción para formar el poliéster insaturado incluyen ácidos dicarboxílicos alifáticos, tales como el ácido malónico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido adípico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido pimélico o ácido sebáico; y ácidos dicarboxílicos aromáticos, tales como el ácido ortoftálico, ácido tereftálico, ácido isoftálico, ácido m,p-difenilcarboxílico y ácido difénico; y los anhídridos de estos ácidos, tales como el anhídrido ftálico y el anhídrido maleico, ésteres de alquilo inferior o haluros de estos ácidos y mezclas de los mismos.

Ejemplos de polioles adecuados para la reacción con el ácido dicarboxílico para formar el poliéster insaturado incluyen etilenglicol, propilenglicol, butilenglicoles, neopentilglicol, dipropilenglicol y los poli(etilenglicoles) de los precedentes, tales como dietilenglicol, trietilenglicol, tetraetilenglicol y sus mezclas.

La resina de polímero base utilizada en las composiciones y procedimientos de la presente invención deberían tener un peso molecular medio en número comprendido en el intervalo de aproximadamente 1.000 a aproximadamente 5.000, preferentemente alrededor de 1.500 a aproximadamente 4.000 y debería estar sin niebla. Los poliésteres insaturados adecuados que tienen tales propiedades son bien conocidos en la materia, como se describe en esta patente U.S. n° 5,694,195 del cesionario.

Como ejemplos de resinas de poliéster insaturadas adecuadas, el poliéster base puede ser un poliéster formado por la reacción de propilenglicol, anhídrido ftálico y anhídrido maleico, tal como el poliéster insaturado "S-40" divulgado en la patente U.S. n° 5,319,007 de Bright. La composición divulgada en la patente de Bright incluye un acrilato de fenoxietilo, que preferentemente no está incluido como aditivo de acrilato de acuerdo con la presente invención. Otro poliéster insaturado adecuado está formado por la reacción de anhídrido maleico, anhídrido ortoftálico y propilenglicol, tal como "Aropol L-2506-15" de Ashland Chemical Co., también dado a conocer en la patente U.S. n° 5,319,007 de Bright identificada anteriormente.

Las resinas de poliéster preferidas útiles según la presente invención incluyen los productos de reacción de uno o más ácidos o anhídridos seleccionados de entre ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido maleico, anhídrido ftálico, anhídrido maleico y particularmente mezclas de dos o más de dichos ácidos o anhídridos, con un poliol seleccionado de entre etilenglicol, propilenglicol, dietilenglicol, dipropilenglicol y neopentilglicol, preferentemente dos o más de estos glicoles, con un peso molecular medio en número comprendido en el intervalo entre aproximadamente 1.500 y aproximadamente 4.000.

Uno de los problemas más difíciles encontrados al intentar formular una composición a base de resina de poliéster en una formulación de lente oftálmica adecuada es el de proporcionar el molde y la composición curada con transparencia óptica suficiente o la libertad de distorsión óptica. En los procedimientos convencionales para el moldeo de lentes oftálmicas de plástico, los reactivos utilizados para formar las resinas se introducen entre las superficies del

molde de vidrio o metal espaciadas aparte. Las secciones del molde se sellan juntas alrededor de su periferia interna por medio de una junta elástica no reactiva o del anillo de retención. Dado que se emplean materiales exotérmicos, las superficies externas del molde están sumergidas en un fluido refrigerante, p. ej., el agua o si no se enfrían para disipar el calor de polimerización y la reticulación de la cavidad del molde, y para mantener una polimerización y temperatura de endurecimiento óptimas. Durante la reacción de polimerización, particularmente antes de la gelificación y la reticulación, se crean corrientes de convección en una resina, mientras que la resina está en estado líquido, como resultado de una temperatura sustancial diferencial entre la resina de polimerización y la cavidad del molde y el refrigerante que rodea el molde. Estas corrientes de convección tienden a refrigerar dentro del polímero a medida que la polimerización procede por gelificación y endurecimiento, dando como resultado estriado u “ondas” visibles en la resina de poliéster curada. Las lentes que contienen dichas “ondas” visibles son inaceptables debido a la extensa distorsión óptica o a la no uniformidad óptica.

El problema de la obtención de un fotoendurecimiento rápido y uniforme a la vez que se proporciona simultáneamente niveles relativamente altos de absorbancia ultravioleta necesarios para los clientes que desean un corte de UV (p. ej., inferior a una transmisión del 5% a una longitud de onda de 380 nm para una lente semiacabada procesada a un espesor de 1,5 mm) y características a la intemperie mejoradas se resuelve de acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención mediante la utilización de fotoiniciadores que tienen al menos alguna actividad a longitudes de onda por encima de 380 nm. Los fotoiniciadores que son activos a una longitud de onda por encima de 380 nm incluyen los óxidos de benzoilfosfina; xantonas y tioxantonas; fotoiniciadores de luz visible, incluyendo: (a) sistemas de colorante de fluorona/sal de onio/amina, (b) sistemas de colorante/borato, y (c) fotoiniciadores de borato; bencidialquil cetales; y morfolino cetonas sustituidas. De esta manera, los absorbentes UV capaces de absorber la luz a longitudes de onda de 380 nm e inferiores proporcionarán el corte de UV deseado, mientras que el/los fotoiniciador(es) con actividad a longitudes de onda superiores a 380 nm estarán activados (generan radicales libres) para fotoendurecimiento rápido y uniforme de la resina de poliéster. Los iniciadores preferidos incluyen fosfinatos, óxidos de fosfina, particularmente óxidos de fosfina sustituidos y mezclas de uno o más fosfinatos y/o óxidos de fosfina con α -hidroxicetonas, tales como: óxido de 2,4,6-trimetilbenzoildifenilfosfina (BASF Licirin TPO); 2,4,6-trimetilbenzoilfenilfosfinato de etilo (BASF Lucirin TPOL); óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-2-4-,4-trimetilpentilfosfina; óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil)fenilfosfina; 50%/50% en mezcla en peso de óxido de 2,4,6-trimetilbenzoildifenilfosfina y 2-hidroxi-2-metil-1-fenilpropan-1-ona (Ciba Darocur 4265); una mezcla en peso de 25%/75% de óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-2-4-,4-trimetilpentilfosfina y 2-hidroxi-2-metil-1-fenilpropan-1-ona (Ciba Irgacure 1700); una mezcla de 25%/75% en peso de óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-2-4-,4-trimetilpentilfosfina y 1-hidroxyciclohexilfenilcetona (Ciba CGI 1800); y una mezcla 50%/50% en peso de óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-2-4-,4-trimetilpentilfosfina y 1-hidroxyciclohexilfenilcetona (CGI 1850).

Otros fotoiniciadores adecuados incluyen 1-hidroxyciclohexilfenilcetona (Ciba Irgacure 184); 2-bencil-2-N,N-dimetilamino-1-(4-morfolinofenil)-1-butanona (Ciba Irgacure 369); una mezcla de 50% en peso de 1-hidroxyciclohexilfenilcetona y 50% en peso de benzofenona (Ciba Irgacure 500); 2,2-dimetoxi-2-fenil acetofenona (Ciba Irgacure 651); 2-metil-1-[4-(metilito)fenil]-2-morfolino propan-1-ona (Ciba Irgacure 907); 2-hidroxi-2-metil-1-fenilpropan-1-ona (Ciba Darocur 1173); óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-2-4-,4-trimetilpentil fosfina (Ciba CGI 403); 3-(2-hidroxi-2-metil-1-fenilpropan-1-ona)fenil-2-(2-hidroxi-2-metilpropil)cetona (Ciba Irgacure 2959); bis(η 5-2,4-ciclopentadien-1-il)-bis-[2,6-difluoro-3-(1H-pirrol-1-il)fenil] titanio (Ciba Irgacure 784 DC); éter de isobutil benzoína (Stauffer Vicure 10); benzoilformato de metilo (Stauffer Vicure 55); una mezcla de 2-butoxi-1,2-difeniletanona y 2-(2-metilpropoxi)-1,2-difeniletanona (Sartomer Esacure EB3); 2,2-dietoxiacetofenona (Upjohn DEAP); 2,2-di-sec-butoxi-acetofenona (Upjohn Uvatone 8301); dietoxifenil acetofenona (Upjohn Uvatone 8302); una mezcla de 70% en peso de oligo 2-hidroxi-2-metil-1-[4-(1-metilvinil fenil)propanona] y 30% en peso de 2-hidroxi-2-metil-1-fenilpropan-1-ona (Sartomer Esacure KIP 100 F); una mezcla de isopropil tioxantona y un fotoactivador tal como 4-(dimetilamino)benzoato de etilo (Sartomer Esacure ITX y Esacure EDB, respectivamente); una mezcla de isopropiltioxantona y 2,4,6-trimetilbenzofenona y 4-metilbenzofenona (Sartomer Esacure X 15); una mezcla de 2,4,6-trimetilbenzofenona y 4-metilbenzofenona (Sartomer Esacure TZT); una mezcla de 30% en peso de oligo 2-hidroxi-2-metil-1-[4-(1-metilvinil fenil) propanona] y 70% en peso de una mezcla de 2,4,6-trimetilbenzofenona y 4-metilbenzofenona (Sartomer Esacure KT 37); sistemas de colorante de fluorona/sal de onio/fotoiniciador de amina, tales como los disponibles en Spectra Group Ltd., y borato y sistemas de colorante/borato, tales como los disponibles en Ciba. Es innecesario incluir un absorbedor de UV en las lentes de poliéster, o si se incluye un absorbedor UV que absorba luz con un corte de longitud de onda inferior a 380 nm, puede iniciarse la polimerización con cualquiera de los fotoiniciadores mencionados anteriormente, particularmente los éteres de benzoína; hidroxialquilfenilcetonas; acetofenonas sustituidas; y los ésteres sulfónicos de derivados de alfa-hidroxi benzoína. La utilización de dichos fotoiniciadores en una formulación preparada para ser muy reactiva, de modo que la cantidad de fotoiniciador puede minimizarse, ayuda a reducir la coloración de la lente durante el endurecimiento. Junto con pequeñas cantidades de un colorante azul y rojo, las lentes pueden hacerse que sean “water-white”.

Además del o de los fotoiniciador(es), se ha descubierto que la composición de poliéster insaturado, en la forma de realización preferida, también incluye un aditivo seleccionado de entre el grupo constituido por un éster alílico, un monómero de acrilato y mezclas de los mismos, para proporcionar mejor velocidad del tinte y/o mejor uniformidad óptica. Se consiguen mejores resultados con una combinación de un éster alílico y un monómero de acrilato, particularmente ya que el éster alílico también funciona para aumentar la resistencia al impacto de la red de polímero reticulada, y el acrilato funciona además para aumentar la resistencia a la abrasión. Cualquier éster alílico de color bajo y/o cualquier monómero u oligómero de acrilato de color bajo es adecuado como aditivo opcional de acuerdo con la forma de realización preferida de la presente invención.

ES 2 305 276 T3

Los ésteres alílicos adecuados incluyen ésteres monoalílicos, ésteres dialílicos y ésteres trialílicos, preferentemente un éster alílico seleccionado de entre el grupo constituido por ftalato de dialilo; dietilenglicol bis(carbonato de alilo); cianurato de trialilo; difenato de dialilo; y mezclas de los mismos. Otros ésteres alílicos adecuados incluyen el acrilato de alilo; alilbenceno; isocianurato de trialilo; maleato de dialilo; diglicolato de dialilo; maleato de dimet-
5 talilo; benzoato de alilo; adipato de dialilo; y mezclas de los mismos. El éster alílico, cuando se incorpora como un aditivo de composición, debería incluirse en una cantidad comprendida en el intervalo de aproximadamente 1% a aproximadamente 20%, referida al peso total de la composición de la lente a base de poliéster, preferentemente alrededor del 2% hasta aproximadamente el 10% en peso; y más preferentemente alrededor del 4% hasta alrededor del 10% en peso, con los mejores resultados conseguidos a aproximadamente el 4% a aproximadamente el 8% en
10 peso.

Los monómeros acrílicos adecuados incluyen monoacrilatos, diacrilatos, triacrilatos, tetracrilatos, pentaacrilatos y los acrilatos polifuncionales superiores. El monómero de acrilato preferido se selecciona de entre el grupo constituido por metacrilato de metilo; diglicol diacrilato de etileno; dimetacrilato de etilenglicol; diacrilato de polietilenglicol; 15 dimetacrilato de polietilenglicol; diacrilato de 1,6 hexanodiol; diacrilato de bisfenil A etoxilado; dimetacrilato de bisfenil A etoxilado; triacrilato de trimetilolpropano polioxietileno; pentaacrilato de pentaeritritol; sulfuro de bis(4-metacrilatoiltiofenil) y sus mezclas.

Otros acrilatos monofuncionales adecuados incluyen acrilatos y metacrilatos de alquilo y de alquilo sustituido, tales como acrilato de etilo; metacrilato de ciclohexilo; metacrilato de 2-hidroxietilo; acrilato de 3-hidroxipropilo; y sus mezclas. Los acrilatos y metacrilatos monofuncionales adecuados adicionales incluyen un acrilato y metacrilato de haloalquilo, tal como acrilato de alfa-bromoetilo; acrilato de alfa-cloroetilo; metacrilato de clorometilo; metacrilato de 2-bromoetilo; y sus mezclas.

Los acrilatos y metacrilatos de arilo son también adecuados como aditivos opcionales para las composiciones a base de poliéster, tal como 2-naftil-metacrilato; acrilato de para-tolilo; y sus mezclas. También son adecuados los acrilatos y metacrilatos de haloarilo tales como el metacrilato de para-clorofenilo; acrilato de meta-bromofenilo; acrilato de 2,4,6-tribromofenilo; y sus mezclas. Los acrilatos y metacrilatos de bencilo que pueden utilizarse como aditivos de la composición, de acuerdo con la presente invención, incluyen acrilato de bencilo; metacrilato de bencilo y sus derivados, tales como metacrilato de para-clorobencilo; metacrilato de meta-metoxibencilo; acrilato de para-etilbencilo; y sus mezclas.

Otros acrilatos y metacrilatos polifuncionales adecuados incluyen los diacrilatos y dimetacrilatos de poliol, tales como el diacrilato de neopentilglicol; acrilatos, metacrilatos y dimetacrilatos de polietilenglicol, tales como los ésteres de acrilato y metacrilato de dietilenglicol, trimetilenglicol, tetraetilenglicol y similares; dimetacrilato de tio-
35 dietilenglicol, y sus mezclas. Los acrilatos y metacrilatos polifuncionales útiles adicionales incluyen los poliácridatos y polimetacrilatos de poliol, tales como el triacrilato de pentaeritritol; triacrilato de glicerol; triacrilato de trimetilolpropano; tris (2-hidroxietil) isocianurato trimetacrilato; y los acrilatos y metacrilatos de uretano monofuncionales y polifuncionales aromáticos; y sus mezclas.

El monómero de acrilato, cuando se incorpora en la composición de poliéster, debería estar incluido en una cantidad comprendida en el intervalo de aproximadamente 1% a aproximadamente 50%, referido al peso total de la composición de la lente a base de poliéster, preferentemente alrededor del 2% a alrededor del 40% en peso; y más preferentemente alrededor del 5% a alrededor del 35% en peso, con los mejores resultados conseguidos a aproximadamente el 10%
45 hasta aproximadamente el 25% en peso.

Cuando la composición se utiliza para preparar en primer lugar una forma de gel de la capa posterior, es preferible utilizar un depresor exotérmico para prolongar la duración, la composición está en un estado de gel adecuado para facilidad de retirada del molde anterior antes de montar la forma de gel de modo que está en contacto con la composición que contiene el fotocrómico; y antes de completar el endurecimiento simultáneo de las dos capas. Ejemplos de compuestos depresores exotérmicos adecuados con este objeto incluyen alfa-metilestireno, terpinoleno, gamma-terpineno y tiopropionato de dilauro. Ejemplos que ilustran la utilización de depresores exotérmicos en composiciones de poliéster insaturado adecuados para la fabricación de lentes oftálmicas pueden encontrarse en estas patentes U.S. n° 5,694,195; n° 5,852,112; n° 5,886,764 y n° 6,099,123 del cesionario.

Las lentes resultantes tendrán un índice de refracción relativamente alto (superior a 1,50) y una densidad relativamente baja (menor de 1,38 gramos/cc) y un valor ABBE aceptable (superior a 30). La lente tendrá suficiente dureza para poder ser pulida con el equipo de laboratorio óptico utilizado normalmente. Además, mediante la adición de varios materiales absorbentes del ultravioleta capaces de absorber la radiación UV que tiene una longitud de onda inferior a aproximadamente 380 nm (tales como Cyanamid Cyasorb UV5411; Ciba Geigy Tinuvin 234; y similares) y colorante(s) corrector(es) de color, la lente puede hacerse "water-white" y no debe tornarse amarilla durante la exposición a la luz solar.

La activación del fotoiniciador, según la forma de realización preferida, se realiza utilizando radiación con longitudes de onda por encima de 380 nm pero inferiores a la longitud de onda a la que los fotoiniciadores no son ya activos. Para el sistema descrito, es muy satisfactoria una línea de emisión de aproximadamente 405 nm (tal como la obtenida mediante un bulbo Fusion Systems "V").

ES 2 305 276 T3

La intensidad de la luz UV es un parámetro que puede variarse en un amplio intervalo para producir la reacción rápida y exotérmica de modo que se consiga la uniformidad óptica. La uniformidad óptica en las lentes de poliéster puede obtenerse utilizando el fotoendurecimiento y el/los fotoiniciador(es) de la presente invención con tal que la composición a base de poliéster gelifique en aproximadamente 7 minutos o menos, y preferentemente en aproximadamente 5 minutos o menos. Pueden variarse otros numerosos parámetros mientras que se consigue la gelación en aproximadamente 7 minutos incluyendo la temperatura exotérmica máxima; el tiempo para alcanzar la temperatura exotérmica máxima; el tiempo en que la composición se fotopolimeriza y se fotocura con la luz UV; la concentración del fotoiniciador; si se incluye o no un depresor exotérmico en la composición (y su concentración); y el corte de la longitud de onda del absorbente UV (a un corte de longitud de onda inferior, se requiere menos intensidad de luz UV ya que el absorbente bloquea menos luz UV). Preferentemente, se utiliza una intensidad de luz de al menos aproximadamente 300 microvatios/cm² para conseguir la gelificación rápida, más preferentemente alrededor de 500 microvatios/cm² a aproximadamente 7.000 microvatios/cm². Asimismo, se prefiere que el tiempo para alcanzar la temperatura exotérmica máxima (que preferentemente es superior a aproximadamente 150°F (66°C)) sea inferior a aproximadamente 1 hora, y más preferentemente inferior a aproximadamente 45 minutos.

Otra formulación adecuada para la capa de la lente posterior (frente al ojo) de la primera forma de realización está compuesta por:

TABLA 5

Formulación de la capa posterior de la lente

Componente	Peso %
Resina de poliéster insaturada	
(Silmar D-910 que contiene diluyente de estireno al 30%)	77,54 (p/diluyente)
Ftalato de dialilo	7,71
Dimetacrilato de etilenglicol	6,00
Metacrilato de metilo	3,77
Estireno	4,68
Cyasorb UV-5411	0,10
Tinuvin 234	0,08
Darocur 4265	0,12
Colorante azul	vestigios
Colorante rojo	vestigios
α-metilestireno	0

La resina, Silmar D-910, es un intermedio de resina orto poliéster insaturada, transparente, formada a partir de la reacción del anhídrido ftálico, anhídrido maleico, propilenglicol, etilenglicol y dietilenglicol con un peso molecular medio en número de aproximadamente 2.200. Contiene aproximadamente el 30% en peso de estireno como monómero diluyente. La resina de poliéster sirve como base para la formulación.

Los demás ingredientes utilizados se cree que realizan las funciones siguientes: se añade ftalato de dialilo para aumentar la capacidad de teñido del producto de la lente final. Se utiliza dimetacrilato de etilenglicol para favorecer el endurecimiento rápido, y junto con metacrilato de metilo, contribuye a la dureza general de la lente. Se añade estireno para ajustar el índice de refracción y como monómero diluyente para la reducción de la viscosidad adicional.

ES 2 305 276 T3

Se utilizan Cyasorb UV-5411 y Tinuvin 234 para transportar la absorbancia ultravioleta intensa al producto de la lente final y para mejorar las características a la intemperie de la lente. Darocur 4265 es el fotoiniciador y tiene alguna reactividad a longitudes de onda por encima de 380 nm. Los colorantes azul y rojo se utilizan para ajustar la lente final a un color "water-white".

Los componentes de la formulación se mezclan intensamente, teniendo precaución de proteger el recipiente de mezcla de la luz brillante. Después de la filtración a través de un filtro de 1 micra, se vierte la formulación en el conjunto del molde de la lente. Dado que muchos de los componentes son muy volátiles, deben tomarse precauciones para evitar mucha evaporación durante el proceso de vertido. Las configuraciones del conjunto de la lente se han descrito anteriormente. La junta debería estar compuesta de un material químicamente resistente a las formulaciones utilizadas. Los moldes de vidrio, mediante los cuales la radiación de endurecimiento pasará, deberían ser transparentes y exentos de marcas u otras condiciones que interferirían con la transmisión de la luz a través de la formulación.

El conjunto de la lente se expone a continuación a la radiación de endurecimiento. La composición dada a conocer curará mejor en una fuente de luz con suficiente intensidad en la zona de longitud de onda de 380 nm a 430 nm. Un bulbo de Fusion Systems, Inc. tipo "V" tiene emisión intensa a aproximadamente 405 nm y 420 nm y es teóricamente aconsejado para exposición, aunque otros tipos de lámpara pueden utilizarse también. La luz de la lámpara se difunde mediante una pieza de vidrio de lámina pulida con chorro de arena o vidrio "opal" colocado entre la lámpara y el conjunto de la lente. En la primera forma de realización, la luz se dirige desde la fuente al molde convexo posterior, luego a través de la composición.

La intensidad y tiempo de exposición deberían ser suficientes para iniciar una rápida velocidad de polimerización y la exotérmica con objeto de conseguir uniformidad óptica. La intensidad de la luz del bulbo "V" medida con un radiómetro calibrado ajustado con un filtro de paso de banda estrecho a 405 nm debería ser al menos de aproximadamente 300 microvatios/cm², preferentemente de al menos 500 microvatios/cm². Es aún más deseable una intensidad mayor para obtener mejor uniformidad óptica y de tinte. Intensidades menores requerirán una exposición algo más prolongada que las intensidades mayores. Un valor práctico correcto es aproximadamente de 4.000 microvatios/cm² durante 30 minutos.

Es importante tomar precauciones para que la luz sea uniforme sobre la superficie de la lente. La intensidad tiene un efecto sobre la curvatura de la base de la lente acabada, y variaciones en la intensidad producirán una no uniformidad de la curvatura. Asimismo, la intensidad puede ocasionar la proporción de tinte y la no uniformidad de la exposición podría producir manchas de tinte.

Tras el endurecimiento, el conjunto se deja enfriar a una temperatura apropiada de, p. ej., aproximadamente 200°F (93°C) o menos, para facilidad de desmontaje. Las capas posteriores (lente interna) producidas a partir de la composición descrita y curadas como se describe tienen las propiedades siguientes:

TABLA 6

Propiedades ópticas del material de la lente posterior

Índice de refracción	1,56
Color	blanco
Corte de U.V. (5% de transmisión a un espesor de 1,5 mm)	>380 nm
Uniformidad óptica	muy buena
Velocidad del tinte	rápida
Densidad (gramos/cc)	1,24
Resistencia al impacto (lente semiacabada procesada a un espesor de 1,5 mm en el centro)	excede los requisitos de FDA

ES 2 305 276 T3

Una formulación adicional adecuada para producir la capa no fotocromica de la lente posterior para la primera forma de realización o la segunda forma de realización puede producirse con los siguientes componentes.

TABLA 7

Formulación alternativa de la lente posterior

Componente	Peso %
(Silmar SIL95DA-resina alquídica 1009E que contiene 26% de diluyente estireno)	68,76 (p/diluyente)
Difenato de dialilo	9,12
Alfa-metilestireno	5,84
Divinilbenceno	5,35
Pentacrilato de dipentaeritritol	3,41
Triacrilato de trimetilolpropano etoxilado	3,21
Estireno	1,80
Tinuvin 329 (Ciba Specialty Chemicals)	1,58
Tinuvin 292 (Ciba Specialty Chemicals)	0,44
Irganox 1076 (Ciba Specialty Chemicals)	0,37
Colorante azul	vestigios
Colorante rojo	Vestigios
Irgacure 819 (Ciba Specialty Chemicals)	0,12

Cuando se utiliza una forma de gel de la segunda forma de realización, el tiempo de exposición a la luz del bulbo Fusion "V" medido a aproximadamente 4,0 milivatios/cm², como se describió anteriormente, es de 2 minutos. El molde anterior puede entonces ser separado con cuidado de la composición gelificada y el procedimiento de fabricación de una lente fotocromica compuesta se lleva a cabo como se describió anteriormente.

Cuando esta composición se utiliza como composición polimerizable no fotocromica de la primera forma de realización, el proceso dado a conocer anteriormente para la composición de la Tabla 2 es adecuado para curar la lente compuesta.

Cuando se utiliza en la primera o segunda forma de realización, la capa no fotocromica polimerizada presenta un índice de refracción de aproximadamente 1.594.

Puede producirse una formulación adicional adecuada para la capa no fotocromica de la lente de la segunda forma de realización que contenga los componentes siguientes.

ES 2 305 276 T3

TABLA 8

Formulación de lente posterior alternativa

Componente	Peso %
(Silmar SIL95DA-resina 1216	74,31
Dimetacrilato de etilenglicol	10,42
Ftalato de dialilo	4,58
Alfa-metilestireno	4,00
Pentaacrilato de dipentaeritritol	3,48
Metacrilato de metilo	2,24
Viniltriacetoxisilano	0,60
Tinuvin 234 (Ciba Specialty Chemicals)	0,26
Irgacure 1850 (Ciba Specialty Chemicals)	0,11
Colorantes rojo y azul	vestigios

Cuando se utiliza como forma de gel, el tiempo de exposición a la luz del bulbo Fusion "V" medido a aproximadamente 4,0 milivatios/cm², como se describió anteriormente, es de 3 minutos. El molde anterior puede separarse luego con cuidado de la composición gelificada, y el procedimiento de fabricación de una lente fotocromica compuesta se lleva a cabo como se describió anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una lente oftálmica fotocromática que tiene un índice de refracción de al menos aproximadamente 1,49, procedimiento que comprende: suministrar contra una parte anterior (6) un molde de una primera composición (8) que forma la lente oftálmica que contiene un monómero polimerizable, un oligómero o un polímero y un compuesto fotocromático; llenar una parte posterior del molde (10) con una segunda composición (12) que forma la lente oftálmica, suficientemente diferente de la primera composición (8) que forma la lente oftálmica de manera que se forme un límite de fase distinto entre las dos composiciones después del endurecimiento completo de las dos composiciones, la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica que contiene un monómero polimerizable, un oligómero o un polímero diferente del monómero polimerizable, oligómero o polímero de la primera composición (8) que forma la lente oftálmica, de manera que la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica esté en contacto con la primera composición (8) que forma la lente oftálmica, estando gelificada la primera o la segunda composición (8, 12) que forma la lente oftálmica antes de añadir la otra composición que forma la lente oftálmica, en forma no gelificada, en el molde; y endurecer simultáneamente la primera y segunda composiciones (8, 12) que forman la lente oftálmica, mientras que la primera y segunda composiciones (8, 12) que forman la lente oftálmica están en contacto íntimo.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica está exenta de pigmento fotocromático.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en la que la primera composición (8) que forma la lente oftálmica que contiene el material fotocromático tiene un espesor de al menos 0,4 mm después del endurecimiento.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en la que la primera composición (8) que forma la lente oftálmica que contiene el material fotocromático tiene un espesor de al menos 0,4 mm a aproximadamente 1 mm después del endurecimiento.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en la que la primera composición (8) que forma la lente oftálmica que contiene el material fotocromático tiene un espesor mayor de aproximadamente 1 mm después del endurecimiento.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en la que el monómero polimerizable, el oligómero o el polímero de la primera y segunda composiciones (8, 12) que forman la lente oftálmica son polimerizables por radicales libres, ambas composiciones incluyen un fotoiniciador y las composiciones curan simultáneamente por contacto con radiación.
7. Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la primera composición (8) que forma la lente oftálmica que contiene el material fotocromático es un monómero líquido inyectado en la parte delantera (6) del molde, contra una capa posterior gelificada de la segunda composición (13) que forma la lente oftálmica.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que la primera composición (8) que forma la lente oftálmica se inyecta en el molde a través de un orificio de inyección en una junta acoplada.
9. Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica que contiene el material fotocromático es un monómero líquido inyectado en la parte posterior (10) del molde, contra una capa anterior gelificada de la primera composición (9) que forma la lente oftálmica que contiene material fotocromático.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica se inyecta en el molde a través de un orificio de inyección en una junta acoplada.
11. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que el molde que comprende un orificio de salida del gas para permitir la salida del gas fuera del molde durante la inyección de la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica.
12. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la primera composición (8) que forma la lente oftálmica que contiene el material fotocromático se gelifica contra una parte anterior (6) del molde antes de la adición de la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica en la parte posterior (10) del molde.
13. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica se gelifica contra una parte posterior (10) del molde antes de la adición de la primera composición (8) que forma la lente oftálmica que contiene el material fotocromático en una parte anterior (6) del molde.
14. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que el espesor de la primera composición (8) que contiene el material fotocromático es de alrededor de 0,4 mm a alrededor de 2 mm tras el endurecimiento.
15. Procedimiento según la reivindicación 14, en el que el espesor de la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica es de alrededor de 0,2 mm a alrededor de 20 mm.

ES 2 305 276 T3

16. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que el espesor de la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica es de alrededor de 5 mm a alrededor de 20 mm.

17. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que ni la primera composición (8) que forma la lente oftálmica que contiene el material fotocromático ni la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica son una preforma endurecida cuando las dos composiciones (8, 12) se ponen en contacto con un rayo de luz para polimerizar y endurecer las dos composiciones (8, 12) en contacto simultáneamente.

18. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las primera y segunda composiciones (8, 12) que forman la lente oftálmica que contienen un monómero polimerizable, oligómero o polímero diferente se seleccionan entre un acrilato, un metacrilato, estireno, un compuesto de alilo, un policarbonato, un acrilato o un metacrilato multifuncional, un epoxi con terminación acrílica o metacrílica, un uretano con terminación acrílica o metacrílica, un éster con terminación acrílica o metacrílica, un ácido carboxílico insaturado, una resina poliéster insaturada, un éster de ácido acrílico, un éster de ácido metacrílico, un éster de ácido fumárico, un compuesto vinílico aromático y mezclas de éstos.

19. Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la primera composición (8) que forma la lente oftálmica que contiene el material fotocromático contiene una mezcla de un compuesto de diacrilato o dimetacrilato con una sustancia que contiene un grupo epoxi seleccionado entre un acrilato que contiene un grupo epoxi, un metacrilato que contiene un grupo epoxi y mezclas de éstos.

20. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las dos composiciones (8, 12) que forman la lente oftálmica, tras el endurecimiento, dan capas delante y detrás que tienen un índice de refracción diferente de 0,05 unidades la una con relación a la otra.

21. Procedimiento según la reivindicación 18 en el que una de las composiciones (8, 12) que forma la lente oftálmica se selecciona entre el bisfenol A-bisalilo, el carbonato de dietilenglicol-bisalilo, el ftalato de dialilo, el fenato de dialilo, un poliéster insaturado, un compuesto vinílico aromático y mezclas de éstos y contiene un material acrílico seleccionado entre un acrilato, un metacrilato, un acrilato multifuncional, un metacrilato multifuncional y mezclas de éstos.

22. Procedimiento según la reivindicación 21, en el que el material acrílico es un acrilato o un metacrilato mono- o multifuncional seleccionado entre un grupo formado por un monoacrilato, un diacrilato, un triacrilato, un tetraacrilato, un pentaacrilato, un monometacrilato, un dimetacrilato y un trimetacrilato.

23. Procedimiento según la reivindicación 22, en el que el acrilato multifuncional se selecciona entre el diacrilato de dietilenglicol, el triacrilato de trimetolol-propano etoxilado, el tetraacrilato de pentaeritritol, el pentaacrilato de dipentaeritritol, el metacrilato de tridecilo, el dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol, el trimetacrilato de trimetilolpropano, el dimetacrilato de tetraetilenglicol, el dimetacrilato de polietilenglicol y mezclas de éstos.

24. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el material fotocromático en la primera composición (8) que forma la lente oftálmica se selecciona entre un espiropirano, un naftopirano, un benzopirano o un compuesto de cromeno, un compuesto de fulgida, un compuesto de fulgimida, un compuesto de espirooxacina, un ditizonato organometálico y mezclas de éstos.

25. Procedimiento según la reivindicación 6 en la que el material fotocromático absorbe la luz a una frecuencia de alrededor de 400 nm a alrededor de 600 nm en estado activo.

26. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la segunda composición (12) que forma la lente oftálmica que contiene sustancia no fotocromática contiene un material absorbente de UV que protege la primera composición (8) que forma la lente oftálmica de los rayos UV a longitudes de onda inferiores a 390 nm dejando pasar los rayos que tienen una longitud de onda suficiente para polimerizar la primera composición (8) que forma la lente oftálmica.

27. Procedimiento según la reivindicación 26, en el que el material que absorbe los UV permite el paso del rayo a una longitud de ondas de alrededor de 400 nm a alrededor de 450 nm.

28. Procedimiento según la reivindicación 27, en el que el material que absorbe los UV permite el paso del rayo en todo el espectro de longitud de ondas de alrededor de 400 nm a alrededor de 450 nm.

29. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la primera y segunda composiciones (8, 12) que forman la lente oftálmica contienen las dos un iniciador de fotopolimerización.

30. Procedimiento según la reivindicación 29, en el que el iniciador de fotopolimerización es un fotoiniciador.

31. Procedimiento según la reivindicación 29, en el que el iniciador de fotopolimerización es un iniciador térmico.

32. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el índice de refracción de la segunda composición que forma la lente oftálmica (2) polimerizada está al menos alrededor de 1,53.

ES 2 305 276 T3

33. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el índice de refracción de la segunda composición que forma la lente oftálmica (2) polimerizada está al menos alrededor de 1,56.

5 34. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el índice de refracción de la segunda composición que forma la lente oftálmica (2) polimerizada está al menos alrededor de 1,58.

10 35. Lente oftálmica compuesta que comprende una primera capa (1) de una composición que forma la lente oftálmica exterior polimerizada que contiene un material fotocromático repartido en todo su espesor, estando dispuesta la primera capa (1) en contacto directo y adhiriéndose sólidamente con una segunda capa de una composición que forma la lente oftálmica interior (2) polimerizada que contiene un polímero que forma la lente que es diferente de un polímero que forma la lente en la capa exterior (1), **caracterizada** porque la primera capa tiene un espesor de al menos alrededor de 0,4 mm y la segunda capa (2) no contiene apreciablemente material fotocromático.

15 36. Lente oftálmica compuesta según la reivindicación 35, en la que la segunda capa (2) de la lente oftálmica no contiene material fotocromático en todo su espesor.

37. Lente oftálmica compuesta según la reivindicación 35, en la que la segunda capa (2) de la lente oftálmica no contiene material fotocromático salvo en una superficie de la interfase exterior que se adhiere a la primera capa (1).

20 38. Lente oftálmica compuesta según la reivindicación 35, en la que la superficie de la interfase exterior de la segunda capa (2) que contiene un material fotocromático tiene un espesor inferior a 5 μm .

25

30

35

40

45

50

55

60

65

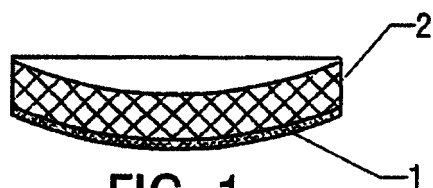


FIG. 1

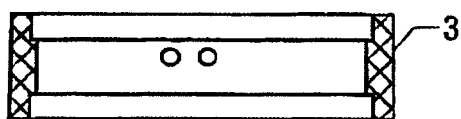


FIG. 2

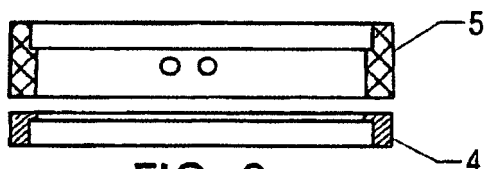


FIG. 3

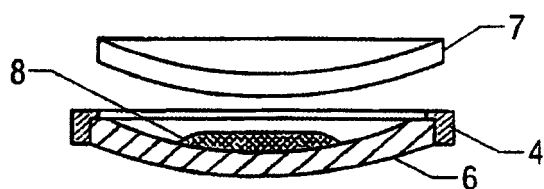


FIG. 4

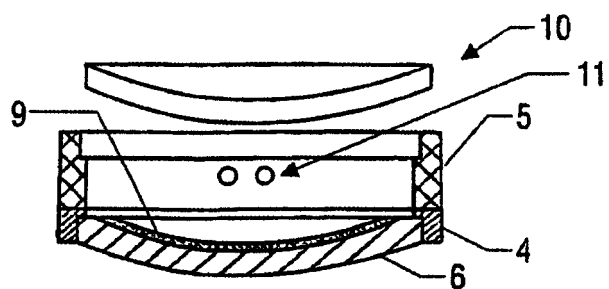


FIG. 5

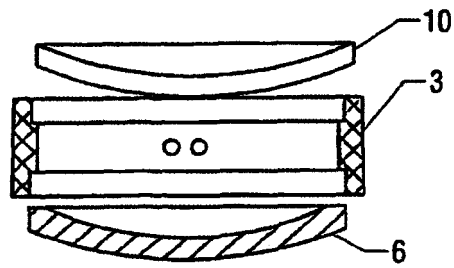


FIG. 6

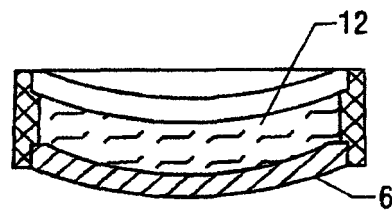


FIG. 7



FIG. 8

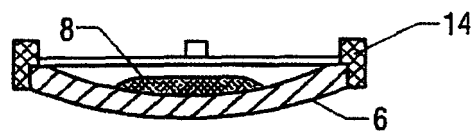


FIG. 9

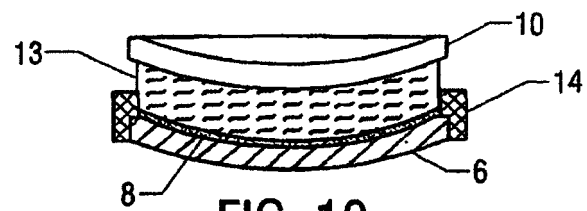


FIG. 10

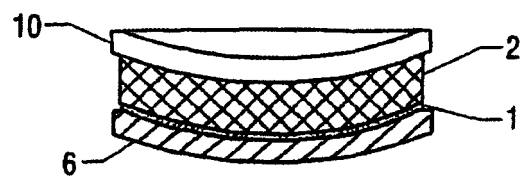


FIG. 11

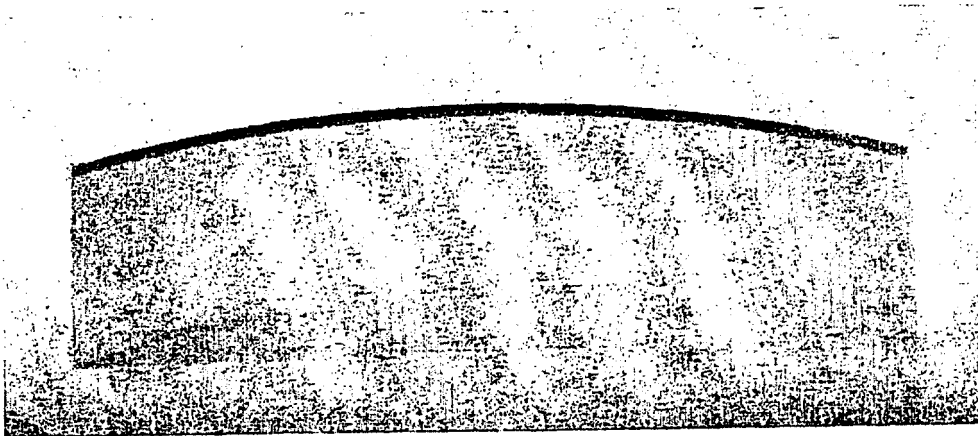


FIG. 12