

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 610**

51 Int. Cl.:

C09K 9/00 (2006.01)

G02B 1/04 (2006.01)

G03C 1/73 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06829452 .9**

96 Fecha de presentación: **08.12.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1966342**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.09.2008**

54 Título: **Objeto fotocromático de plástico**

30 Prioridad:
12.12.2005 DE 102005059716

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.06.2012

73 Titular/es:
**RODENSTOCK GMBH
ISARTALSTRASSE 43
80469 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
**ROHLFING, Yven;
WEIGAND, Udo y
MELZIG, Manfred**

74 Agente/Representante:
Aymat Escalada, Carlos Jesús

ES 2 382 610 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

5 La presente invención se refiere a un objeto fotocromico de plástico, constituido por un material de plástico polímero transparente, donde por lo menos una estructura huésped inorgánica, esencialmente mesoporosa, que presenta una o varias moléculas colorantes fotocromicas orgánicas incorporadas, se introduce o se deposita formando un material fotocromico nanocomposito. Contrariamente a los planteamientos disponibles en el estado de la técnica, según la presente invención no se añaden colorantes orgánicos fotocromicos en forma molecular a la mezcla monómero / prepolímero del cristal plástico, sino que se utilizan partículas fotocromicas nanocompositas o estructuras fotocromicas nanocompositas para lograr la coloración.

10 Los objetos fotocromicos de plástico en general, y los cristales fototrópicos para gafas de plástico en particular se pueden fabricar utilizando colorantes orgánicos fotocromicos. Los colorantes para cristales fototrópicos para gafas deben cumplir varias condiciones: (i) elevados coeficientes de extinción, (ii) solidez a la luz / vida útil elevada, (iii) evolución cromática controlable en el oscurecimiento y aclaramiento a temperaturas diferentes así como (v) compatibilidad con el sustrato polímero. Estas condiciones las cumplen en particular ciertos compuestos de la clase de los piranos, en particular los naftopiranos y los sistemas anulares mayores, derivados de los mismos. Para su utilización en cristales oftálmicos resultan así mismo adecuados los colorantes espiro – oxacin y espiro – pirano que, hasta la segunda mitad de los años 90 constituían el estado de la técnica.

15 La coloración del plástico transparente que se utiliza como cristal para gafas se realiza en la industria de diversas formas: (i) mediante la coloración de la masa, donde, antes de la polimerización, se añade colorante a la mezcla monómera, (ii) la aplicación de una capa fina fotocromica, donde el sustrato se provee por medio de *spin coating*, *dip coating*, etc. o la adhesión de una lámina, de una capa funcional generada según el método (i), o (iii) mediante la coloración de superficie, en la que la coloración se realiza por termo – difusión de los colorantes fotocromicos en el objeto de plástico.

20 En el nuevo entorno – una matriz -, las moléculas de colorante están sometidas a influencia tanto química como física y tienen que adaptarse al mismo . En la fabricación de cristales para gafas, debido a los requisitos del producto y de su aplicación, se utilizan plásticos y compuestos polímeros diferentes. Los polímeros endurecidos se distinguen por su índice de refracción, dureza, resistencia al choque, peso, etc.

25 El cambio de la matriz polímera puede tener repercusiones negativas sobre el comportamiento fotocromico del colorante orgánico y, debido a ello, requerir enormes esfuerzos en investigación y desarrollo o incluso impedir la aplicación comercial de la clase de colorante. En DE 198 52 680, se señala por consiguiente que el estudio comparativo de los colorantes solo se puede realizar en la misma matriz.

30 El colorante y la matriz circundante son partes del sistema fotocromico y por consiguiente no se pueden considerar de forma independiente. Las propiedades fotocromicas son función, de una parte, de la elección de la clase de colorante y de la sustitución de su estructura básica y, de otra parte, de la matriz circundante. Si se consigue que los colorantes no dependan de los efectos de la matriz del material plástico de los cristales oftálmicos, ya no se aplican las limitaciones mencionadas. En EP 1 099 743 A1, se describe una forma de eliminar las limitaciones mencionadas. Se describe una “vaina protectora” para el centro de isomería del colorante abridor de anillo, que se adapta en dimensión molecular.

35 Lo que se pretende por lo tanto con la presente invención es presentar unos objetos de plástico fotocromicos, cuyas propiedades fotocromicas se puedan controlar independientemente del sustrato de plástico utilizado. Hasta la fecha, solo se podía obtener plásticos útiles (por ejemplo, policarbonato) utilizando el costoso método (ii).

40 Este problema se resuelve con las formas de realización mencionadas en las reivindicaciones.

En particular, según la presente invención,
se presenta un objeto de plástico fotocromico para fines oftálmicos, elegido entre cristales para gafas de todo tipo, inclusive gafas de sol, gafas protectoras y viseras para cascos, constituido por un material de plástico polímero, donde por lo menos una estructura huésped inorgánica que presenta una o varias moléculas colorantes fotocromicas orgánicas incorporadas, se introduce o se deposita formando un material fotocromico nanocomposito, donde los poros de la estructura huésped en la que se incluyen una o varias moléculas de colorante fotocromico orgánico, tienen un diámetro de 1,5 a 5 nm.

45 Si, según la invención, se inmovilizan colorantes fotocromicos adecuados en un material con configuración y ordenación interna y se utiliza esto en forma de partículas pequeñas o láminas finas en lugar de moléculas de colorante, como se describe en el estado de la técnica, las propiedades fotocromicas sólo recibirán la influencia del material huésped de las moléculas y ya no la del polímero.

50 El material nano – composito fotocromico previsto según la invención puede estar en forma de partículas o como capa estructurada.

Si se incorporan partículas en un sustrato polímero, el objeto de plástico contiene de preferencia más de 1% en peso de nano - composito.

Si el material nano –composito fotocromico se encuentra como capa estructurada, suele tener grosores de capa de hasta varios micrometros.

- 5 En el marco de la presente invención, los poros de la estructura huésped en la que se incluyen una o varias moléculas de colorante fotocromicas orgánicas, tienen un diámetro de 1,5 a 5 nm.

10 En este sentido, es de uso corriente la expresión técnica Material huésped – anfitrión (host-guest material), donde la mencionada matriz huésped posee una textura en forma de poros, oquedades o cámaras, que pueden presentar también reticulación bi- o tridimensional (D. Wöhrle, G. Schulz-Ekloff, *Adv. Mater.* 1994, 6, 875). Tanto la dimensión de los huéspedes moleculares en inclusión como también de la matriz huésped circundante tienen escala nanométrica. Los especialistas consideran que estos sistemas son materiales nanocompositos (*nanocomposite materials*) (*Chem. Mater.* 2001, 13 (10)). Los materiales huésped inorgánicos reciben también el nombre de cribas moleculares (*molecular sieves*) (D. Breck, *Zeolite Molecular Sieves* 1994, Wiley, Londres).

15 La estructura huésped inorgánica es de preferencia un material inorgánico ordenado a base de SiO_2 , Al_2O_3 , $[\text{m}\{\text{Al}_2\text{O}_3\} \cdot \text{n}\{\text{SiO}_2\}]$, TiO_2 , ZnO , ZrO_2 u otros óxidos metálicos así como sus óxidos mixtos, así como a base de aluminio - fosfatos. La estructura del óxido metálico se suele obtener por policondensación en presencia de estructuradores anfifilos. La estructura huésped puede ser cristalina u ordenada a distancia con paredes porosas amorfas. Los sistemas porosos tienen acceso libre y pueden tener ordenaciones geométricas diferentes. La estructura hueca de los materiales huésped utilizados debe estar en condiciones de alojar sin esfuerzo la molécula huésped. Se distinguen los microporos (< 2 nm), los mesoporos (<= 2 nm, <= 50 nm) y los macroporos (>= 50 nm) (Nomenclatura IUPAC).

20 Los zeolitos microporosos – aluminio - silicatos cristalinos $[\text{m}\{\text{Al}_2\text{O}_3\} \cdot \text{n}\{\text{SiO}_2\}]$ – se obtienen de forma sol – gel – sintética utilizando cationes orgánicos. El tamaño de las jaulas de zeolitos es afectado por el efecto templado de los cationes. Mediante la síntesis *in-situ* de colorantes espiro – piranos en la llamada superjaula (diámetro 1,3 nm) del zeolito Y (Faujasit, FAU) se pudo obtener diversos materiales huésped – anfitrión fotocromicos. (Wöhrle et al., “In Situ Synthesis of Azo Dyes and Spiropyran Dyes in Faujasites and their Photocromic Properties”, HOST-GUEST-SYSTEMS BASED ON NANOPOROUS CRYSTALS (2003), Páginas 29-43, Weinheim, Alemania). No obstante, estos ensayos han mostrado que con una oquedad y un tamaño de huésped casi idénticos, el efecto jaula descrito en los años 60 conduce a la estabilización de los isómeros incoloros y de color. Los nanocompositos oscurecidos sólo se aclaran bajo fuerte irradiación con luz visible y por lo tanto no se pueden utilizar según la presente invención.

30 Los colorantes naftopiranos por ejemplo de los grupos de benzo [f] cromenos h-anillados, como se describe por ejemplo en WO 2006/045495 A1, o los espiro – fluoreno – piranos (véase US 6.225.466 o US 6.331.625) alcanzan por lo general un tamaño de 15 – 20 Å. Para evitar una restricción estérica de los colorantes, las estructuras de los huecos del anfitrión deben ser mayores que las del huésped. Los materiales o partículas nanocompositos según la presente invención se obtienen mediante la inclusión de los colorantes en estructuras esencialmente mesoporosas, que se introducen a continuación en el polímero del cristal o se aplican sobre el mismo.

35 Desde 1992 es posible fabricar artificialmente materiales estructurados mesoporosos con poros libremente accesibles (J. Beck *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* 1992, 114, 10834). Esto se logra utilizando estructuradores autoorganizadores, que pueden formar templados mayores. Se pueden mencionar al respecto los agentes tensioactivos aniónicos y catiónicos, los compuestos oligómeros con secciones hidrófilas y lipófilas y otros compuestos anfifilos autoorganizadores. En un proceso coordinado se forman por poli – condensación, alrededor de los templados, estructuras amorfas de pared (Mecanismo LCT, *liquid cristal templating mechanism*). Entretanto, muchos escritos han descrito esta clase reciente de sustancia. Como representantes conocidos se pueden citar por ejemplo los materiales MCM y SBA. Un especialista puede controlar los parámetros de textura y la morfología de las partículas.

40 Dentro del marco de la presente invención pueden mencionarse aquí, a modo de ejemplo, la inclusión de benzo [f] cromenos h-anillados fotocromicos en poros de 30 – 35 Å de tamaño, de un silicato meso - estructurado con ordenación hexagonal ($p6mm$) y posterior introducción de esta nanopartícula en el cristal polímero. Por ejemplo, también se puede generar sobre un sustrato polímero adecuado material utilizado como estructura de silicato con sistema de poros con centrado interior cúbico ($Im3m$), que contiene benzo [f] cromenos h- anillados.

45 Además, la permeabilidad a la luz del cristal para gafa debe estar garantizada. Ya unas partículas o huecos de un tamaño > 50 nm pueden hacer que la dispersión de la luz visible produzca un enturbiamiento. Ajustando los índices de refracción (*index matching*) de nanopartícula y sustrato polímero se pueden utilizar también partículas más grandes o estructuras laminares. Los objetos de plástico según la invención contienen nanopartículas con estrecha distribución de tamaños de poro sin macroporos. Las partículas utilizadas se fabrican en el tamaño necesario para la transparencia o eventualmente, se confeccionan (por ejemplo por trituración, etc.).

55

Como se indica más arriba, la fotocromía está sometida a la fuerte influencia del entorno químico del colorante. En el marco de la presente invención, se ha previsto también una modificación química de la superficie interior de la nanopartícula porosa, es decir, en una forma de realización de la presente invención, la estructura huésped porosa presenta una superficie químicamente funcionalizada. El entorno químico en el interior de un óxido metálico poroso queda determinado por lo general por grupos hidroxilo, que aparecen libres, puenteados sobre átomo de hidrógeno o con moléculas de agua acumuladas. Una funcionalización dirigida puede controlar la estabilización de los isómeros del huésped fotocromico. Los grupos funcionales para la pasivación pueden ser por ejemplo grupos amino, amino secundarios y terciarios, halogenuros de amonio, mercapto, ciano y halógeno. La funcionalización puede realizarse por lo general mediante reactivos de sililación (*preecursors*), elegidos dentro de (i) un grupo alcoxi silano para el anclaje, un elemento distanciador $(CH_2)_n$ con $n=2-18$ y el grupo funcional, (ii) silanos halógenos funcionalizados, (iii) disilazanos funcionalizados, (iv) disiloxanos funcionalizados u otros reactivos condensables. Los *preecursors* se forman sobre la superficie del óxido metálico, idealmente como una monocapa reticulada (*SAM self assembling monolayer*), unida a la superficie mediante puentes de O. Esta forma de proceder para la funcionalización constituye el estado de la técnica desde comienzo de los años 90.

Mediante la funcionalización, con una adecuada sustitución de los colorantes orgánicos para el control de la difusión, se puede realizar una unión covalente o iónica de los huéspedes (Y. Rohlfing *et al.*, *Stud. Surf. Sci. Catal.* **2000**, 129, 295). En otra forma de realización de la presente invención, los colorantes orgánicos fotocromicos se unen a la superficie químicamente funcionalizada de la estructura huésped mediante enlace covalente o iónica. El enlace preferido aquí es mediante péptido o sulfonamida.

Para evitar la aglomeración y/o mejorar las propiedades del material del objeto de plástico según la invención se puede realizar una reticulación de las partículas nanocompositas en el sustrato de plástico. En otra forma de realización de la presente invención, las partículas nanocompositas se han reticulado por lo tanto con el material plástico polímero utilizando reactivos de sililación policondensables. Para ello se provee la superficie exterior de las nanopartículas de grupos funcionales polimerizables. La funcionalización se realiza según lo descrito anteriormente con reactivos de sililación. La nanopartícula así modificada se puede concebir como co-monómero en la polimerización del cristal de plástico. Los especialistas saben cómo manejar los silanos. Un sistema habitual para la reticulación de partículas de óxido metálico en poliácridatos es por ejemplo: (a) un acroilo oxisilano, (b) un glicido oxisilano y (c) un penta eritritol para la reticulación cruzada.

Los colorantes fotocromicos orgánicos contenidos en el objeto fotocromico de plástico no están sometidos a ninguna limitación específica. De preferencia, los colorantes se eligen dentro de las clases de unión de los (i) 3H-naftopiranos y 2H-naftopiranos, inclusive los sistemas anulares mayores derivados de los mismos, los (ii) colorantes de espiro oxazina, los (iii) colorantes de espiro pirano o (v) mezclas de los mismos.

Como material plástico transparente, que sirve en particular de soporte o matriz para las partículas nanocompositas fotocromicas, el objeto plástico según la invención contiene uno o varios materiales de plástico. Los materiales de plástico utilizables pueden ser los plásticos que se suelen utilizar en el estado de la técnica, en particular para usos oftálmicos. Por ejemplo, el material de plástico se puede elegir entre los siguientes: poli (C_1-C_{12} -alquil) metacrilatos, polioxi alquilen metacrilatos, polioxi fenol metacrilatos, acetato de celulosa, triacetato de celulosa, acetato propionato de celulosa, acetato butirato de celulosa, polivinil acetato, polivinil alcohol, cloruro de polivinilo, cloruro de polivinilideno, policarbonatos, poliésteres, poliuretanos, polietileno tereftalato, poliestirol, poli- α -metil-estirol, polivinil butirato, copoli (estirol – metil metacrilato), copoli (estirol acril nitrilo) y polímeros de componentes del grupo, constituidos por monómeros de polioli (alil carbonato), monómeros de acrilato polifuncional, metacrilato o dietileno glicol dimetacrilato, monómeros etoxilados de bisfenol – A – dimetacrilato, monómeros de diisopropenil benzol, monómeros de etileno glicol bis metacrilato, monómeros de poli (etileno glicol) bismetacrilato, monómeros etoxilados de fenol metacrilato, monómeros alcoxilados de polialcohol acrilato y monómeros de dialilideno pentaeritritol o mezclas de los mismos.

En particular, el material de plástico puede ser un homo- o copolímero sólido, transparente, elegido dentro del grupo formado por poli (metil metacrilato), poli (etileno glicol bismetacrilato), poli (bis – fenol – A – dimetacrilato etoxilado), policarbonato termoplástico, polivinil acetato, polivinil butirato, poliuretano o un polímero elegido entre los componentes del grupo formado por monómeros de dietileno glicol bis(alil carbonato), monómeros de dietileno glicol dimetacrilato, monómeros etoxilados de fenol metacrilato, monómeros etoxilados de fenol metacrilato, monómeros etoxilados de diisopropenil benzol y monómeros etoxilados de trimetil propano triacrilato.

El objeto de plástico fotocromico según la invención puede presentar además una o más capas duras que mejoran la resistencia al rayado. Además, se puede prever también, de preferencia en la cara del objeto de plástico que no da a la luz, una o varias capas convencionales anti-reflejos.

La presente invención se describe en los ejemplos, no limitativos, que se dan a continuación:

55 Ejemplo 1

- (i) Fabricación de nanopartículas mesoporosas con ordenación unidimensional de los poros

5 Se calienta a 60° C 5 litros de agua destilada. Se añaden removiendo 14 g de metasilicato sódico (Fa. ALDRICH, N° 30, 781-5). Se sigue removiendo a 60°C hasta obtener una solución clara (aprox. 1 hora). A continuación se añaden 15,8 g de bromuro de cetil trimetil amonio. Se vuelve a remover a 60°C hasta obtener una solución clara. Se sigue removiendo durante 2 horas. Se añade removiendo 17,8 g de cloruro sódico a la mezcla. Se espera hasta que la sal se haya disuelto completamente y luego se añaden 12 ml de isopropil acetato. Tras la adición se mantiene la temperatura y se remueve intensamente durante 30 minutos.

10 Una vez terminado de remover, se mantiene la temperatura durante 3 d. En la solución de reacción se han formado nanopartículas, que están completamente en suspensión. Una filtración utilizando métodos convencionales no es posible debido al tamaño reducido de las partículas. Las partículas se separan por centrifugación múltiple a 15.000 g. El material pastoso obtenido se separa por gravedad varias veces en agua bidestilada y se vuelve a centrifugar la suspensión.

Las nanopartículas se calientan a 600°C con 1°C/min. Se obtiene un polvo homogéneo, blanco puro.

15 El material mesoporoso obtenido en el ejemplo tiene un volumen de mesoporo V_{mes} de 0,695 cm³/g, una superficie total S_{tot} de 1067 m²/g y una superficie interna S_{mes} de 812 m²/g. El diámetro de poro D_{mes} es de aprox. 3,4 nm, el diámetro de la partícula individual $D_{partikel}$ es de aprox. 35 a 40 nm.

(ii) Modificación de nanopartículas porosas con alcoxisilano

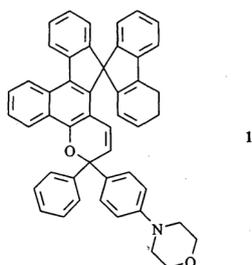
20 Se secan bajo vacío las nanopartículas porosas de la etapa (i) y se suspenden bajo atmósfera de gas inerte en diclorometano secado. Después de añadir 5 mmol de nanopartículas de 3-amino propil trietoxi silano/g se remueve la suspensión durante varias horas y se centrifuga según la etapa (i). Se obtiene un polvo homogéneo, blanco puro.

El material mesoporoso modificado tiene un volumen de mesoporo V_{mes} de 0,360 cm³/g, una superficie interna S_{mes} de 541 m²/g. El diámetro de poro reducido D_{mes} es de aprox. 2,7 nm.

(iii) Sorción de un colorante de naftopirano en nanopartículas porosas

25 Se secan bajo vacío las nanopartículas porosas de la etapa (i) y se suspenden bajo atmósfera de de gas inerte en diclorometano secado. Después de añadir a un compuesto fotocromico de espiro fluoreno pirano de fórmula estructural 1, que se describe en EP 0 987 260 B1 5

30



35 se remueve bajo gas inerte hasta que el colorante se haya disuelto completamente. La sorción del colorante por el material huésped se traduce en la decoloración de la mezcla. El material nanocomposito fotocromico así generado se centrifuga según la etapa (i). Se obtiene un polvo homogéneo, azul – gris.

(iv) Fabricación de un objeto de plástico fotocromico de poliacrilato

40 Los materiales nanocompositos según la invención de la etapa (iii) se suspenden removiendo en la solución monómera del acrilato. Después de añadir un catalizador de peróxido se polimeriza la mezcla a temperatura elevada en un molde de fundición. La polimerización termina con el desmoldeo a 100°C.

Ejemplo 2

La realización es como el ejemplo 1, con la diferencia de que la modificación de la estructura huésped desaparece (Etapa (ii)).

45

Ejemplo 3

La realización es como el ejemplo 1, con la diferencia de que en lugar de cloruro sódico se añade una cantidad equimolar de cloruro de amonio (Etapa (i)) y de que la modificación de la estructura huésped desaparece (Etapa (ii)).

- 5 El material mesoporoso de la etapa (i) tiene un volumen de mesoporo V_{mes} de 0,478 cm³/g, una superficie total S_{tot} de 808 m²/g y una superficie interna S_{mes} de 637 m²/g. El diámetro de poro D_{mes} es de aprox. 3,0 nm, el diámetro de la partícula individual $D_{partikel}$ es de aprox. 35 a 40 nm.

Ejemplo 4

La realización es como el ejemplo 2, con la diferencia de que en la última etapa se fabrica un objeto plástico fotocromico de policarbonato. La etapa (i) es análoga a la del ejemplo 1, (i) y la etapa (ii) es análoga a la del ejemplo 1 (iii).

- 10 (iii) Se disuelve granulado de policarbonato en dicloro metano. Se añade a la solución el material nanocomposito de la etapa (ii) y se suspende de forma homogénea removiendo. La mezcla se vierte en un molde de fundición y se endurece para formar una probeta de muestra.

- 15 Los datos estructurales se tomaron de isothermas de sorción de nitrógeno (Aparato MICROMERITICS ASAP 201, 80 Puntos de medición). Las valoraciones de los datos de medición se realizaron mediante el método t-plot y BET. Los tamaños de partícula se determinaron por microscopia electrónica de transmisión. (Aparato JEOL.JSM-6700F).

La figura 1 muestra la variación de coloración de un compuesto de espiro fluoreno pirano bajo la influencia de la modificación del material mesoporoso que sirve de matriz (véase ejemplos anteriores). Las partículas nanocompositas se introducen en el mismo sustrato plástico.

- 20 La figura 2 muestra la variación de las propiedades cinéticas del compuesto de espiro fluoreno pirano bajo la influencia de la modificación del material mesoporoso que sirve de matriz en forma de diagrama cinético. Los valores indicados en la figura 2 relativos al aclaramiento porcentual se refieren al oscurecimiento después de 15 minutos de iluminación con una lámpara de arco Xenón con 50 klux.

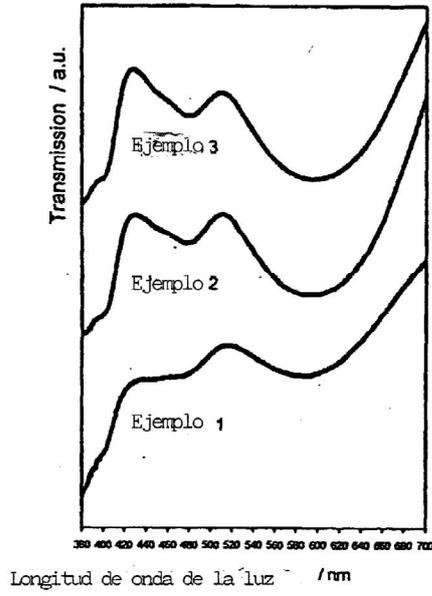
Para visualizar mejor se desplazaron entre si en las ordenadas los espectros y las aplicaciones cinéticas.

- 25 Como se muestra en los ejemplos, la fabricación controlada de nanopartículas porosas, eventualmente en combinación con métodos de modificación de superficie, conduce a estructuras huésped hechas a medida para su incorporación en los sustratos plásticos correspondientes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Objeto de plástico fotocromico para fines oftálmicos, elegido entre cristales para gafa de todo tipo, inclusive gafas de sol, gafas protectoras y viseras para cascos, constituido por un material de plástico polímero, donde por lo menos una estructura huésped inorgánica que presenta una o varias moléculas colorantes fotocromicas orgánicas incorporadas, se introduce o se deposita formando un material fotocromico nanocomposito, donde los poros de la estructura huésped en la que se incluyen una o varias moléculas de colorante fotocromico orgánico, tienen un diámetro de 1,5 a 5 nm.
2. Objeto de plástico fotocromico según la reivindicación 1, donde el material nanocomposito se encuentra en forma de partículas o como capa estructurada.
- 10 3. Objeto de plástico fotocromico según la reivindicación 1 o 2, donde la estructura huésped porosa es un material inorgánico ordenado a base de SiO_2 , Al_2O_3 , $[\text{m}\{\text{Al}_2\text{O}_3\} \cdot \text{n}\{\text{SiO}_2\}]$, TiO_2 , ZnO , ZrO_2 o sus óxidos mixtos, o de aluminio - fosfatos.
- 15 4. Objeto de plástico fotocromico según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde la estructura huésped porosa presenta una superficie químicamente funcionalizada.
5. Objeto de plástico fotocromico según la reivindicación 4, donde los grupos funcionales se eligen entre grupos alquilo de cadena recta o ramificada, grupos alquilo polihalogenados, grupos amino primarios, secundarios o terciarios, grupos de halogenuro de amonio, grupos mercapto, ciano o halógeno.
- 20 6. Objeto de plástico fotocromico según una de las reivindicaciones 1 a 5, donde los colorantes fotocromicos orgánicos se eligen dentro de las clases de compuestos de los (i) 3H-naftopiranos y 2H-naftopiranos, inclusive los sistemas anulares mayores derivados de estos, los (ii) colorantes de espiro oxazin, los (iii) colorantes de espiro pirano o (iv) mezclas de los mismos.
7. Objeto de plástico fotocromico según una de la reivindicaciones 4 a 6, donde los colorantes orgánicos fotocromicos están unidos a la superficie químicamente funcionalizada de la estructura huésped por medio de enlace covalente o iónico.
- 25 8. Objeto de plástico fotocromico según una de las reivindicaciones anteriores, donde las partículas nanocompositas se reticularan con el material plástico polímero utilizando reactivos de sililación policondensables.

Figur 1



Figur 2

