

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 975**

51 Int. Cl.:

B29D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2010 PCT/IT2010/000163**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.10.2010 WO10119477**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2010 E 10727962 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 2419263**

54 Título: **Método para la producción de elementos ópticos fotocromáticos y elementos ópticos fotocromáticos**

30 Prioridad:

16.04.2009 IT IS20090001

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

06.11.2020

73 Titular/es:

**OPTOENGINEERING DINAMICA S.N.C. DI
MARINELLI CRISTIANA & C. (100.0%)
Via Gorizia 16
86170 Isernia, IT**

72 Inventor/es:

MARINELLI, GIANCARLO

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 791 975 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para la producción de elementos ópticos fotocromáticos y elementos ópticos fotocromáticos

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un proceso innovador para la producción de cuerpos ópticos fotocromáticos, cuerpos ópticos y cuerpos ópticos producidos a través de este método. Además, la presente invención está dirigida a productos en los que se aplican dichos cuerpos ópticos fotocromáticos. Ejemplos de estos productos son lentes oftálmicas orgánicas fotocromáticas, filtros solares fotocromáticos, viseras para cascos, máscaras fotocromáticas. En general, se refiere a cualquier tipo de aplicación que prevea un elemento óptico sensible a las radiaciones luminosas que se activa, oscureciéndose, cuando se expone a una determinada fuente de luz.

15 **Estado del arte**

En el estado del arte, son conocidas las lentes fotocromáticas (fotocromáticas) caracterizadas por su capacidad para oscurecerse en presencia de luz solar y para recobrar reversiblemente la transmitancia (en otras palabras, para decolorarse o para aclararse) cuando ya no están expuestas a la luz solar. Así pues, estas lentes presentan la ventaja de adaptarse a las condiciones de luminosidad ambiental evitando, por ejemplo, un excesivo deslumbramiento en presencia de intensa luz solar para quien usa estas lentes. El efecto lo proporciona la presencia de pigmentos fotocromáticos incluidos en el cuerpo óptico o lente. La activación energética proporcionada por las radiaciones electromagnéticas (luz) modifica de manera reversible la conformación estérica de los pigmentos fotocromáticos o de las moléculas orgánicas del pigmento que, por consiguiente, cambian de color de una manera más o menos intensa: la lente se oscurece asumiendo un determinado color, en función del pigmento o de la mezcla de pigmentos utilizados.

25 Procedimientos conocidos de producción de esta tipología de cuerpos ópticos, lentes y otros productos manufacturados asimilables, presentes actualmente en el mercado, se encuentran en una de las siguientes tipologías.

Según una primera tipología de procedimientos, los pigmentos orgánicos capaces de colorarse de manera más o menos intensa y reversiblemente cuando se exponen a la luz solar, se dispersan en el seno de toda la masa de los cuerpos ópticos, por ejemplo dentro del material que compone las lentes orgánicas oftálmicas antes de la polimerización. Hasta hace unos años, el procedimiento con los pigmentos fotocromáticos dispersados en el interior de la masa de la lente era el único conocido y utilizado.

Según una segunda tipología, los pigmentos orgánicos se colocan directamente solamente en la superficie externa de las lentes orgánicas oftálmicas ya terminadas creando una película que se activa cuando se expone a la luz solar y se decolora de manera reversible ante la ausencia de luz solar. Un método de acuerdo con la segunda tipología prevé la aplicación de una capa de laca que contiene pigmentos fotocromáticos sobre un objeto que constituirá la lente. Con el calentamiento del objeto hay una transferencia térmica de los pigmentos fotocromáticos en la matriz del objeto mismo. A continuación se retira la capa de laca. Este método presenta varias desventajas: por ejemplo, su aplicación está limitada a lentes con un bajo o medio índice de refracción, es aplicable solamente a un número limitado de coloraciones proporcionadas por los pigmentos fotocromáticos y presenta unos tiempos de reacción, es decir, de oscurecimiento o aclaramiento, largos.

Otro método según la segunda tipología prevé el uso de moldes, en los que la capa fotocromática se dispone en la parte interior del molde por ejemplo pulverizando los pigmentos fotocromáticos en la parte interior del molde. Según una técnica conocida en el estado del arte, la lente se polimeriza en el interior de una máquina de fundición, en adyacencia a una capa fina constituida por una resina que contiene moléculas fotocromáticas en ella dispersas. Esta capa fina fotocromática se aplica en la cara interior del molde convexo de vidrio antes de insertar en el molde el material que constituirá la lente.

Una vez aplicada la capa fotocromática polimerizada, parcial o totalmente, el prepolímero se vierte en estado fluido, con el catalizador disuelto en él. La capa fotocromática se somete luego al tratamiento completo del curado (generalmente térmico) necesario para la polimerización del cuerpo de la lente. En otras palabras, la lente está construida en la capa fotocromática y se tratan las dos juntas.

Otra técnica conocida en el estado del arte para depositar una capa fotocromática directamente sobre la lente consiste en el *spin coating* (recubrimiento por rotación). La técnica del *spin coating* (recubrimiento por rotación), como es sabido, consiste en depositar el fluido sólido en el centro de la lente colocada sobre un disco que gira a velocidad angular controlada; la velocidad angular de rotación se encarga de depositar una película desde el centro de la lente hacia fuera, de un espesor lo más uniforme posible.

De acuerdo con las tipologías arriba indicadas, por lo tanto, las propiedades fotocromáticas se proporcionan dispersando pigmentos orgánicos en el interior de la masa del prepolímero antes de que se produzca la reticulación final de la resina en el interior del molde o bien recubriendo la superficie externa de una lente orgánica oftálmica con una capa fina de pigmentos fotocromáticos de varios colores haciendo uso de varios tipos de procedimientos.

Sin embargo, estos dos procedimientos presentan varias desventajas y defectos como se explica a continuación.

En el caso de la dispersión de los pigmentos fotocromáticos en toda la masa de la lente según la primera tipología de procedimientos, la intensidad de la coloración fotocromática de la lente oftálmica, con la misma concentración de los pigmentos orgánicos dispersos en su masa, depende del espesor de la misma. A mayores espesores corresponden intensidades de coloración mayores. Por lo tanto, ya que en las lentes oftálmicas el espesor es variable de punto a punto de su superficie será posible notar matices de color variables, desplazándose desde el centro hacia fuera de las mismas. Así lentes oftálmicas positivas pueden parecer más claras en el exterior y más oscuras en el centro mientras que se observará lo contrario en el caso de lentes oftálmicas fotocromáticas negativas. Para quien usa lentes oftálmicas

fotocromáticas y que necesita lentes con distinta graduación o, en algunos casos, muy diferente a los dos ojos, y por lo tanto con dos lentes de distinto espesor, habrá unas diferentes intensidades de coloración, aún más significativas y perceptibles cuanto mayor sea la diferencia de graduación correctiva en relación con los dos ojos. Por comodidad y conveniencia de los procesos de producción, las lentes oftálmicas fotocromáticas obtenidas con la dispersión de los pigmentos orgánicos en la masa de las lentes presentan un índice de refracción único y no pueden ser de varios índices, con todos los inconvenientes debidos a los espesores que conlleva esta simplificación. Las desventajas anteriormente descritas se presentan también con otros tipos de cuerpos ópticos que tienen un espesor variable. Además, otras desventajas se presentan ante una concentración no uniforme de los pigmentos en el interior del material que forma la lente o cuerpo óptico, que se traduce en un comportamiento fotocromático no uniforme. Además las lentes o cuerpos ópticos producidos por la dispersión de los pigmentos orgánicos en la masa pueden presentar frecuentemente defectos de distinta naturaleza. Las lentes que hayan resultado defectuosas en el control de calidad, incluso si defectos de pequeña entidad, no son susceptibles de recuperación de ninguna manera y están destinadas al descarte. Por ejemplo, es imposible recuperar lentes en las que la distribución de pigmentos fotocromáticos no sea uniforme.

Además, las lentes oftálmicas fotocromáticas obtenidas al depositar directamente en la superficie externa, de acuerdo con la segunda tipología de procedimientos arriba descrita, no están exentas de defectos o inconvenientes de otra índole.

Por ejemplo, la técnica de acuerdo la segunda tipología que consiste en el uso de moldes resulta en la práctica ser compleja, costosa, poco reproducible en los resultados, poco repetible y con un alto porcentaje de descartes de producción. Además, el procedimiento de curado del material que constituirá la lente, se aplica indirectamente en la capa fotocromática previamente dispuesta. Por lo tanto, las propiedades fotocromáticas se ven comprometidas.

El procedimiento que utiliza la técnica del *spin coating* (recubrimiento por rotación) para depositar la capa activa fotocromática sobre la superficie externa de la lente oftálmica puede generar irregularidades en la superficie; estas irregularidades no son positivas en ningún caso y hay que, sin duda, evitarlas en el caso de lentes correctivas oftálmicas. En cualquier caso, las lentes producidas según las técnicas conocidas en el estado del arte presentan una baja velocidad de adaptación a los cambios de la luz solar. De hecho requieren mucho tiempo para oscurecerse y tiempos aún más largos para aclararse cuando la intensidad de la luz solar disminuye. Esto conlleva importantes inconvenientes en el uso de las mismas.

WO2009 / 025272 proporciona un método de fabricación de lentes de plástico que comprende una fase de formación de una capa de resina sobre la superficie del material de base de lentes de plástico. El método incluye una fase en la que se aplica una solución acuosa de recubrimiento que contiene un componente de resina y un disolvente acuoso desde el extremo de la boquilla principal y la superficie del material de base de la lente de plástico que gira con la superficie orientada hacia arriba está recubierta con la solución para dibujar una línea en espiral desde la parte externa de la superficie hacia el centro y para tener las líneas de recubrimiento adyacentes en contacto o superpuestas en la dirección radial de la superficie. El método también incluye una fase de formación de una capa de resina girando el material de base de las lentes de plástico recubiertas por la superficie cubierta con la solución de recubrimiento hacia arriba y eliminando al menos una parte del medio acuoso contenido en la solución de recubrimiento.

Sumario de la invención

La presente invención tiene como objeto establecer un proceso

2 (según reivindicación 1) 2

para la producción de elementos ópticos fotocromáticos y elementos ópticos fotocromáticos producidos 2 (según reivindicación 1) 2 a través de este proceso,

de manera que presenta mejoras con respecto a las lentes conocidas en el estado del arte. Entre otras ventajas, el procedimiento de la invención es fácil de llevar a cabo, presenta una alta eficiencia, baja tasa de descarte (alto *yield*) y resulta en cuerpos ópticos fotocromáticos con tiempos de respuesta a los cambios de la luz solar reducidos en comparación con los de las lentes actualmente conocidas. En concreto, las lentes con la presente invención tienen tiempos de oscurecimiento inferiores a los de las lentes conocidas. Además, los tiempos de aclaramiento son aún más rápidos que en las lentes conocidas en el estado del arte.

Se proporcionan más beneficios y formas de realización de la invención en las reivindicaciones dependientes y en otros ejemplos y formas de realización como se describe a continuación.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 muestra algunas fases del método *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) de acuerdo con un ejemplo de la presente invención;

La figura 2 muestra un cuerpo óptico fotocromático de acuerdo con un ejemplo de la presente invención;

Descripción detallada

Una primera forma de realización de la invención prevé un proceso para la preparación de elementos ópticos fotocromáticos a partir de un cuerpo óptico dado. El determinado cuerpo óptico es un componente dotado con una cierta transparencia y que tiene ciertas propiedades ópticas tales como un cierto índice de refracción. En otras palabras, el cuerpo óptico permite que la luz pase a través de modo que el usuario sea capaz de mirar a través de este cuerpo óptico. El cuerpo óptico al cual se le aplica el procedimiento es un cuerpo óptico terminado producido según una técnica conocida por el experto en materia. Por ejemplo, el cuerpo óptico se puede producir por medio de un molde en el interior del cual se trata el material que constituirá el elemento óptico (en otras palabras, el curado del material que constituye el cuerpo óptico puede ser realizado dentro del molde). Se pueden adoptar otras técnicas siempre y cuando se apliquen en un

cuerpo óptico terminado que tenga determinadas propiedades de transparencia e índice de refracción. Según algunos ejemplos el cuerpo óptico puede estar representado por una lente cóncava o convexa, por una capa transparente plana, cóncava o convexa, por una visera, por una lámina transparente, por una lente oftálmica, etc... La invención se puede aplicar a cualquier producto que incluya un cuerpo óptico que tenga un cierto índice de refracción. El material que se puede utilizar para producir el cuerpo óptico puede consistir en monómeros.

El susodicho elemento óptico fotocromático, que representa otra forma de realización de la invención, y realizado a través del proceso de la invención está representado por el determinado cuerpo óptico dotado de propiedades fotocromáticas, es decir, de la capacidad de cambiar reversiblemente la transmitancia y/o la coloración ante variaciones en la intensidad de luz solar. La reversibilidad está vinculada al hecho de que la transmitancia y/o la coloración vuelven al estado previo al causado por la exposición a la luz solar.

El proceso según la primera forma de realización prevé una fase que comprende depositar una primera capa que incluye una resina transparente sobre dicho cuerpo óptico. Esta primera capa no tiene propiedades fotocromáticas y tiene la función de aislar el cuerpo óptico de las capas aplicadas posteriormente.

Por lo tanto, la primera capa es una capa separadora con características de agarre tales para permitirle mantenerse agarrada al cuerpo óptico o a la matriz del cuerpo óptico y tales para permitirle mantenerse agarrada a la segunda capa fotocromática. Esta primera capa se elige de modo que no sea solubilizable con la capa fotocromática. Se pueden utilizar diferentes tipos de resina siempre que mantengan un determinado nivel de transmitancia para no degradar las propiedades ópticas del cuerpo óptico subyacente. El experto en la materia puede elegir una resina adecuada como arriba indicado y en función del grado de transmitancia deseado y de acuerdo con el material del cuerpo óptico con el cual dicha resina tiene que ser adecuada para adherir.

Por lo tanto, el proceso según esta forma de realización prevé otra fase que incluye depositar sobre la primera capa previamente depositada una segunda capa que incluye pigmentos fotocromáticos. En otras palabras, la primera capa se interpone entre el cuerpo óptico y la segunda capa que incluye pigmentos fotocromáticos. La secuencia es tal que la primera capa se deposita sobre un cuerpo óptico terminado y la segunda capa se deposita a continuación sobre la primera capa. En un ejemplo, esta deposición se realiza de modo que la primera capa sea capaz de aislar la segunda capa que incluye los pigmentos fotocromáticos del material del cuerpo óptico. Por lo tanto, la segunda capa es la que comprende los pigmentos fotocromáticos y es la responsable de las propiedades fotocromáticas del elemento óptico fotocromático. La función de la primera capa es la de aislar el cuerpo óptico de la segunda capa. Por lo tanto la persona experta en la materia según las circunstancias dosifica la primera capa lo suficiente como para garantizar que la segunda capa no entre en contacto con el cuerpo óptico o con la superficie del cuerpo óptico. La primera capa, como ya dicho, permite aislar la capa fotocromática del cuerpo óptico. Por lo tanto, los pigmentos fotocromáticos pueden adoptar libremente una configuración óptima para desempeñar sus funciones fotocromáticas sin verse influenciados por la estructura de la superficie del cuerpo óptico. De hecho, los pigmentos fotocromáticos pueden tomar las posiciones estéricas necesarias para desempeñar las propiedades fotocromáticas con la máxima eficiencia. Sin la primera capa, de hecho, los pigmentos fotocromáticos estarían limitados estéricamente por la matriz del cuerpo óptico y no reaccionarían a los cambios de intensidad de la luz solar con la misma rapidez y reversibilidad que en la presente invención. De ahí deriva la rapidez en el oscurecerse y en el aclararse al cambiar la luz a la que el cuerpo óptico está expuesto. Además, ya que la capa fotocromática se dispone sobre el cuerpo óptico ya terminado, los pigmentos fotocromáticos no tienen que someterse a los tratamientos necesarios para formar el cuerpo óptico. Por lo tanto, las propiedades fotocromáticas no se deterioran por los procedimientos necesarios para producir el cuerpo óptico.

Según un primer ejemplo no restrictivo del proceso de la primera forma de realización, depositar la primera capa puede incluir depositar una primera solución que tiene una primera base que incluye la resina transparente; además, depositar la segunda capa puede incluir aplicar una segunda solución con una segunda base que incluye los pigmentos fotocromáticos, donde la segunda base es diferente de la primera base. Según este ejemplo, se puede utilizar el denominado método de "*wet-coating*" (recubrimiento en húmedo) que consiste en aplicar la primera y la segunda capa con la deposición de una solución líquida. El "*wet-coating*" (recubrimiento en húmedo) puede ser realizado a través de diferentes técnicas como dip-coating (recubrimiento por inmersión), spin coating (recubrimiento por rotación) o spray coating (recubrimiento por pulverización) a través de las que la solución líquida se deposita sobre el sustrato representado por el cuerpo óptico (se note que el spin-coating y spray-coating están indicados aquí como ejemplo, pero no forman parte de la invención) en función de la capa que se quiere depositar, la solución líquida incluye determinados compuestos y sustancias. La invención según el presente ejemplo puede ser realizada a través de cualquiera de las técnicas de "*wet-coating*" (recubrimiento en húmedo), siempre que las soluciones utilizadas se caractericen por dos bases diferentes.

En la presente invención, por Solución con una cierta base se entiende una solución que incluya una sustancia específica o compuesto, en donde la sustancia específica o compuesto esté presente en medida predominante con respecto a otras sustancias o a otros compuestos que puedan estar presentes en la misma solución.

Por "medida predominante" se entiende que dicha predeterminada sustancia o compuesto está presente en mayor medida (por ejemplo en %) que las otras sustancias o compuestos presentes en la solución. Por ejemplo, como se describirá a continuación, una solución de base acuosa implica que la solución incluye un porcentaje elevado de agua con respecto a otras sustancias o compuestos presentes en la solución misma. El porcentaje puede estar representado por un porcentaje en peso. Por lo tanto, según este ejemplo, las soluciones depositadas posteriormente para la formación de las dos capas se caracterizan por contener dos sustancias o compuestos predominantes diferentes.

Las fases de deposición se llevan a cabo en sucesión, sin embargo, es aconsejable dejar transcurrir un lapso de tiempo entre la primera fase de depósito de la primera capa y la segunda fase de depósito de la segunda capa para permitir la gelación de las capas por evaporación del disolvente.

Esta última fase se puede acelerar y completar a través de oportunos medios para calentar como una cámara de calentamiento (*heating chamber*) por ejemplo. La ventaja de la solución según este primer ejemplo de la primera manera de realización consiste en el hecho de que durante la fase de depósito de la segunda capa no se perturbe ni deteriore la composición de la primera capa. De hecho, ya que la primera capa ha sido depositada por medio de una solución que tiene una base diferente a la de la segunda solución, la primera capa no pasará a la solución de la segunda capa (cuando ésta se deposite aún húmeda, es decir, en una capa aún no desecada) siendo en esta no soluble (o al menos soluble en cantidad mínima o incluso insignificante). Por lo tanto, será posible depositar la segunda capa fotocromática sin menoscabar (o perturbando al mínimo) la primera capa lo que permitirá que las moléculas fotocromáticas se separen uniformemente del cuerpo óptico y desempeñen del mejor modo sus funciones fotocromáticas con altas velocidades de reacción y con altas velocidades de reversibilidad (como se explica en otras partes de la presente descripción).

Según otro ejemplo del proceso de la primera forma de realización, la primera solución que tiene una primera base incluye una solución de base acuosa. Como arriba citado, esto implica que la solución de base acuosa incluye agua en proporción predominante con respecto a las otras sustancias presentes, es decir, el agua es la sustancia que se presenta en un porcentaje mayor con respecto a las otras sustancias presentes en la solución. Esto no excluye que otras sustancias o compuestos puedan estar presentes, como por ejemplo también otros disolventes orgánicos. En este caso, sin embargo, la presencia de estos disolventes orgánicos es inferior con respecto a la presencia de agua.

Según otro ejemplo del proceso de la primera forma de realización, la segunda solución que tiene una segunda base que incluye una solución a base de disolventes orgánicos. Por lo tanto, esta segunda solución tiene una composición en la cual los disolventes orgánicos están presentes en un porcentaje mayor con respecto a otras sustancias o compuestos presentes en la solución. Cabe señalar que esto no excluye que también el agua pueda estar presente en esta segunda solución. No obstante, en este caso el porcentaje será inferior (preferiblemente, mucho menor) con respecto al porcentaje de agua presente en la primera solución e inferior (preferiblemente significativamente menor) al porcentaje total de disolventes orgánicos de la segunda solución (de hecho, pueden estar presentes más de un disolvente orgánico; en este caso, el porcentaje de agua es inferior o considerablemente inferior al porcentaje del conjunto de los disolventes orgánicos).

El proceso de acuerdo con esta forma de realización puede incluir como fase adicional, optativa, el depósito sobre la segunda capa de una tercera capa que incluya una solución de resina, en donde esta tercera capa es capaz de aislar la segunda capa externa. Por lo tanto, la primera y la tercera capa van a encerrar la segunda capa que tiene propiedades fotocromáticas. En otras palabras, la segunda capa se interpone entre la primera y la tercera en modo de crear una estructura de tipo sándwich. Por lo tanto, las sustancias de la segunda y tercera capa tendrán que elegirse de modo que la segunda capa no sea solubilizable en la solución que formará la tercera capa. Por ejemplo, cuando la segunda capa haya sido ya determinada, la solución de la tercera capa deberá elegirse de modo que la segunda capa no sea solubilizable en la solución que formará la tercera capa. La segunda capa deberá además permitir un anclaje de la tercera capa sobre ella. La persona experta en materia podrá por lo tanto elegir las diferentes capas desde la primera hasta la tercera siempre y cuando se compruebe que la primera capa no es solubilizable en la solución que formará la segunda capa y siempre que la segunda capa no sea solubilizable en la solución que formará la tercera capa. La ventaja de este proceso radica en el hecho de que es posible obtener un aislamiento de las sustancias fotocromáticas del ambiente externo y del contacto con la superficie del cuerpo óptico. La tercera capa protege la capa fotocromática de otros factores externos o tratamientos que se apliquen a continuación en el cuerpo óptico, mejorando así más las prestaciones y su perdurar en el tiempo. Según un ejemplo no restrictivo, la tercera capa puede ser depuesta por medio de una solución de base acuosa. En otro ejemplo, la tercera capa puede ser depuesta por medio de una solución igual a la utilizada para el depósito de la primera capa.

El proceso según la primera forma de realización incluye como fase adicional, también ésta opcional, depositar sobre dicha tercera capa una cuarta capa que incluya una capa de silicona o de poliuretano. Las sustancias de la tercera y cuarta capa tendrán que ser elegidas de modo que la tercera capa no sea solubilizable en la solución que forma la cuarta capa, de manera similar a lo que ilustrado para las primeras tres capas. Gracias a la cuarta capa es posible proporcionar al elemento óptico fotocromático otra ventaja que consiste en el dotarlo de una resistencia especial contra los ataques externos de tipo mecánico o químico. La interposición de la tercera capa entre la segunda capa fotocromática y la citada cuarta permite poder aplicar una cuarta capa que confiere al elemento óptico específicas propiedades mecánicas y químicas sin que dicha cuarta capa perjudique las propiedades de la segunda capa fotocromática. En otras palabras, gracias a la tercera capa protectora dispuesta sobre la segunda capa fotocromática, es posible aplicar una serie de tratamientos al elemento químico sin que estos vayan a deteriorar las propiedades fotocromáticas del elemento óptico resultante. En otras palabras, la tercera capa no tiene solamente la función de aislar la segunda capa fotocromática del exterior, sino que también permite la aplicación de otras capas o procesos en la parte externa del elemento óptico que de otro modo dañarían la capa fotocromática.

En el proceso arriba descrito, la segunda capa puede comprender pigmentos orgánicos fotocromáticos solubilizados en un disolvente orgánico y mezclados con la solución de resina. En el proceso arriba descrito, la fase del depositar dicha primera capa se puede realizar sumergiendo el cuerpo óptico en una solución que incluya la resina transparente. Después de la inmersión se puede realizar el secado térmico del producto resultante.

Las sucesivas fases de depósito de las otras capas se pueden igualmente realizar a través de la inmersión del elemento óptico que incluya la/s capa/s previamente depositadas en una adecuada solución como explicado también más adelante en otro ejemplo.

Las fases de inmersión arriba descritas pueden ser realizadas según la técnica del *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) en una forma de realización no limitante. Los parámetros del *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) se seleccionarán naturalmente según las necesidades y por lo tanto se controlarán atentamente durante la ejecución de las diferentes fases del proceso. Sin embargo, se pueden considerar otros sistemas de depósito, como por ejemplo el *spray coating* (recubrimiento por pulverización) o el *spin coating* (recubrimiento por rotación), u otros sistemas de "*wet-coating*"

(recubrimiento en húmedo) que consisten en depositar apropiadas soluciones que serán a continuación desecadas o secadas. La ventaja de la aplicación del *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) con respecto a otras técnicas consiste en la uniformidad de aplicación de cada capa.

5 A continuación se describirá un ejemplo detallado del proceso según la presente invención con referencia a la técnica del *dip-coating* (recubrimiento por inmersión). La invención puede ser aplicada también a través de otras técnicas de “*wet-coating*” (recubrimiento en húmedo) con adecuados parámetros.

10 El método *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) consiste en sumergir un sustrato (lente, elemento óptico) en una solución líquida de recubrimiento, a continuación extraerlo de la misma solución a velocidad constante, controlada y bien definida, en un ambiente libre de polvo (cleanroom), a temperatura y condiciones ambientales controladas. Las principales fases del proceso son las siguientes (ver Fig. 1):

inmersión del sustrato en la solución de recubrimiento con formación de una capa húmeda (*wet layer*) sobre ambas caras externas del sustrato a continuación de su extracción de la solución (si bien, como se mencionó en otras partes, es posible también el depósito en una sola cara);

gelación de las capas por evaporación del disolvente.

15 Esta última fase, en función de la volatilidad del disolvente se puede acelerar y completar en una cámara de calentamiento (*heating chamber*). Si la velocidad de extracción del sustrato de la solución no es alta y la viscosidad no excesiva para que el fluido (solución de recubrimiento) pueda considerarse “newtoniano”, se puede calcular el espesor de la capa fina mediante la ecuación de Landau-Levich :

$$h = 0,94 \cdot \frac{(\eta \cdot u)^{\frac{2}{3}}}{\gamma^{\frac{1}{6}} \cdot (\rho \cdot g)^{\frac{1}{2}}} \quad [1]$$

20 donde :

h = espesor de la capa fina

η = viscosidad de la solución de recubrimiento

EP 10 727 962.2

DESCRIPCIÓN (21.10.2010)

18--19

WO 2010/119477

18

PCT/IT2010/000163

u = velocidad lineal constante de extracción del sustrato de la solución de recubrimiento (*withdrawal*)

25 γ = tensión superficial líquido-vapor

ρ = densidad de la solución de recubrimiento

g = aceleración de gravedad

Como se puede ver, los parámetros sensibles para la formación de capas finas de espesor apropiado depositadas sobre lentes oftálmicas o elementos ópticos y que tienen altas cualidades ópticas son:

30 velocidad de extracción de los sustratos de la solución (*withdrawal*); viscosidad de la solución; densidad de la solución; tensión superficial de la solución.

De la ecuación (1) se desprende que el espesor de una capa depuesta:

aumenta con el aumentar de la viscosidad del líquido de recubrimiento y de la velocidad lineal de extracción del sustrato; disminuye con el aumentare de la tensión superficial y la densidad de la solución.

35 A continuación, la descripción detallada del depósito de las primeras tres capas se hará indicando que la tercera capa es completamente optativa y que se pueden usar otros parámetros, si bien los indicados conducen a propiedades y características (por ejemplo, velocidad de coloración o de reversibilidad) considerablemente mejores con respecto a cuerpos ópticos fotocromáticos conocidos.

- Primera capa fina de recubrimiento (capa base o “*basis layer*”)

40 La solución utilizada para la deposición de la primera capa (capa base) sobre los sustratos a tratar (lentes y elementos ópticos) presenta las siguientes características:

es capaz de formar una película fina continua que garantiza el agarre sobre el sustrato; actúa además como capa separadora colocada entre el sustrato y la siguiente capa activa fotocromática, favoreciendo su fuerte adhesión;

45 es capaz de formar una película fina sobre los sustratos ya finalizados constituidos por materiales orgánicos diferentes, desde los policarbonatos a otros tipos de resinas polimerizables térmicamente (thermal curables) con índices de refracción diferentes.

Las resinas filmógenas utilizadas, contenidas en la primera solución de recubrimiento son del tipo de “base acuosa” (de acuerdo con un ejemplo, el contenido de agua en la solución se sitúa entre el 68% y el 75 % en peso; la parte restante de la mezcla disolvente está constituida por disolventes orgánicos compatibles y mezclables con el disolvente agua que es prevalente; cabe señalar que pueden estar presentes uno o más disolventes orgánicos).

50 Los valores de los parámetros funcionales de la solución base de recubrimiento se han optimizado en un ejemplo de aplicación de la presente invención para garantizar la obtención de una película fina con el espesor y las características exigidas.

Estos valores son:

55 - Densidad 1.0020-1.0030 g/cm³

- Viscosidad 8.0-13.0 cP

- Tensión superficial 2.3*10⁻² – 2.7*10⁻² N/m

Los valores óptimos de los parámetros operativos que se encuentran en el presente ejemplo son:

60 - Velocidad lineal de extracción de la solución (*withdrawal speed*) 1.5-1.8 mm/s

- Temperatura de la solución de recubrimiento 15.0-20.0 °C

- Temperatura de la cámara de calentamiento (heating chamber) para desecar 50-80 °C
 - Duración del proceso de desecación 12-40 minutos en calor (en función de la temperatura de la cámara de desecación)
- 5 No obstante, la invención puede también aplicarse a otros valores, aunque pueden consecuentemente obtenerse resultados ligeramente diferentes en términos de oscurecimiento y reversibilidad.
- Segunda capa de recubrimiento (*Photochromic layer*)
- 10 La solución utilizada para la deposición mediante *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) de la segunda capa fina (capa fotocromática), en la capa base ya depuesta y perfectamente desecada, presenta las siguientes características:
- es capaz de formar una capa fina que se activa, oscureciéndose, si se expone a la luz solar;
 - es capaz de formar una capa fina que se adhiere perfectamente a la capa base depuesta previamente;
 - contiene disuelto, en la misma mezcla de disolventes en la cual está contenida la resina ligante, un compuesto o una mezcla de compuestos fotocromáticos. La resina que actúa de ligante es el agente filmógeno que forma una capa fina continua.
- 15 La solución que contiene la resina utilizada como ligante no es de "base acuosa" sino de "base de disolventes orgánicos" según este ejemplo (el contenido de agua presente en ella está incluido, según un ejemplo de una composición de la segunda solución, entre el 7% y un máximo del 12% en peso).
- La mezcla disolvente usada es capaz de solubilizar tanto la resina ligante como los compuestos fotocromáticos compatibles con ella.
- 20 Los pigmentos fotocromáticos se dispersan en la solución homogénea de la resina ligante sin separarse ni precipitarse. Entre los componentes de la solución hay también, en un ejemplo opcional, un agente estabilizador (*stabilizer*). Este tiene la función de preservar la resina ligante, en primer lugar de las degradaciones inducidas por la luz; este estabilizador resulta eficaz también con respecto a las termooxidaciones. Según este ejemplo, se puede utilizar un estabilizador perteneciente a la clase de las "aminas estéricamente impedidas" (Hindered Amine Light Stabilizers o HALS) es decir, a los derivados de la 2,2,6,6 tetrametil piperidina, compuestos dotados de alta eficiencia y probada longevidad. Los pigmentos fotocromáticos utilizados son compuestos orgánicos que pertenecen a las clases de las oxazinas, naftopiranos, espiropiranos, espiroxazinas, indolinonaftoxazinas, u otros compuestos conocidos por los expertos del sector. Los pigmentos fotocromáticos disueltos en la solución pueden ser compuestos puros o mezclas de pigmentos diferentes; la finalidad es obtener una gama de coloraciones diferentes de los elementos ópticos tratados, cuando sean activados por la luz.
- 30 Como para la solución de recubrimiento de base, los valores de los parámetros funcionales de esta segunda solución de recubrimiento pueden ser optimizados buscando el mejor compromiso entre ellos para garantizar la mejor solubilidad de los componentes presentes en las cantidades exigidas, en una mezcla disolvente formada en su mayor parte por disolventes orgánicos, con un porcentaje reducido de agua. La optimización de los parámetros funcionales de la solución garantiza la obtención de una capa de determinado espesor y con las características deseadas.
- 35 Sin embargo, los valores óptimos medios no son fáciles de obtener ya que una simple experimentación no es suficiente. Después de atentas consideraciones, se ha determinado que los parámetros funcionales medidos para la segunda solución de recubrimiento, que proporcionan propiedades y características superiores con respecto a cuerpos ópticos conocidos, son:
- Densidad 0.9300-0.9600 g/cm³
 - Viscosidad 4.0-9.0 cP
 - Tensión superficial 2.5*10⁻² – 3.0*10⁻² N/m
- 40 Según las consideraciones que han llevado a este ejemplo, los valores óptimos de los parámetros operativos encontrados son:
- Velocidad lineal de extracción de la solución (withdrawal speed) 1,5-1,8 mm/s
 - Temperatura de la solución de recubrimiento 16,0-22,0 °C
 - Temperatura de la cámara de calentamiento (heating chamber) para desecar 50-80 °C
 - Duración del proceso de desecación en calor (en función de la temperatura de la cámara de desecación) 12-40 minutos.
- 50 Mientras la solución utilizada para la deposición de la primera capa es, como se ha dicho, de base acuosa (*water based*), la empleada para la deposición de la capa fotocromática intermedia, al contrario, es una base de disolventes orgánicos (*solvent based*) con un contenido medio de agua alrededor del 10% según el presente ejemplo. De hecho, esta mezcla de disolventes debe tener la propiedad de derretir igual de bien sea la resina filmógena usada como ligante que el compuesto o la mezcla de compuestos orgánicos fotocromáticos. Por esta razón, la mezcla de disolventes estará constituida en gran medida por disolventes orgánicos hidrófilos muy polarizados y apróticos junto con disolventes orgánicos menos polares pero de tipo prótico. El agua presente en cantidad no elevada (alrededor del 7-10% según un ejemplo) tiene, como se sabe, características ionizantes y también disociantes a causa del valor elevado de su constante dieléctrica. Por lo tanto, sobre la base del tipo de resina elegida como ligante y la clase del pigmento o de la mezcla de pigmentos fotocromáticos añadidos, y a sus cantidades, es posible variar dentro de ciertos límites la composición de la mezcla de disolventes y las concentraciones de sus componentes. Además de la mencionada cantidad de agua se pueden elegir disolventes orgánicos hidrófilos muy polares de tipo aprótico como la dimetilformamida (DMF), el dimetilsulfoxido (DMSO) y otros del mismo tipo junto con cantidades variables de disolventes hidrófilos polares de tipo prótico como alcoholes, glicoles, éteres de glicol. Por lo tanto, los componentes de la solución de recubrimiento fotocromática y sus proporciones pueden ser diferentes pero las soluciones resultantes tendrán en todo caso que presentar valores de los parámetros funcionales (densidad, viscosidad, tensión superficial) coincidentes o cercanos a los ya hemos indicados para la segunda solución de
- 65

recubrimiento según este ejemplo; de hecho, estos parámetros se han optimizado y ensayado para este método del *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) proporcionando resultados más que satisfactorios del producto obtenido. Como ya indicado, es concebible aplicar las dos soluciones de base acuosa y de base de disolventes orgánicos también en otros métodos como *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) o *spray coating* (recubrimiento por pulverización).

5 - Tercera capa de recubrimiento (*protective layer*), optativa.

La solución utilizada para la deposición de la tercera capa, sobre la capa fina fotocromática ya depuesta y perfectamente desecada (segunda capa), presenta las siguientes características según este ejemplo optativo:

es capaz de formar una capa fina que desempeña una función protectora sobre la capa fotocromática contra acciones de tipo mecánico o químico ejercidas por agentes externos.

10 es capaz de formar una capa fina que además de desempeñar la citada función protectora sobre la capa fotocromática subyacente, garantiza la adhesión de otra capa de laca que tiene funciones anti-rayaduras a deponer a continuación sobre ella. La solución tiene la misma composición que la solución de recubrimiento utilizada para la deposición de la primera capa base.

15 Los valores óptimos de los parámetros funcionales son por lo tanto los mismos que los ya indicados para la primera capa (capa base) según este ejemplo.

Los valores óptimos de los parámetros operativos son los mismos que los ya indicados para la primera capa.

El ejemplo arriba descrito que utiliza el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) permite obtener cuerpos ópticos fotocromáticos con velocidades de coloración o de *fading* (reversibilidad) mucho más altas con respecto a lentes conocidas.

20 El procedimiento según la presente invención se aplica a un cuerpo óptico ya formado y terminado, producido por ejemplo por medio de un molde. En la producción del cuerpo óptico, el material de partida se somete a una serie de tratamientos. No obstante, el proceso de la invención se aplica al cuerpo ya terminado. Por lo tanto, la aplicación de una o más de dichas capas a dicho cuerpo óptico finalizado evita el estrés mecánico, térmico y/o químico que en cambio se produciría si los pigmentos fotocromáticos fuesen mezclados y cuidados con el material del cuerpo óptico o se depositasen en el molde y a continuación cuidados junto con el material que constituye el cuerpo óptico o depositados directamente en la superficie del cuerpo óptico.

25 El procedimiento según la presente invención ancla la capa fotocromática (resina + pigmentos disueltos) sobre una lente oftálmica ya polimerizada (lente finalizada); además esta capa fotocromática no se depone directamente sobre la superficie de la lente sino sobre otra capa constituida por una resina que la aísla de la matriz de la lente de base permitiendo al mismo tiempo una fuerte y estable adhesión a ella. No pueden ocurrir fenómenos de transferencia de pigmentos fotocromáticos, ni siquiera parciales, de la resina de la capa que los contiene a la matriz de la lente porque la primera capa que permite el anclaje a la misma, constituye una barrera que impide efectivamente estas transferencias.

30 Además los sistemas de termosecado de las capas depuestas sobre la matriz de la lente de base no producen, por duración y temperatura, transferencias de material entre capas contiguas (como en un largo ciclo de curado necesario para la formación de la lente de base). En una forma de realización, la primera capa que permite el anclaje de la capa fotocromática al cuerpo óptico es una capa separadora con características de agarre tales para permitir el anclaje de la siguiente capa. Esta primera cara se elige en modo de que no sea soluble con la capa fotocromática. Distintos tipos de resina pueden ser empleados siempre y cuando mantengan un cierto nivel de transmitancia para no mermar las propiedades ópticas del cuerpo óptico subyacente. Esto permite una separación entre la matriz del cuerpo óptico y los pigmentos fotocromáticos y al mismo tiempo un anclaje estable de la capa fotocromática. Así, una ventaja consiste en una estructura anclada y estable en el tiempo.

35 La presente invención también deriva de estas consideraciones técnicas, de cuidadosas observaciones y reconocimientos (no inmediatos) de los mecanismos que conducen a una mejora de las prestaciones de los elementos ópticos fotocromáticos. En otras palabras, el proceso de depósito de varias capas por medio de la técnica de *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) permite obtener el depósito de una capa fotocromática protegida de la superficie del cuerpo óptico y opcionalmente también del exterior, sin que dicha capa fotocromática sufra importantes estrés térmicos, mecánicos y/o químicos. El resultante elemento óptico fotocromático posee notables propiedades fotocromáticas caracterizadas por una marcada velocidad de reacción en correspondencia con variaciones de la intensidad de la luz. Entre las propiedades también hay una alta reversibilidad. Por lo tanto, los elementos ópticos según la invención pueden oscurecerse y aclararse muy rápidamente. Las pruebas de laboratorio han mostrado una mejora considerable en comparación con las lentes producidas de acuerdo con las técnicas ya conocidas en el estado del arte.

40 Una segunda forma de realización de la presente invención prevé un elemento óptico fotocromático obtenido a través de uno de los procesos o fases de los procesos descritos anteriormente.

45 Una tercera forma de realización de la presente invención prevé un elemento óptico fotocromático que incluye un cuerpo óptico determinado, una primera capa que incluye una resina transparente dispuesta en el cuerpo óptico y una segunda capa que incluye pigmentos fotocromáticos. La segunda capa está dispuesta sobre la primera capa, y la primera capa es un ejemplo tal que aísla la segunda capa que incluye pigmentos fotocromáticos del material del cuerpo óptico.

50 Según una modificación facultativa de la tercera forma de realización, el cuerpo óptico fotocromático comprende dos caras opuestas, por lo que cada una de dicha primera capa y dicha segunda capa están dispuestas, respectivamente, en cada una de dichas dos caras opuestas. Un ejemplo de esta configuración se representa en la Figura 2, en la que se representa un cuerpo óptico que tiene una forma caracterizada por dos caras opuestas. En cada una de dichas caras se dispone una primera capa; a continuación se dispone una segunda capa sobre cada primera capa de cada cara. La primera capa y la segunda capa están agarradas a las dos caras obtenidas según la presente invención.

60 Otras formas de realización de la presente invención prevén además productos que incluyen el elemento óptico fotocromático descrito anteriormente. Este producto puede estar constituido, por ejemplo, por una lente oftálmica, por un

filtro solar, por una lente solar cuya transparencia varía según la intensidad de la luz solar, por una visera, por un casco, por un filtro óptico, por un panel transparente, por un parabrisas fotocromático. De hecho, el elemento óptico de la invención puede aplicarse a cualquier cuerpo óptico que tenga una cierta transparencia y al cual se le quieran aplicar propiedades fotocromáticas.

5 El proceso, el elemento óptico, los artículos o productos que incluyen un elemento óptico según la invención tienen la ventaja de que los pigmentos fotocromáticos se encuentran en un ambiente más favorable para llevar a cabo la reversibilidad conformacional de las propias moléculas; con el resultado de obtener tiempos de oscurecimiento más cortos cuando el cuerpo óptico no activado, es decir, transparente, se expone a la luz solar intensa; y para obtener tiempos de decoloración (*fading rate*) más cortos cuando la lente activada, es decir, oscura, pasa a un ambiente cerrado, no iluminado por la luz solar. El proceso de la invención que resulta en estos cuerpos ópticos ventajosos también es en sí mismo muy eficiente, conduce a altos rendimientos (alto *yield*), es de fácil reproducibilidad y sencillo de poner en práctica.

10 A continuación se presentarán otras formas de realización de la presente invención o algunas implementaciones relacionadas con algunas fases o partes de la presente invención.

15 De acuerdo con una de estas formas de realización, la presente invención prevé un proceso para el tratamiento de lentes oftálmicas orgánicas. Es evidente que el mismo proceso también se puede realizar en cuerpos ópticos terminados que no sean lentes oftálmicas, por ejemplo, en viseras de cascos, en superficies transparentes planas, cóncavas o convexas, etc... También es evidente que el proceso puede aplicarse a otros tipos de lentes oftálmicas.

20 El procedimiento según una forma de realización se basa en una serie de tratamientos de las superficies de una lente oftálmica terminada, de diferentes índices de refracción, realizados en secuencia con la técnica del sólido/gel *dip-coating* (recubrimiento por inmersión). La lente terminada es una lente oftálmica terminada producida de acuerdo con uno de los métodos conocidos por el experto en la materia.

Los tratamientos llevados a cabo secuencialmente en una lente son los siguientes. Se entiende que no todos los tratamientos se realicen. De hecho, incluso solamente uno o una combinación de dos o más de los siguientes tratamientos pueden realizarse de acuerdo con la presente invención.

25 - Tratamiento de la lente oftálmica orgánica acabada.

La lente oftálmica orgánica acabada, de distintos índices de refracción, se sumerge en una bandeja que contiene la solución de una resina transparente, por medio de un *dip-coater* (recubrimiento por inmersión). Esta operación tiene la tarea de preparar la lente oftálmica para los tratamientos posteriores y aislarla de la capa suprayacente que contiene los pigmentos fotocromáticos. La viscosidad, el contenido sólido de la solución de resina de recubrimiento, el tiempo de inmersión y la velocidad de extracción de los productos de la solución de la resina se controlan rigurosamente y son importantes para obtener una primera capa de recubrimiento que tenga específicas características. La lente así tratada se somete luego a un proceso de termosecado.

30 - Preparación del *coating* (recubrimiento) fotocromático.

Cantidades determinadas de una mezcla de pigmentos orgánicos fotocromáticos de color adecuado se solubilizan en la solución de una resina. Esta solución debe tener específicas características de contenido sólido (%w/w de resina en la solución) y viscosidad. Estas características deben rigurosamente controlarse ajustando el contenido sólido y la viscosidad mediante dilución de la resina de base con disolventes adecuados.

35 - Tratamiento de la lente oftálmica.

La lente a tratar se sumerge luego en otra bandeja que contiene el *coating* (recubrimiento) fotocromático por medio de un *dip-coater* (recubrimiento por inmersión). Es de importancia primordial el espesor de la capa activa fotocromática depositada en la capa anterior. Esto está garantizado por parámetros críticos que regulan el proceso:

*la viscosidad rigurosamente controlada de la solución de la resina que contiene el pigmento fotocromático;

*el tiempo de inmersión en la bandeja;

*la velocidad constante de extracción de la lente de la bandeja;

45 *el contenido sólido de la solución de la resina que contiene los pigmentos en solución y la densidad consiguiente.

A continuación se realiza el termosecado de la segunda capa depuesta.

50 - Tratamiento de la lente oftálmica.

La lente ya sometida a los dos tratamientos previos y adecuadamente secada, se sumerge, con el uso del *dip-coater* (recubrimiento por inmersión), en otra bandeja que contiene la solución de una resina con viscosidad y contenido sólido controlados. La resina utilizada para este tercer tratamiento tiene la característica de proteger la capa fotocromática subyacente aislándola del exterior. Después de un cierto tiempo de inmersión, la lente se extrae a una velocidad constante y controlada. A continuación, se realiza el termosecado de la capa depuesta.

55 - Tratamiento de la lente oftálmica.

Finalmente, la lente se sumerge, nuevamente con la ayuda del *dip-coater* (recubrimiento por inmersión), en una última bandeja que contiene una resina de poliuretano que tiene la función de hacerla resistente a los ataques externos, sean estos de tipo mecánico que de tipo químico. También para este último tratamiento es esencial el control de los parámetros críticos tales como la viscosidad y el contenido sólido de la solución que garantizan la obtención de una capa de espesor adecuado. Esta última capa de endurecimiento así depuesta es finalmente adecuada para recibir un tratamiento final de *coating* (recubrimiento) antirreflectante (AR).

60 Otras formas de realización prevén la aplicación de solamente algunos de los susodichos tratamientos. Por ejemplo, según una forma de realización, se obtiene una lente aplicando solo el primer tratamiento para depositar la primera capa de aislamiento y el segundo tratamiento para depositar la capa fotocromática.

Según otras formas de realización (que no son parte de la invención) el proceso o uno o más de los tratamientos arriba descritos también pueden llevarse a cabo mediante otras técnicas como el *spray coating* (recubrimiento por pulverización) o el *spin coating* (recubrimiento por rotación). Por ejemplo, el depósito de la primera y segunda capa se puede realizar

mediante el *spray coating* (recubrimiento por pulverización) o *spin coating* (recubrimiento por rotación) o cualquier combinación del *spin coating* (recubrimiento por rotación), *spray coating* (recubrimiento por pulverización) y *dip-coating* (recubrimiento por inmersión).

De hecho, todas las combinaciones son posibles también para las capas adicionales.

5 Otras formas de realización prevén algunas variaciones al proceso descrito que pueden referirse a:

* la tipología de las resinas utilizadas en los diversos pasos del tratamiento de las lentes oftálmicas terminadas;

* los sistemas de automatización de las fases de producción industrial.

10 La presente invención proporciona soluciones óptimas para superar o reducir los problemas técnicos presentados por otros procedimientos utilizados actualmente en la producción de cuerpos ópticos, tales como lentes oftálmicas fotocromáticas presentes en el mercado. En resumen, la presente invención:

* elimina completamente el sistema basado en la dispersión de los pigmentos orgánicos fotocromáticos en el interior de la masa del prepolímero antes de que tenga lugar la reticulación final de la resina dentro del molde; en consecuencia, no se verifican todos los inconvenientes ya descritos, presentados por las lentes oftálmicas fotocromáticas así producidas;

15 * adopta un procedimiento más complejo basado en el tratamiento con los pigmentos fotocromáticos solo en las superficies externas de las lentes;

* para la deposición de la capa superficial activa mediante *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) se obtiene la ventaja adicional de tener una aplicación uniforme y regular del espesor de la capa fotocromática;

20 * no transfiere térmicamente por difusión los pigmentos orgánicos a la capa superficial más externa de la lente oftálmica; por el contrario, evita cualquier contacto directo entre el material del que está hecha la lente oftálmica y la capa activa que contiene los pigmentos fotocromáticos;

* crea un entorno más favorable, externo a la lente y completamente separado de ella, en el que las moléculas de pigmento fotocromático pueden asumir más libremente sus diferentes conformaciones estéricas.

Así, se pueden resumir otras ventajas, con referencia a lentes oftálmicas, aunque también se encuentran las mismas ventajas en cualquier otro elemento óptico fotocromático según la presente invención.

25 * las lentes oftálmicas fotocromáticas producidas con este proceso innovador no presentan todos los inconvenientes mencionados anteriormente, en relación con las lentes oftálmicas producidas con el sistema de dispersión de pigmentos orgánicos en la masa de la lente;

* las lentes oftálmicas fotocromáticas así producidas no presentan diferencias de más intensidad de coloración según el espesor de las lentes terminadas sometidas a los tratamientos;

30 * con este proceso, se pueden tratar lentes oftálmicas terminadas, de diferentes índices de refracción;

* en el caso de que se produzcan lentes defectuosas debido a errores que normalmente pueden ocurrir en un proceso de producción: a diferencia de otros procedimientos conocidos en el estado del arte, es posible recuperar todos los productos de base ya tratados, eliminar los tratamientos que presenten defectos y someterlos nuevamente al proceso de fotocromización;

35 * en este proceso, las moléculas de los pigmentos están confinadas en una capa externa completamente separada de la superficie de la lente oftálmica de base con cuyo material no tiene contacto; la capa con pigmentos fotocromáticos, además, está ubicada entre dos capas protectoras en una forma de realización: una debajo que la "aisla" de la lente oftálmica orgánica; la otra arriba, que la "bloquea" protegiéndola de eventuales daños provenientes del exterior (golpes, rasguños, abrasiones, ataques de disolventes, detergentes, etc.)

40 La solución adoptada es la de crear un ambiente más favorable para que las moléculas de pigmento puedan asumir más libremente las conformaciones estéricas necesarias para ejercer su actividad fotocromática. Esta propiedad se manifiesta concretamente con una mayor y más evidente velocidad de decoloración reversible (*fading rate*)

45 En el caso de que el depósito de la capa o capas se realice mediante el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión), también debe tenerse en cuenta lo siguiente. El *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) incluye sumergir el cuerpo óptico en una solución específica. Como consecuencia, una capa se deposita normalmente (independientemente de si es la primera, segunda, tercera o cuarta de una de las descritas anteriormente) en todo el alrededor del cuerpo óptico. Como ejemplo, en el caso de que el cuerpo óptico sea una lente oftálmica a la que se le aplica *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) de acuerdo con una de las formas de realización descritas anteriormente, es posible obtener un elemento

50 óptico en el que la lente tenga respectivas capas en ambas de sus caras. La presencia de dos capas fotocromáticas en ambas caras de la lente conlleva la ventaja adicional de aumentar la intensidad del oscurecimiento y conlleva una mayor duración en el tiempo de las propiedades fotocromáticas. Sin embargo, también es posible realizar elementos ópticos tales como lentes oftálmicas mediante *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) con una sola cara expuesta al tratamiento/s según la invención. Esto es posible, por ejemplo, realizando el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) en toda la lente o cuerpo óptico y, posteriormente, quitando la/s capa/s depositada/s en una de las dos caras. La retirada se puede llevar a cabo de cualquier manera conocida por el experto en la materia. Otra solución consiste en aplicar a una de las dos caras en la que no se desea el depósito de la/s capa/s, una capa adicional que no permita el depósito de la solución en la que se sumerge el cuerpo óptico o lente. Por lo tanto, esta capa adicional se puede elegir para no verse afectada por los agentes de la solución en la que se sumerge el cuerpo. En este caso, si la capa no afecta a las propiedades ópticas del cuerpo, se puede dejar. Alternativamente, la capa adicional puede ser tal que se pueda eliminar muy fácilmente. Las ventajas de la doble estratificación (es decir, la deposición de capas en dos caras de la lente)

55 consisten, por ejemplo, en la posibilidad de activar una capa, por ejemplo, la capa interna no expuesta directamente a la fuente de luz, a través de la luz reflejada con el consiguiente aumento de las propiedades fotocromáticas y de los tiempos de reacción del elemento óptico en su conjunto. Otra ventaja consiste en alargar la vida media del elemento óptico fotocromático.

60

- De acuerdo con otra forma de realización, por lo tanto, el proceso de la invención hace posible activar desde un punto de vista fotocromático ambas superficies, externa e interna, de las lentes orgánicas oftálmicas, con un sistema de estratificación múltiple que coloca la capa que contiene los pigmentos fotocromáticos completamente fuera de la lente oftálmica y separada de ella, contenida entre dos capas protectoras que le garantizan una mayor duración en el tiempo y una mayor velocidad de decoloración gradual (*fading rate*). El nuevo procedimiento se aplica sobre una lente oftálmica orgánica ya terminada, de diferentes índices de refracción y de diferentes gradaciones, y se lleva a cabo sometiendo la misma lente a una serie de operaciones de tratamiento de las superficies, realizadas en secuencia. Cada tratamiento cumple con una función específica y crea una capa superficial delgada externa a los materiales de los que están hechos estos productos.
- El proceso de la invención transforma un cuerpo óptico tal como una lente oftálmica orgánica ya terminada en un producto que se activa cuando se expone a la luz solar, disminuyendo reversiblemente el porcentaje de transmitancia. Además, los cuerpos ópticos como las lentes fotocromáticas así producidas pueden someterse a normales tratamientos antirreflectantes (AR) en su superficie externa.
- Según otra forma de realización, la presente invención consiste en un elemento óptico que comprende una estructura de tipo sándwich formada por tres capas delgadas.
- La capa central del sándwich está constituida por una película de pigmentos orgánicos fotocromáticos solubilizados en un disolvente orgánico adecuado y mezclados con la solución de resina.
- Los pigmentos o las mezclas de pigmentos fotocromáticos utilizados pertenecen a las normales clases de moléculas fotocromáticas disponibles hoy en el mercado, que tienen la característica de ser solubles y compatibles con disolventes orgánicos como Tolueno, Xileno, THF, Etilo acetato, Dimetil cetona, Etanol u otros alcoholes. , Hidrocarburos (éteres de petróleo), necesarios para la preparación de un sólido (resina + solución de pigmento fotocromático en un disolvente orgánico).
- La viscosidad y el contenido sólido de la resina / pigmentos fotocromáticos/ disolventes orgánicos tienen que ser rigurosamente controlados, ya que son parámetros importantes para obtener una capa fotocromática óptima que tenga las características exigidas.
- La capa de resina que contiene en su interior los pigmentos fotocromáticos presenta un espesor óptimo y contiene una alta concentración de pigmentos suficientes para llevar la lente oftálmica, al final de la irradiación con lámpara UV, a un máximo de oscurecimiento correspondiente a unos porcentajes de valor de transmitancia (T%) comprendidos entre el 18% y el 13%.
- La capa inferior del sándwich que contiene la capa fotocromática en el centro presenta características de fuerte adhesión y anclaje a la superficie de la lente oftálmica terminada.
- La capa superior del sándwich, además de tener la función de protección de la capa fotocromática aislándola del ambiente externo, presenta características tales que permiten un tratamiento de endurecimiento posterior, produciendo otra ventaja, la de hacer que la lente sea completamente similar, por características físicas, a una lente anti-rayaduras.
- Las pruebas, bien conocidas por los expertos en la materia, a las que se han sometido las lentes tratadas con este procedimiento (pruebas de abrasión, flexión y resistencia a los choques térmicos) han mostrado comportamientos muy similares a los de las normales lentes anti-rayaduras.
- Los métodos utilizados para la deposición de las capas que constituyen el sándwich han sido los conocidos por los expertos del sector y normalmente utilizados, como el *spin coating* (recubrimiento por rotación), el *spray coating* (recubrimiento por pulverización) y el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) con preferencia por el último método. Las consideraciones hechas anteriormente son válidas para la lente en cuestión.
- Las capas depositadas se someten típicamente a tratamientos de termosecado a temperaturas controladas. Este procedimiento se puede aplicar a una variedad de materiales de buena calidad utilizados hoy para la producción de lentes oftálmicas.
- La invención se puede aplicar indistintamente a lentes oftálmicas que tienen índices de refracción diferentes (desde aquellas con un índice bajo hasta aquellas con un índice alto).
- El sistema de capas de sándwich que aísla la capa activa fotocromática del material de la lente o de la matriz de soporte, crea un ambiente más adecuado y favorable en el que los pigmentos fotocromáticos pueden asumir las conformaciones estéricas necesarias para ejercer al máximo su actividad fotocromática reversible.
- La colocación más funcional de las moléculas de los pigmentos en el externo de las lentes y separadas de la matriz de la que están constituidas, se traduce en unas velocidades de decoloración claramente más altas con tiempos más cortos sea respecto a las fabricadas con coloración en masa sea a las obtenidas por transferencia térmica de los pigmentos en las capas superficiales más externas de las lentes.
- Otra de las ventajas de la presente invención consiste en el hecho de que las moléculas de pigmento no se transfieren térmicamente sobre el objeto. En cambio, de acuerdo con la Técnica del arte basada en la transferencia térmica, las moléculas seguirían encontrándose dentro del material de la lente, es decir, en un entorno menos favorable para la realización de la reversibilidad conformacional de las propias moléculas.
- Otra ventaja se encuentra en la aplicación de la presente invención a elementos ópticos fotocromáticos formados a partir de cuerpos ópticos coloreados. Típicamente, estos cuerpos ópticos presentan pigmentos (o partículas) colorantes mezclados en el polímero que forma el cuerpo óptico. La presente invención aplicada a dichos cuerpos ópticos coloreados es tal que no se degrada y no interactúa con las moléculas colorantes del cuerpo óptico, de modo que la eficiencia del cuerpo óptico mejora incluso en presencia de diferentes coloraciones del cuerpo óptico.
- En otras aplicaciones, es posible obtener elementos ópticos fotocromáticos con diferentes coloraciones usando pigmentos particulares en la capa fotocromática. Esta capa fotocromática proporciona un determinado color a la lente. La presente invención no deteriora la capa fotocromática que contiene dichos pigmentos que tienen coloraciones determinadas, de

modo que el efecto de la coloración es mejor y más evidente. Por lo tanto, la presente invención es aplicable a una gran variedad de colores y da como resultado una gran variedad de colores realizables para el elemento óptico fotocromático. En el estado del arte, sin embargo, las aplicaciones están restringidas a unas pocas limitadas coloraciones.

Debe observarse que en las diferentes formas de realización descritas, cada capa debe ser tal que no pueda solubilizarse en la solución que constituirá la siguiente capa depuesta sobre la anterior. Además, la capa subyacente debe ser tal que ancle la siguiente capa.

Se ha hecho referencia a pigmentos fotocromáticos capaces de activarse reversiblemente en presencia de luz solar. Típicamente, los pigmentos fotocromáticos se activan o desactivan en presencia o no de longitudes de onda en la región UV. Sin embargo, la presente invención también es posible aplicarla a otros pigmentos fotocromáticos que pueden activarse por longitudes de onda distintas a las de la región UV.

APLICACIÓN INDUSTRIAL

El proceso descrito puede usarse industrialmente para la producción de lentes oftálmicas orgánicas u otros elementos ópticos hechos fotocromáticos después de los tratamientos descritos. Para una producción a pequeña o mediana escala es necesario prever la automatización de toda la secuencia de las operaciones de tratamiento, necesaria para el control de calidad de las operaciones y para su perfecta reproducibilidad. A este respecto y en términos generales, los sistemas de automatización de la línea de producción deben basarse preferiblemente o posiblemente en las siguientes indicaciones generales (sin embargo, se observa que otras condiciones para la ejecución de la invención son completamente válidas):

* las fases del proceso deben realizarse preferiblemente dentro de una sala blanca (cleanroom), a temperaturas y humedad controladas;

* en lo que respecta al potencial de producción que se puede lograr con este sistema, cabe señalar que el procedimiento descrito es modulable, dependiendo solo (haciendo referencia ,por ejemplo, al uso del *dip-coating* (recubrimiento por inmersión)- de las dimensiones de las bandejas que contienen las diversas soluciones de resina, de las cestas portalentes o portapiezas, de los *dip-coating* (recubrimiento por inmersión), de las estaciones de termosecado .

* también serán necesarios sistemas de control de las soluciones de las distintas resinas para verificar con frecuencia sus parámetros críticos, como la viscosidad y el contenido sólido;

También se debe tener en cuenta que el término transparencia (o transparente) también se ha utilizado indistintamente para indicar transmitancia, es decir, la capacidad de un cuerpo para dejarse atravesar por la luz.

Por lo tanto, este procedimiento tiene otra ventaja, a saber, la de ser modulable, es decir, aplicable a la producción de pocos o muchos elementos ópticos, tales como lentes oftálmicas, de pocas o muchas piezas de productos similares; será necesario intervenir solamente en el dimensionamiento de algunos componentes esenciales de la línea de producción.

La Figura 1 muestra las fases relacionadas con un método de *dip-coating* (recubrimiento por inmersión). La fase 1 se refiere a la inserción del cuerpo óptico (o de varios cuerpos ópticos juntos) en una solución (por ejemplo, la primera o segunda solución descrita anteriormente). En la fase 2, se forma una capa fina en las caras del cuerpo óptico. El cuerpo óptico se extrae de la solución. En la fase 3, la gelación ocurre como se ha descrito anteriormente.

La figura 2 se refiere a una estructura de un cuerpo óptico fotocromático realizado de acuerdo con la presente invención, que comprende un cuerpo óptico 1 (*optical element substrate* -substrato de elemento óptico) sobre el cual se deposita una primera capa (2, *base layer (s)*- capa(s) base) que representa la capa de base. Sobre ésta hay una segunda capa (3, *photochromics layer*- capa fotocromática) que incluye los pigmentos fotocromáticos. Por lo tanto, la segunda capa es la capa fotocromática. Hay una tercera capa (4, *protective layer*- capa protectora) que representa una capa protectora.

También debe decirse que la presente invención también puede aplicarse a la deposición de capas fotocromáticas delgadas sobre películas polarizantes o coloradas destinadas a ser insertadas (sumergidas) en la masa de una lente orgánica o pegadas entre dos cuerpos ópticos de vidrio para transformarlas en elementos ópticos polarizantes y fotocromáticos o solo fotocromáticos. Por lo tanto, la estructura resultante será el cuerpo óptico según la invención y las reivindicaciones a la que se aplicará un método según la invención para obtener un cuerpo óptico fotocromático polarizante

que tenga excelentes propiedades de oscurecimiento o aclaramiento. Con un método de *wet-coating* (recubrimiento en húmedo) tal como el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) descrito anteriormente, también es posible depositar una capa fotocromática delgada en una película polarizante o en una película simplemente coloreada no polarizante; de esta manera, estas películas adquieren la característica de oscurecerse si se exponen a la luz solar y de clarearse al final de la irradiación, en un ambiente interno no iluminado. La capa fotocromática se deposita sobre la película polarizante después de la deposición sobre ella de una capa fina de base que separa la capa fotocromática de la película, favoreciendo su adhesión a la misma. Con la deposición de la capa fotocromática, la película polarizante adquiere propiedades fotocromáticas sin perder ni sufrir disminuciones en su capacidad polarizante original.

La película polarizante y fotocromática así obtenida se puede usar insertándola dentro de un molde para lentes oftálmicas y luego vertiendo, dentro del mismo molde, un monómero fluido con la adición de un catalizador. El monómero se somete al *curing* (curado) térmico que conduce a su reticulación con la formación de lentes oftálmicas orgánicas, que incluyen la película polarizante y fotocromática ahogada en la masa de la lente, colocada hacia la superficie externa, protegida por una capa fina de resina contra las agresiones mecánicas y químicas que puedan provenir de parte de agentes externos a la película.

Aunque la invención no se limita al *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) sino que se extiende a todos los métodos de "*wet-coating*" (recubrimiento en húmedo), al menos en ciertas circunstancias, el método de *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) tiene numerosas ventajas. Entre ellas podemos mencionar las siguientes:

* el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) produce recubrimientos que consisten en capas delgadas uniformes y de alta calidad óptica

5 * el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) implica el recubrimiento contemporáneo de ambas superficies expuestas del sustrato (lente oftálmica, elemento óptico, etc.) con la creación de dos superficies activas en lugar de una; las ventajas resultantes son dobles: en primer lugar, una mayor efectividad en el oscurecimiento de la lente porque es el resultado de dos superficies activas en lugar de una (incluso si la interna está menos radiada) y luego le dé una mayor y comprobada velocidad de decoloración de las lentes (*fading rate*) cuando cesa la irradiación solar, en comparación con las lentes fotocromáticas producidas con otros sistemas. Esta segunda ventaja puede explicarse considerando que con este método el número total de moléculas fotocromáticas depositadas en un sustrato (lente oftálmica u otro elemento óptico) se distribuye entre dos capas en lugar de solo en una; así, el menor número de moléculas fotocromáticas presentes por unidad de volumen de resina de la capa fotocromática permite que las moléculas dispongan de más espacios con menos obstáculos estéricos para llevar a cabo los procesos de reversibilidad conformacional que se traducen en tiempos de decoloración (*fading rate*) más cortos. Sin embargo, como indicado, la invención también se puede aplicar al recubrimiento de una sola cara.

10 * A diferencia del *spin coating* (recubrimiento por rotación), el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) no presenta problemas de formación de burbujas gaseosas que pueden quedar atrapadas y comprometer la uniformidad de las capas.

15 * El *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) permite tratar simultáneamente muchas piezas de sustrato, a diferencia del *spin coating* (recubrimiento por rotación) que, a pesar de tener tiempos de ejecución rápidos, puede llevarse a cabo en un solo sustrato a la vez.

20 * con el método del *dip-coating* (recubrimiento por inmersión), al elegir líquidos de recubrimiento de viscosidad adecuada, es posible variar con precisión el espesor de las capas depositadas de 20 nm a 50 μm conservando altas cualidades ópticas

* con el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) es posible obtener espesores mayores que en otras técnicas de “*wet-coating*” (recubrimiento en húmedo)

25 * Además, este método ofrece la posibilidad de repetir la operación de deposición de una segunda capa sobre la primera ya curada, aumentando así su espesor; puesto que este método permite obtener mayores espesores en comparación con otros métodos, es suficiente en muchos casos un único tratamiento en lugar de múltiples tratamientos repetidos;

* mientras que el método del *spin coating* (recubrimiento por rotación) utiliza casi exclusivamente monómeros polimerizables por vía radicalaria (por lo tanto, UV curables) para vehicular las moléculas fotocromáticas, el método del *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) es excelente para la adhesión de capas finas termopolimerizables

30 * No obstante, el método del *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) permite igualmente una amplia variedad de métodos de curado de las capas finas depuestas.

Además, la presente invención resuelve una serie de problemas relacionados con el *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) tal como se realiza en el estado del arte. Los principales problemas que presenta el método del “*dip-coating*” (recubrimiento por inmersión) cuando se usa para obtener capas delgadas transparentes, de espesor adecuado, que tienen propiedades fotocromáticas y altas cualidades ópticas son los siguientes:

35 * individuación de una resina o de una mezcla de resinas para ser puesta en solución, adecuada para formar una capa fina (capa base) capaz de aislar un sustrato ya preformado (lente, oftálmica, elemento óptico, etc.) de otras capas a deponer posteriormente, favoreciendo, al mismo tiempo, el anclaje al sustrato mismo.

40 * identificación de una resina adecuada que actúe como ligante filmógeno, para ser puesta en la solución, compatible con un compuesto o con una mezcla de compuestos orgánicos fotocromáticos solubilizables en la solución misma del monómero

* Dificultad para solubilizar en la solución de la resina la mayor cantidad posible del compuesto fotocromático o de la mezcla de compuestos fotocromáticos necesarios para dar a la capa delgada a poner las características fotocromáticas requeridas. Lo anterior para obtener una solución líquida de curado que tenga una concentración de compuestos fotocromáticos suficiente para evitar que el proceso de deposición tenga que ser repetido varias veces para obtener un espesor final de la capa delgada con un mayor potencial fotocromático.

45 * por lo tanto, es difícil que la capa fina fotocromática obtenida mediante una sola operación de *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) pueda alcanzar, después de la irradiación con luz solar y al máximo del oscurecimiento, un porcentaje de valor de transmitancia (T%) entre el 18% y el 13 %

50 * dificultad, por lo tanto, para encontrar la mejor mezcla de disolventes capaces de garantizar la solubilidad de los componentes del líquido de *coating* (recubrimiento) y la mayor concentración de resina ligante y compuestos fotocromáticos

55 * Al buscar la mejor composición del líquido de *coating* (recubrimiento) en base a las consideraciones anteriores, es necesario, sin embargo, obtener, al mismo tiempo, valores apropiados de viscosidad y densidad; viscosidades más altas y densidades más bajas del líquido de *coating* (recubrimiento) conducen a la deposición de capas con espesores más altos en igualdad con los otros parámetros sensibles.

* dificultad para encontrar para la solución de *coating* (recubrimiento), a través de la dosificación correcta de sus componentes (mezcla de disolventes y solutos diferentes) el mejor compromiso entre los valores de los parámetros sensibles (viscosidad, densidad, tensión superficial, etc.)

60 * Por último, dificultad para individuar la velocidad lineal de extracción más adecuada de extracción del sustrato de la solución (*withdrawal speed*, velocidad de extracción) para obtener, con ciertos valores de los parámetros sensibles, un espesor apropiado de la capa fotocromática.

Gracias a la presente invención, los problemas antes mencionados se resuelven o al menos se atenúan gracias a la específica elección de la primera y segunda solución, cada una diferente de la otra y, según otro ejemplo, gracias a la primera solución a base de agua y a la segunda solución a base de disolvente orgánico (o de disolventes orgánicos).

65

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la preparación de elementos ópticos fotocromáticos a partir de un cuerpo óptico dado, cuyo proceso comprende los siguientes pasos:
- 5 - depositar al menos una primera capa mediante *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) sobre una parte de dicho cuerpo óptico mediante *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) de dicho cuerpo óptico con una primera solución que comprende una solución con una base de agua y una resina transparente, estableciendo la velocidad de extracción del cuerpo óptico de la primera solución en 1,5 – 1,8 mm / s, la viscosidad de la primera solución en 8,0 – 13,0 cp, la densidad de la primera solución en 1,0020 – 1,0030 g / cm³ y tensión superficial de la primera solución en $2.3 \cdot 10^{-2}$ - $2.7 \cdot 10^{-2}$ N / m, y endurecer la primera solución por evaporación del disolvente de la primera solución;
- 10 - deposición por *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) sobre la primera capa depositada previamente, de una segunda capa que no sea solubizable con la primera capa por *dip-coating* (recubrimiento por inmersión) de dicho cuerpo óptico sobre el cual la primera capa se ha depositado con una segunda solución que comprende una solución con una base de disolventes orgánicos y pigmentos fotocromáticos, estableciendo la velocidad de extracción del cuerpo óptico de la segunda solución en 1,5 – 1,8 mm / s, viscosidad de la segunda solución en 4,0 – 9,0 cp, densidad de la segunda solución en 0,9300 - 0,9600 g / cm³ y tensión superficial de la segunda solución en $2.5 \cdot 10^{-2}$ - $3.0 \cdot 10^{-2}$ N / m, y endurecer la segunda solución por evaporación de un disolvente de la segunda solución.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende como paso adicional la deposición sobre dicha segunda capa de una tercera capa que comprende una solución de resina, siendo dicha tercera capa tal como para aislar la segunda capa del externa.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el depósito de dicha tercera capa que comprende una solución de resina incluye la deposición de una solución que tiene una base acuosa incluida en dicha resina.
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones de 2 a 3, que comprende como un paso adicional la deposición sobre dicha tercera capa de una cuarta capa que incluye una resina de poliuretano.
5. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda capa comprende pigmentos orgánicos fotocromáticos solubizables en un disolvente orgánico y mezclados con la solución de resina.
- 30 6. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fase de depósito de dicha primera capa comprende la inmersión de dicho cuerpo óptico en una solución que comprende dicha resina transparente y un posterior termosecado.
- 35 7. El proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera capa es tal que aísla la segunda capa que comprende pigmentos fotocromáticos del material del cuerpo óptico.
- 40 8. Un elemento óptico fotocromático obtenido por el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, en el que el elemento óptico fotocromático comprende:
un cuerpo óptico dado;
una primera capa que comprende una primera solución que comprende una solución con una base acuosa y una resina transparente, dicha capa dispuesta sobre dicho cuerpo óptico;
una segunda capa que comprende una segunda solución que comprende una solución con una base de disolventes orgánicos y pigmentos fotocromáticos y dispuesta sobre la primera capa, donde la primera capa no es solubilizable con la segunda capa.
- 45 9. Cuerpo óptico fotocromático según la reivindicación 8, en el que dicho cuerpo óptico fotocromático comprende dos caras opuestas y en el que cada una de dichas primera y segunda capas están dispuestas, respectivamente, sobre cada una de dichas dos caras opuestas.
- 50 10. Producto que comprende un elemento óptico fotocromático según las reivindicaciones 8 y 9.

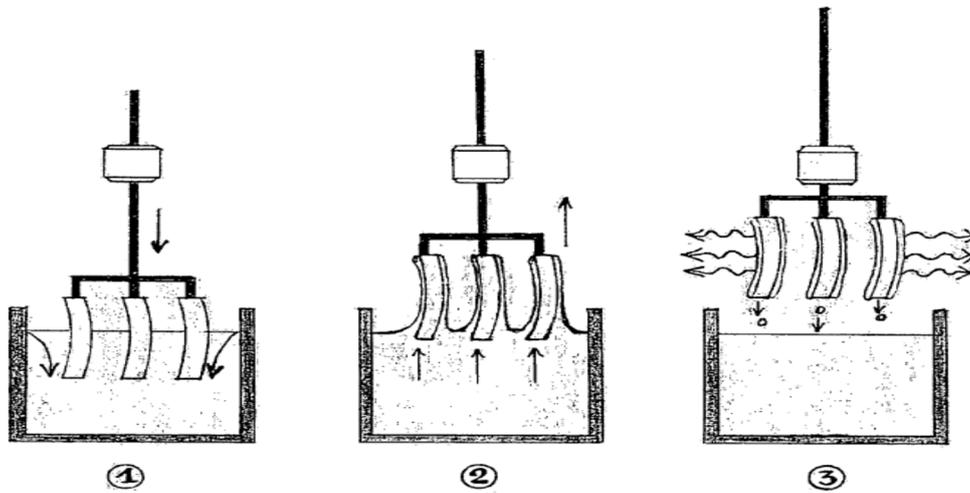


Fig. 1 – Escenario principal del proceso de dip-coating : (1) Inmersión del elemento óptico en la solución de recubrimiento; (2) Formación de la capa húmeda; (3) Gelación de la capa mediante evaporación del disolvente

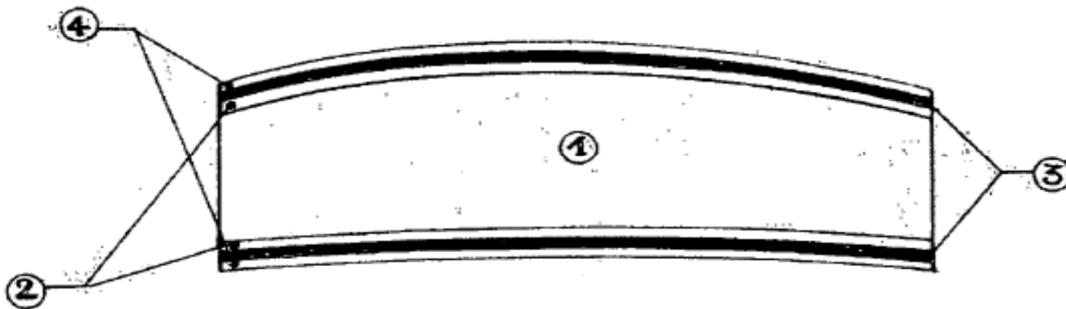


Fig. 2- Visión transversal de la lente o elemento óptico multicapas recubiertas con el método dip-coating: (1) Substrato lente o elemento óptico (2) Capas Bases (3) Capas fotocromáticas (4) Capas protectoras