

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 931**

51 Int. Cl.:

C01G 23/047 (2006.01)

C01G 23/053 (2006.01)

C09C 1/36 (2006.01)

C09D 1/00 (2006.01)

B82Y 30/00 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2010 PCT/GB2010/051515**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2011 WO11033286**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2010 E 10768047 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2477947**

54 Título: **Soles estables de titania nanométrica y proceso para su producción**

30 Prioridad:

17.09.2009 GB 0916329

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

13.02.2017

73 Titular/es:

**HUNTSMAN P&A UK LIMITED (100.0%)
Titanium House, Hanzard Drive, Wynyard Park
Stockton-on-Tees, TS22 5FD, GB**

72 Inventor/es:

**EDWARDS, JOHN y
LOWRY, KARL**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 600 931 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

Soles estables de titanía nanométrica y proceso para su producción

Campo de la invención

5 La presente divulgación se refiere, en general, a soles concentrados estables de titanía nanométrica y a los procesos para su producción y uso. Por ejemplo, la presente divulgación se refiere a soles concentrados estables de titanía nanométrica en el intervalo medio del pH (4,0-10,0) y a los procesos para su producción y uso.

Antecedentes

10 El dióxido de titanio (TiO₂) o titanía está presente normalmente en el mercado en forma de dos polimorfos predominantes, la anatasa o el rutilo, y tiene con un tamaño promedio de partícula de entre 150 nm y 250 nm. Dado su elevado índice de refracción, su color insignificante y su calidad de inerte, es útil como opacificante en pinturas, papeles, plásticos, cerámicas, tintas, etc. El dióxido de titanio que tiene un tamaño promedio de partícula menor, por ejemplo en el intervalo del tamaño promedio de partícula de 1 nm a 150 nm también se denomina titanía nanométrica. La titanía nanométrica es un producto útil en cosméticos, productos de cuidado personal, plásticos, recubrimientos de superficies, superficies de autolimpieza y aplicaciones fotovoltaicas debido a su: I) translucidez
15 combinada con propiedades fotoprotectoras; II) propiedades fotocatalíticas; III) propiedades conductoras combinadas con un área de superficie elevada.

Entre los problemas relacionados con los productos de dióxido de titanio nanométrico suministrados en forma de polvo se incluyen: I) las dificultades derivadas de la dispersión de los productos hasta el tamaño deseado; II) problemas con el polvo/manipulación debido a la finura del dióxido del polvo de la titanía nanométrica. Un producto de dióxido de titanio nanométrico suministrado en forma de un sol concentrado estable solucionaría estos dos problemas críticos.

En la literatura se han comunicado soles acuosos estables de dióxido de titanio nanométrico. Sin embargo, su producción se ha limitado a regiones del pH muy bajas (< pH 2) o muy altas (> pH 10) o a concentraciones bajas (< 300 gpl).

25 En la patente de Estados Unidos n.º 2.448.683 se describe un proceso según el cual el dióxido de titanio hidratado se neutraliza en primer lugar, después se peptiza con HCl y formar un sol coloidal de dióxido de titanio. A continuación, el sol coloidal de dióxido de titanio se neutraliza, se seca y se calcina a una temperatura que varía de aproximadamente 500 a 600 °C antes de volver a dispersar el producto calcinado.

30 En la patente publicada de Estados Unidos n.º 2006/0110319 se preparan soles de dióxido de titanio rutilo nanométrico mediante la hidrólisis de tetraisopropóxido de titanio en una solución acuosa que contiene peróxido de hidrógeno y, a continuación, se somete a tratamiento hidrotérmico a una temperatura de entre 50 y 120 °C.

En la patente publicada de Estados Unidos n.º 2009/0062111 se describe un proceso de formación de un sol de dióxido de titanio nanométrico que incluye la precipitación de dióxido de titanio hidratado a partir de una solución de isopropóxido de titanio y la peptización del hidróxido de titanio hidratado con un ácido alfa-hidroxi carboxílico a una temperatura de entre 70 y 150 °C durante un periodo de tiempo prolongado.

En la patente publicada de Estados Unidos n.º 2009/0061230 también se describe un proceso de formación de un sol estable de dióxido de titanio nanométrico mediante la reacción de un compuesto de titanio que contiene halogenuros con agua en presencia de un poliol.

40 En la patente de Estados Unidos n.º 5.840.111 se prepara un sol de dióxido de titanio nanométrico mediante la adición de una solución de ácido sulfúrico y sulfato de titanilo a un medio reactivo alcalino para formar nanopartículas de dióxido de titanio, la floculación de las nanopartículas mediante la adición de un ácido monobásico y, a continuación, el aislamiento del floculado mediante filtración.

45 El documento EP 0518175 se refiere a un preparado adecuado para la producción de un sol de óxido metálico neutro y que contiene entre 35-75 % en peso de uno o más soles de óxidos metálicos o hidratos de óxidos metálicos y 15-45 % en peso de uno o más ácidos hidrocarboxílicos y/o derivados de ácidos hidrocarboxílicos como estabilizantes.

50 El documento US 2819177 se refiere a un proceso de preparación de una dispersión coloidal acuosa de monohidrato de óxido de titanio con carga negativa e incoloro, que comprende la acidificación de una suspensión acuosa sustancialmente libre de iones sulfato de monohidrato de dióxido de titanio hasta lograr un pH menor de 5 con un ácido monobásico inorgánico, y, después, revirtiendo la carga de las partículas coloidales resultantes

mediante la modificación del pH hasta un valor de entre aproximadamente 5 y aproximadamente 11 con un agente alcalinizante específico.

El documento EP 1052225 describe un método de producción de un sol coloidal de dióxido de titanio neutro con una estabilidad elevada en un intervalo neutro y capaz de formar un recubrimiento incoloro transparente incluso si se seca a temperatura ambiente. Este se produce mezclando un sol de dióxido de titanio ácido que comprende de 50 a 100 partes por peso de partículas coloidales de dióxido de titanio y de 5 a 50 partes por peso de un agente quelante para los iones de titanio con de 1 a 50 partes por peso de una sustancia alcalina que comprende al menos uno de compuestos metálicos alcalinos y compuestos amina, y, opcionalmente, ajustando el valor del pH de la mezcla líquida a de 5 a 10 o ajustando el valor del pH de la mezcla líquida a de 6 a 10, y, a continuación, aplicando un tratamiento de desionización a la mezcla para cargar así las partículas coloidales de dióxido de titanio con electricidad negativa.

En el documento WO 2009/030880 se describe un proceso de purificación de un pigmento que comprende el lavado del pigmento con agua que tiene menos de 100 ppm en peso de los sólidos disueltos totales y una contaminación microbiológica de menos de 100 unidades formadoras de colonias por ml.

En el documento EP 1544256 se describe un método de reducción de la actividad química y la fotoactividad de las nanopartículas de dióxido de titanio, que comprende la adición de un agente densificador tal como ácido cítrico, a una pasta acuosa de las nanopartículas de dióxido de titanio, y el tratamiento de la pasta acuosa con una fuente de alúmina para formar nanopartículas de dióxido de titanio tratadas con alúmina. En una realización, las partículas se tratan con una fuente de sílice, tal como una solución de silicato sódico. Las nanopartículas de la presente invención también se pueden tratar con una fuente de sílice y una fuente de alúmina. Las nanopartículas tratadas se pueden silanizar.

Como tal, sigue siendo muy deseable hallar métodos alternativos para producir soles altamente estables de dióxido de titanio de tamaño nanométrico y, en particular, medios para producir soles altamente estables concentrados de dióxido de titanio de tamaño nanométrico.

Sumario

La invención reivindicada proporciona un proceso de producción de un sol acuoso concentrado de titania nanométrica que comprende:

(a) poner en contacto un sol ácido de titania nanométrica con un dispersante que comprende al menos un ácido carboxílico soluble en agua, una sal de ácido carboxílico soluble en agua, un ácido policarboxílico soluble en agua, un fosfato o silicato y un agente alcalinizante, en el que el pH del sol de titania nanométrica tras el contacto está en un intervalo de entre 4,0 y 10,0; y

(b) someter el sol con pH ajustado de titania nanométrica a filtración por membrana, preferiblemente por filtración de flujo cruzado o filtración de flujo cruzado con vibración, y continuar el filtrado por membrana hasta que el sol de titania nanométrica contenga más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 .

En una realización, el proceso de producción de un sol acuoso concentrado de titania nanométrica incluye la etapa de proporcionar un sol ácido de titania nanométrica; antes de realizar las etapas de:

(a) poner en contacto un sol ácido de titania nanométrica con un dispersante que comprende al menos un ácido carboxílico soluble en agua, una sal de ácido carboxílico soluble en agua, un ácido policarboxílico soluble en agua, un fosfato o silicato y un agente alcalinizante, en el que el pH del sol de titania nanométrica tras el contacto está en un intervalo de entre 4,0 y 10,0; y

(b) someter el sol con pH ajustado de titania nanométrica a filtración por membrana, preferiblemente por filtración de flujo cruzado o filtración de flujo cruzado con vibración, y continuar el filtrado por membrana hasta que el sol de titania nanométrica contenga más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 .

En otra realización el sol con pH ajustado de titania nanométrica se puede poner en contacto con un agente de lavado durante la etapa (b) del proceso, preferiblemente antes de que haya comenzado la concentración del sol de titania nanométrica, para eliminar las sales solubles del sol de titania nanométrica.

Según otra realización se puede someter al sol de titania nanométrica a un tratamiento de recubrimiento, bien antes de la etapa (b) o bien durante la etapa (b) después de poner en contacto el sol con pH ajustado de titania nanométrica con el agente de lavado para eliminar las sales solubles del sol de titania nanométrica, pero antes de concentrar el sol de titania nanométrica.

El sol acuoso concentrado de titania nanométrica de la presente divulgación es adecuado para su uso en diversas aplicaciones, entre las que se incluye proporcionar protección frente a la luz UV y degradar o inactivar fotoquímicamente los contaminantes.

5 La invención reivindicada también proporciona un sol acuoso concentrado de titania nanométrica que contiene más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , pudiéndose obtener el sol produciéndose según el proceso descrito anteriormente.

La invención reivindicada también proporciona un recubrimiento o artículo que comprende dicho sol acuoso concentrado de titania nanométrica.

10 La invención reivindicada también proporciona una composición catalítica que comprende un sol acuoso concentrado de titania nanométrica que contiene más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , pudiéndose obtener el sol produciéndose de acuerdo con el proceso anterior.

15 La invención reivindicada también proporciona un método para proteger la superficie de un sustrato frente a la radiación UV, que comprende: la aplicación de un sol acuoso concentrado de titania nanométrica a la superficie del sustrato para formar un recubrimiento protector en la superficie del sustrato, conteniendo el sol más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , y pudiéndose obtener el sol produciéndose según el proceso anterior, en el que se realiza un tratamiento de recubrimiento. Este método se realiza opcionalmente en presencia de un medio aglutinante.

20 La invención reivindicada también proporciona un método para degradar o inactivar agentes contaminantes que pudieran ponerse en contacto con una superficie, que comprende: aplicar una composición catalítica a la superficie, comprendiendo la composición un sol acuoso concentrado de titania nanométrica que contenga más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , obteniéndose el sol produciéndolo de acuerdo con el proceso anterior y dejar irradiar la superficie con luz UV/visible mientras los contaminantes están en contacto con la superficie.

Descripción de la realización o realizaciones preferentes

25 En la presente memoria descriptiva y las reivindicaciones posteriores se hará referencia a una serie de términos que se comprenderá que tienen los significados siguientes.

La expresión "sol de titania nanométrica" se refiere a una suspensión coloidal de nanopartículas de TiO_2 que tienen un tamaño de partícula menor a 150 nm, preferiblemente menor a 100 nm. Las nanopartículas de TiO_2 pueden ser anatasa, rutilo o amorfas o una mezcla de las mismas.

30 Las expresiones "filtración de flujo cruzado" y "filtración de flujo cruzado con vibración" se refieren a procesos de filtración en los que se provoca que una suspensión de partículas sólidas en un medio fluido circule tangencialmente por la superficie de una membrana mientras se somete a una presión que tiende a hacer que el medio fluido de la suspensión fluya a través de la membrana, que es permeable al medio fluido pero no a las partículas sólidas. El flujo de la suspensión por la superficie de la membrana minimiza la acumulación excesiva de sólidos en la superficie de la membrana. La vibración mecánica de la superficie de la membrana puede utilizarse para reducir el taponado o el ensuciamiento de la misma. Dicho proceso se describe, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos n.º 4.952.317.

35 La presente divulgación proporciona un proceso de producción de un sol acuoso concentrado de titania nanométrica. En una realización de esta divulgación, el sol acuoso concentrado de titania nanométrica se produce mediante un proceso que comprende las etapas de:

40 (a) poner en contacto un sol ácido de titania nanométrica con un dispersante que comprende al menos un ácido carboxílico soluble en agua, una sal de ácido carboxílico soluble en agua, un ácido policarboxílico soluble en agua, un fosfato o silicato y un agente alcalinizante, en el que el pH del sol de titania nanométrica tras el contacto está en un intervalo de entre 4,0 y 10,0; y.

45 (b) someter el sol con pH ajustado de titania nanométrica a filtración por membrana, preferiblemente por filtración de flujo cruzado o filtración de flujo cruzado con vibración, y continuar el filtrado por membrana hasta que el sol de titania nanométrica contenga más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 .

Este es el proceso según se establece en la reivindicación 1.

En otras realizaciones de esta divulgación, el sol acuoso concentrado de titania nanométrica se produce mediante un proceso que comprende las etapas de:

(a) proporcionar un sol ácido de titania nanométrica;

(b) poner en contacto un sol ácido de titania nanométrica con un dispersante que comprende al menos un ácido carboxílico soluble en agua, una sal de ácido carboxílico soluble en agua, un ácido policarboxílico soluble en agua, un fosfato o silicato y un agente alcalinizante, en el que el pH del sol de titania nanométrica tras el contacto está en un intervalo de entre 4,0 y 10,0; y.

(c) someter el sol con pH ajustado de titania nanométrica a filtración por membrana, preferiblemente por filtración de flujo cruzado o filtración de flujo cruzado con vibración, y continuar el filtrado por membrana hasta que el sol de titania nanométrica contenga más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 .

Sustancialmente todas las etapas del proceso de la presente invención pueden realizarse a temperaturas inferiores a los 100 °C, por lo que su implementación en entornos comerciales es sencilla y económica. El sol acuoso concentrado de titania nanométrica producido mediante el proceso de la invención demuestra una estabilidad excepcional en un amplio intervalo de pH, especialmente en el intervalo medio de 4,0 a 10,0 (por ejemplo, de entre 6,0 y 8,0), lo que hace que el sol sea seguro para el medio ambiente y fácil de usar. Además, el sol acuoso concentrado de titania nanométrica no muestra aglomeración, y por tanto no requiere un paso de molidura para tener una translucidez excelente. Adicionalmente, aunque el sol de titania nanométrica está concentrado, sigue teniendo una viscosidad baja, por lo que es especialmente apropiado para el transporte y el uso directo.

Por tanto, según una realización del proceso, se proporciona un sol ácido de titania nanométrica. El sol ácido de titania nanométrica puede proporcionarse por cualquier medio siempre y cuando contenga una suspensión coloidal ácida de nanopartículas de TiO_2 . Las nanopartículas de TiO_2 en suspensión coloidal pueden producirse a partir de TiO_2 en forma de anatasa, de rutilo o amorfo que hubiera sido preparado mediante cualquier procedimiento apropiado. Entre los procedimientos habituales se encuentran la hidrólisis de un compuesto de titanio apropiado, tal como tetracloruro de titanio, sulfato de titanilo o un titanato orgánico o inorgánico, o la oxidación de un compuesto de titanio oxidable, por ejemplo, en estado gaseoso.

En una realización, el sol ácido de titania nanométrica se produce a partir de TiO_2 preparado mediante una etapa de precipitación en un proceso con sulfato. Tras la precipitación, el hidrato de dióxido de titanio obtenido se filtra, se lava, se eliminan las impurezas y se pone en contacto con una base acuosa para formar una suspensión con un pH aproximadamente neutro. A continuación se eliminan los iones sulfato de la suspensión neutralizada por filtración y lavado. En un aspecto, la torta de filtración obtenida después de la filtración se lava hasta que el contenido de SO_4^{2-} del filtrado del lavado es menor a 0,1 g/l (que puede determinarse mediante la titulación de una solución de cloruro de bario). La torta de filtración lavada se licua con agua para producir una suspensión acuosa sustancialmente libre de iones sulfato de hidrato de dióxido de titanio, que a continuación se peptiza con un ajuste de pH con un ácido fuerte monoprótico hasta alcanzar un pH de 2,0 o menor, preferiblemente un pH de aproximadamente 1,5, para obtener el sol de dióxido de titanio ácido en forma nano.

El sol de titania nanométrica se pone en contacto a continuación con un dispersante y con un agente alcalinizante. El sol ácido de titania nanométrica se puede poner en contacto con un dispersante y con un agente alcalinizante en cualquier orden o combinación.

Según una realización, el sol ácido de titania nanométrica se pone en contacto en primer lugar con el dispersante. El dispersante comprende al menos de un ácido carboxílico soluble en agua, una sal de un ácido carboxílico soluble en agua, un ácido policarboxílico soluble en agua, un fosfato o un silicato. En una realización, el ácido carboxílico soluble en agua es un ácido alfa-hidroxi carboxílico. El ácido alfa-hidroxi carboxílico puede comprender uno, dos o tres grupos de ácidos carboxílicos, e incluye, pero sin limitaciones, ácido láctico, ácido glicólico, ácido málico, ácido tartárico, ácido mandélico y ácido cítrico. En otra realización, el ácido carboxílico soluble en agua es un ácido beta-hidroxi carboxílico. En otra realización más, el ácido policarboxílico soluble en agua es un ácido dicarboxílico o tricarboxílico. En otras realizaciones, el dispersante se compone de una o varias sales de los ácidos anteriores. En otras realizaciones, el dispersante se compone de combinaciones de los ácidos y sales anteriores, además de fosfatos y silicatos.

El sol ácido de titania nanométrica y el dispersante pueden ponerse en contacto por cualquier método apropiado, como el mezclado convencional en un recipiente durante un periodo de al menos 0,1 horas, preferiblemente de al menos unas 0,25 horas, y más preferiblemente de al menos 0,5 horas. En otra realización, el sol ácido de titania nanométrica y el dispersante pueden ponerse en contacto durante un periodo de menos de aproximadamente 24 horas, preferiblemente de menos de aproximadamente 12 horas, y más preferiblemente de menos de aproximadamente 3 horas. En otra realización, el sol ácido de titania nanométrica y el dispersante pueden ponerse en contacto durante un periodo de entre al menos aproximadamente 0,5 horas y menos de aproximadamente 3 horas.

El sol ácido de titania nanométrica también se pone en contacto con un agente alcalinizante. En una realización, el sol ácido de titania nanométrica se pone en contacto con el agente alcalinizante tras haberse puesto en contacto con el dispersante. Entre los ejemplos de agentes alcalinizantes se incluyen alcanolaminas, preferiblemente alcanolamina soluble en agua, tal como isopropanolamina e hidróxido de colina. El periodo de tiempo en el que el sol de dióxido de titanio ácido en forma nano está en contacto con el agente alcalinizante es un periodo de tiempo suficiente como para ajustar el pH del sol ácido de titania nanométrica en el intervalo de entre 4,0 y 10,0.

A continuación el sol con pH ajustado de titania nanométrica se somete a los efectos de una filtración por membrana, preferiblemente por filtración de flujo cruzado o de flujo cruzado con vibración, para obtener un sol concentrado de titania nanométrica que contenga más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 . En otras realizaciones, el sol de titania nanométrica se somete a los efectos de una filtración por membrana para obtener un sol concentrado de titania nanométrica con al menos 500 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , preferiblemente con al menos 550 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , y más preferiblemente con al menos 600 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , e incluso más preferiblemente con al menos 700 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 . Preferiblemente el sol concentrado de titania nanométrica tiene una viscosidad de entre en torno a 0,001 Pa·s y en torno a 0,2 Pa·s a 20 °C. El contenido sólido del sol con pH ajustado de titania nanométrica, que es el material de alimentación de la filtración por membrana, será normalmente menor de unos 350 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 . Por tanto, en una realización el contenido sólido del material de alimentación del sol con pH ajustado de titania nanométrica varía entre al menos 100 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 y menos de 350 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 .

Opcionalmente, el sol con pH ajustado de titania nanométrica puede ponerse en contacto con un agente de lavado, por ejemplo el agua, preferiblemente agua destilada, en cualquier momento del paso de filtración por membrana, para eliminar total o parcialmente todas las sales solubles del sol de titania nanométrica. En una realización el sol con pH ajustado de titania nanométrica se pone en contacto con el agente de lavado durante el paso (b) del proceso descrito en la reivindicación 1. En otra realización el sol con pH ajustado de titania nanométrica se pone en contacto con el agente de lavado tras la concentración del sol de titania nanométrica. La reducción de las sales solubles en agua en el sol de titania nanométrica ayuda a producir un sol concentrado de titania nanométrica con una conductividad deseablemente baja. En un aspecto, el sol de titania nanométrica se pone en contacto con el agente de lavado durante el paso (b) del proceso descrito en la reivindicación 1 durante un periodo de tiempo suficiente como para reducir la conductividad del sol de titania nanométrica hasta menos de 10 mS/cm, preferiblemente de menos de 5 mS/cm, y más preferiblemente de menos de 2 mS/cm.

En otro aspecto más, el sol de titania nanométrica puede someterse opcionalmente a un tratamiento de recubrimiento al poner en contacto el sol de titania nanométrica con un agente de recubrimiento. El tratamiento de recubrimiento puede realizarse antes, durante o después de cualquiera de los pasos del proceso descrito anteriormente. En una realización, el tratamiento de recubrimiento se realiza tras poner en contacto el sol de dióxido de titanio ácido en forma nano con el dispersante y con el agente alcalinizante del paso (a) del proceso descrito en la reivindicación 1. En otra realización, el tratamiento de recubrimiento se realiza durante el paso (b) del proceso descrito en la reivindicación 1, preferiblemente tras haber puesto en contacto el sol con pH ajustado de titania nanométrica y el agente de lavado para eliminar las sales solubles del sol de titania nanométrica, pero antes de la concentración. Entre los agentes de recubrimiento aptos para el uso se incluyen los agentes de recubrimiento ácidos o alcalinos, por ejemplo los utilizados normalmente para recubrir un óxido inorgánico o un óxido hidratado en la superficie de las nanopartículas de TiO_2 . Entre los óxidos inorgánicos y los óxidos hidratados típicos se incluyen uno o varios óxidos y/o óxidos hidratados de silicio, aluminio, titanio, circonio, magnesio, cinc, cerio, fósforo o estaño. La cantidad de material de recubrimiento que se coloca en la superficie de las nanopartículas de TiO_2 puede variar desde entre el 0,1 % en peso y el 50 % en peso del óxido inorgánico y/o del óxido hidratado en relación al peso de las nanopartículas de TiO_2 . Entre los ejemplos de agentes de recubrimiento alcalinos se incluyen el silicato de sodio, el silicato de potasio, el aluminato de sodio o mezclas de ellos. Entre los ejemplos de agentes de recubrimiento ácidos se incluyen el cloruro de aluminio, el sulfato de aluminio o mezclas de ellos.

También puede emplearse una resina intercambiadora de cationes durante el tratamiento de recubrimiento para garantizar que la fuerza iónica del sol de titania nanométrica permanece baja durante el tratamiento y así se mantiene la estabilidad coloidal. En esta realización, el sol de titania nanométrica se pone en contacto con un agente de recubrimiento alcalino, preferiblemente silicato de sodio, y la resina intercambiadora de cationes en un tanque. Los niveles de adición del silicato de sodio y la resina intercambiadora de cationes deben controlarse de modo que el pH del sol en el tanque permanezca en el intervalo de entre 4,0 y 10,0. En otra realización, el sol y el agente de recubrimiento alcalino se pasan por una columna o soporte que contiene la resina intercambiadora de cationes a un ritmo tal que el pH del efluente permanezca en el intervalo de entre 4,0 y 10,0. Puede utilizarse cualquier resina intercambiadora de cationes, incluidas las utilizadas más habitualmente, como resinas ácidas fuertes intercambiadoras de cationes que contengan grupos de ácidos sulfónicos, resinas ácidas débiles intercambiadoras de cationes que contengan grupos de ácidos carboxílicos o una mezcla de ellas. En algunas realizaciones, si se desea eliminar la resina intercambiadora de cationes se pueden utilizar las técnicas conocidas en el campo para facilitar dicha eliminación.

También puede emplearse una resina intercambiadora de aniones durante el tratamiento de recubrimiento. En esta realización, el sol de titania nanométrica se pone en contacto con un agente de recubrimiento ácido y la resina intercambiadora de aniones en un tanque. Los niveles de adición del agente de recubrimiento ácido y la resina intercambiadora de aniones deben controlarse de modo que el pH del sol en el tanque permanezca en el intervalo de entre 4,0 y 10,0. En otra realización, el sol y el agente de recubrimiento ácido se pasan por una columna o soporte que contiene la resina intercambiadora de aniones a un ritmo tal que el pH del efluente permanezca en el intervalo de entre 4,0 y 10,0. Puede utilizarse cualquier resina intercambiadora de aniones, incluidas las utilizadas más habitualmente, como las resinas base fuertes intercambiadoras de aniones que contengan grupos de hidróxido de amonio o amonio cuaternario, resinas base débiles intercambiadoras de aniones que contengan grupos aminos primarios o secundarios o una mezcla de ellas.

El sol acuoso concentrado de titania nanométrica producido muestra una estabilidad y transparencia excepcionales. Los procesos conocidos actualmente implican el secado de un sol de titania nanométrica (que conduce a cierta cementación interparticular) y un paso de molturación subsiguiente. El proceso de la presente invención evita tanto el secado como la molturación y aun así ofrece un sol con gran dispersión. Por tanto, las nanodispersiones pueden lograrse en sistemas formulados que contengan los soles concentrados de titania nanométrica producidos por el proceso inventivo. Además, la presente invención presenta un sol en una forma física mejorada (es decir, una suspensión coloidal frente a un polvo cohesivo de baja densidad) que ayuda especialmente en el manejo y el procesamiento del sol de titania nanométrica.

Los soles acuosos concentrados de titania nanométrica producidos según la invención son aptos para su uso como recubrimiento o en un artículo. Por ejemplo, el sol acuoso concentrado de titania nanométrica puede utilizarse en: productos para el cuidado personal y compuestos cosméticos, como protectores solares, hidratantes, bases de color, barras de labios, bálsamos labiales, productos de pedicura y pomadas; recubrimientos y compuestos de albañilería, recubrimientos para automóviles, maderas, edificios, gránulos de tejados, tejas, paneles, suelos, superficies de piscinas, cementos u hormigón, y como catalizador o fotocatalizador o como elemento de apoyo en productos catalizadores y en células fotovoltaicas; partes plásticas, películas y sistemas de resinas incluidas películas agrícolas, películas para el empaquetado de alimentos, partes moldeadas plásticas de automóviles y resinas de polímeros para la ingeniería; productos basados en gomas incluidas las gomas de silicona; fibras textiles empleadas en aplicaciones con tejidos o sin tejidos incluidos productos de fibras de poliamida, poliaramida y poliimida y productos de sábanas no tejidas; cerámicas, productos de cristal incluido el cristal arquitectónico, el cristal automovilístico y el cristal industrial; agentes ignífugos y componentes electrónicos.

Como se ha mencionado anteriormente, la invención reivindicada también presenta un método para proteger la superficie de un sustrato ante la radiación UV, consistente en: la aplicación de un sol acuoso concentrado de titania nanométrica a la superficie del sustrato para formar un recubrimiento protector en la superficie del sustrato, donde el sol contiene más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , y el sol puede obtenerse o producirse según el proceso descrito anteriormente, en el que se realiza un tratamiento de recubrimiento. Este método se desarrolla opcionalmente en presencia de un medio aglutinante. Por tanto, según una realización, el sol acuoso concentrado de titania nanométrica puede utilizarse en un método para proporcionar protección ante la luz UV en una superficie o un sustrato en el que el método implique la aplicación del sol acuoso concentrado de titania nanométrica en presencia o ausencia de un medio aglutinante, sobre una superficie o sustrato, como película. El sol puede aplicarse mediante varias técnicas de aplicación, por ejemplo por inmersión, aerosol, recubrimiento giratorio, empapado, aplicación con brocha o con cámara cerrada. El sol concentrado de titania nanométrica se aplica preferiblemente con un grosor de entre 0,001 mm y 0,2 mm medido en estado líquido. La película aplicada forma un recubrimiento protector sobre la superficie del sustrato. La película puede secarse opcionalmente. Entre los sustratos se podría incluir, aunque no de forma limitativa, fibras textiles, muebles, papeles, baldosas, azulejos, hormigón, cemento, maderas, cerámicas, polímeros, cueros, asfalto, el exterior de un edificio y vidrios. En otra realización, el sol acuoso concentrado de titania nanométrica se introduce en un cosmético y la mezcla se aplica según el proceso anterior a la superficie de la piel, para proporcionar protección ante la luz UV.

Como se ha mencionado anteriormente, la invención reivindicada también presenta una composición catalítica formada por un sol acuoso concentrado de titania nanométrica que contiene más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , pudiendo obtenerse el sol produciéndolo de acuerdo con el proceso descrito anteriormente. Según una realización, por tanto, se proporciona una composición catalítica consistente en el sol acuoso concentrado de titania nanométrica producido según el proceso de esta divulgación. compuestota composición catalítica que contiene el sol concentrado de titania nanométrica puede emplearse para facilitar una amplia variedad de reacciones y puede caracterizarse por la tasa de conversión de una reacción química cuando los reactivos de la reacción entran en contacto con la composición catalítica. En una realización, la composición catalítica se presenta en un soporte. Entre los ejemplos de materiales de soporte podemos citar el vidrio, la cerámica, el metal, el plástico, el cemento, el hormigón, el asfalto, el material textil y el papel. El soporte puede ser poroso o no poroso. Entre los ejemplos de soportes porosos podemos citar una estera de fibras, una zeolita o una película porosa. El término "sobre un soporte" se refiere a la situación en la que la composición catalítica se encuentra sobre la superficie del soporte, al menos parcialmente. En el caso de los soportes porosos, el término "sobre el soporte" se refiere además a la situación en la que la composición catalítica también está presente en los poros del soporte.

En una realización, la composición catalítica podría mezclarse con un fluido reactivo e irradiado con luz visible para provocar una reacción química de uno o varios componentes del fluido reactivo. A continuación, la composición catalítica puede recuperarse del fluido y reciclarse para su uso en otra porción del fluido reactivo. La composición catalítica puede emplearse en lugar de los catalizadores metálicos generales como el cobalto, el níquel, el cobre, el oro, el iridio, el lantano, el níquel, el osmio, el platino, el paladio, el rodio, el rutenio, la plata, el estroncio, el itrio, el circonio y el estaño.

En otra realización, la composición catalítica está presente en un soporte, y el fluido reactivo puede fluir en contacto en el soporte y el compuesto, y cuando se irradia con luz facilita una reacción química de uno o varios componentes del fluido reactivo. En esta configuración, la composición catalítica puede ser expuesta a un flujo constante de fluido y no precisa de la separación de la composición catalítica y el fluido tras producirse la reacción. Por ejemplo, es posible aplicar una la composición catalítica en un soporte, por ejemplo un sistema de escape de un automóvil que ha sido equipado con una fuente de luz visible o UV, como una fuente luminosa por fibra óptica o LED. La irradiación de la composición catalítica durante el funcionamiento del motor del automóvil puede facilitar la degradación de compuestos orgánicos y de otros contaminantes generados en el motor y convertirlos en sustancias medioambientalmente aceptables.

Como se ha mencionado anteriormente, la invención reivindicada también facilita un método de degradación o desactivación de contaminantes que se ponen en contacto con una superficie consistente en: la aplicación de una la composición catalítica a la superficie que tenga un sol acuoso concentrado de titania nanométrica con más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , que puede obtenerse mediante la producción según se describe en el proceso anterior; y el sometimiento de la superficie a una irradiación con luz UV/visible mientras los contaminantes siguen en contacto con la superficie. En otra realización, por tanto, la composición catalítica lítica puede estar presente en una superficie que esté en contacto con varios contaminantes ambientales como suciedad, grasa y otros contaminantes orgánicos o inorgánicos. La composición catalítica, que opcionalmente puede ser una formulación que contenga la composición catalítica, se aplica a la superficie y la superficie se irradia con luz UV/visible mientras los contaminantes siguen en contacto con la superficie. Tras la exposición a la luz UV/visible, la superficie se "limpia de forma autónoma", y degrada o desactiva los contaminantes. Por ejemplo, el cristal de limpieza automática puede tener un recubrimiento transparente o translúcido con la composición catalítica aplicada en una o ambas caras del cristal. Los contaminantes que entren en contacto con el cristal se podrían degradar cuando el cristal se vea expuesto a la luz UV/visible. Puede ser deseable que el cristal de limpieza automática tenga una superficie hidrófila para permitir el aclarado con agua de los productos restantes tras la degradación en el cristal.

En otra realización, la composición catalítica puede estar presente en una superficie expuesta a los microbios, como bacterias u hongos y/o virus. Tras la exposición a la luz UV/visible, tales superficies se convertirían en "superficies desinfectantes", que destruirían o desactivarían los microbios o los virus presentes en la superficie. Por ejemplo, las superficies de entornos residenciales, comerciales u hospitalarios podrían contar con un recubrimiento de la composición catalítica sobre ellas. Los microbios o virus que entren en contacto con la superficie se podrían destruir o desactivar cuando la superficie se vea expuesta a la luz UV/visible. Entre los ejemplos de superficies que pudieran convertirse en superficies desinfectantes podemos citar encimeras, suelos, paredes, asas, interruptores, pomos, teclados, teléfonos y superficies de instrumentos médicos.

La composición catalítica puede aplicarse también a una superficie para facilitar una desinfección temporal de la misma. Por ejemplo, la composición catalítica podría introducirse en un compuesto limpiador. El compuesto limpiador podría adoptar la forma de líquido, espuma o loción. La aplicación del compuesto limpiador a una superficie, seguida por la exposición de la superficie a la luz UV/visible, podría causar la destrucción o desactivación de los microbios o virus que estén presentes en dicha superficie. Tales compuestos limpiadores pueden formularse para su uso cutáneo y suponer así un producto desinfectante para el cuidado personal.

La composición catalítica que contiene el sol concentrado de titania nanométrica puede emplearse también para la depuración del aire y/o el agua. Por ejemplo, la composición catalítica puede mezclarse con aire o agua contaminados e irradiarse con luz UV/visible. Los contaminantes del agua o el aire se degradarían en sustancias volátiles o cuya separación del agua o el aire resulte más sencilla. Por ejemplo, los contaminantes que contienen sustancias orgánicas y sustancias halogenadas pueden degradarse en dióxido de carbono e iones halogenuros, que pueden separarse del aire o el agua. En caso de depurar el aire, la degradación de contaminantes como el NO y el NO_2 y los COV, ya sea de forma individual o colectiva, puede dar también como resultado un aire más puro y un mayor control de los olores.

En otra realización, la composición catalítica puede utilizarse para la detección de gases. Dado que la conductividad eléctrica de las nanopartículas de TiO_2 varía en función de la composición química de su entorno, dicha conductividad variable puede aprovecharse para emplear las nanopartículas de TiO_2 en la medición del tipo o la cantidad de uno o varios gases. La resistencia eléctrica de las nanopartículas de TiO_2 o de un material que contenga las nanopartículas de TiO_2 puede medirse en un entorno y compararse con la resistencia eléctrica en un entorno de control. La diferencia entre la resistencia medida y la resistencia de control puede ponerse en relación con la cantidad o identidad de un gas en el entorno. Entre los ejemplos de gases que podrían identificarse o medirse se

incluyen el hidrógeno, el monóxido de carbono, el sulfuro de hidrógeno y el agua. Es preferible el uso de un sensor de gases que contenga la composición catalítica para detectar gases a temperaturas ambientales.

5 En otra realización, la composición catalítica puede utilizarse para la producción de hidrógeno y oxígeno a partir de agua. El agua que contenga la composición catalítica puede descomponerse en hidrógeno y oxígeno mediante fotocátalisis cuando el agua es irradiada con luz UV/visible. Esta descomposición puede desarrollarse también en una célula fotoelectroquímica con un fotoánodo que contenga un óxido cuaternario. Podría ser deseable emplear una célula fotoelectroquímica, ya que puede facilitar la recogida por separado del hidrógeno y el oxígeno de la célula.

10 En otra realización, la composición catalítica puede emplearse para la producción de electricidad a partir de la radiación solar, y en particular en células solares que contengan la composición catalítica y moléculas colorantes para sensibilizar a las partículas de TiO_2 . Por ejemplo, se produce una corriente eléctrica cuando las moléculas colorantes se activan al exponerse a la luz. Las moléculas colorantes activadas transfieren electrones a la banda conductora de las nanopartículas, que conducen a su vez los electrones a un colector de corriente conectado a un circuito eléctrico con carga.

15 En otra realización, la composición catalítica puede utilizarse en materiales compuestos, incluidos los compuestos de polímeros, telas y materiales no tejidos. Por ejemplo, la composición catalítica puede incorporarse con fibras a tejidos textiles. Estos tejidos pueden facilitar la degradación de contaminantes en contacto con los mismos cuando se vean expuestos a la luz UV/visible, con lo que resultaría en la limpieza o desinfección autónoma de los mismos.

20 En otra realización, la composición catalítica puede utilizarse como agente bioactivo. En un entorno acuoso, como dentro de un organismo, las nanopartículas de TiO_2 irradiadas con luz UV/visible pueden producir iones hidroxilos (OH^\cdot), iones superóxidos (O_2^\cdot) y/o peróxido de hidrógeno. La nanopartícula de TiO_2 expuesta a la luz UV/visible mientras está en una célula o en contacto con una célula puede producir, por tanto, un entorno tóxico que dañe o mate a la célula. De este modo, la composición catalítica puede utilizarse como agente anticancerígeno si se aplica a células tumorales. Podría ser deseable complementar la composición catalítica con un agente de direccionamiento que se absorba de manera selectiva por parte de las células tumorales. La luz puede aplicarse por laparoscopia a las células que contengan la composición catalítica, lo que resultaría en la muerte celular o en una reducción del crecimiento o propagación de estas.

30 La presente invención se ilustrará más a fondo mediante la explicación de los siguientes ejemplos, que tienen como objetivo servir como modelo de la invención. Todas las partes y porcentajes expresados en los ejemplos son en base al peso, a no ser que se especifique lo contrario.

Ejemplos

Ejemplo 1. Se produjo la digestión de ilmenita con ácido sulfúrico concentrado para obtener una torta de digestión. La torta de digestión se disolvió en agua para formar solución licor bruto que contenía sulfatos de hierro, sulfato de titanio y materia insoluble en suspensión. A continuación se redujo químicamente el hierro en forma férrica de y el licor se filtró para eliminar la materia insoluble. Posteriormente se concentró el licor mediante tratamiento de vacío y se hidrolizó para precipitar el dióxido de titanio hidratado mediante calentamiento y la adición de agentes nucleantes. El dióxido de titanio hidratado se separó de las impurezas mediante lavado y filtración y se obtuvo una suspensión de dióxido de titanio hidratado mediante el mezclado de la torta de filtrado hidratada con agua destilada. A continuación, la suspensión de dióxido de titanio hidratado ($\text{pH} < 2$) se neutralizó con amoníaco hasta lograr un pH de 7,05, se filtró y lavó con agua para eliminar los compuestos con sulfatos, teniendo los lavados de filtrado de < 100 ppm de SO_4^{2-} y, a continuación, se volvió a suspender en agua. El pH de la pasta se ajustó a un pH de 1,50 mediante la adición de ácido hidroclicórico y se mezcló durante 30 minutos para producir un sol de dióxido de titanio ácido en forma nano a un 33 % de sólidos. A continuación el sol de dióxido de titanio ácido en forma nano se puso en contacto con ácido cítrico (1,0 g de ácido cítrico por 10,0 g de TiO_2) mediante mezcla en un recipiente durante aproximadamente 20 minutos. Después, el sol se puso en contacto con monoisopropanolamina mediante mezclado en un recipiente durante un periodo de tiempo suficiente como para ajustar el pH del sol a 8,00. A continuación el sol con pH ajustado de titania nanométrica se sometió a una filtración de flujo cruzado, en primer lugar poniendo en contacto el sol con agua para eliminar las sales solubles y lograr una conductividad de 4,64 mS/cm y en segundo lugar continuando la filtración de flujo cruzado hasta que el sol contuvo 673 g de nanopartículas de TiO_2 por dm^3 en base al peso total del sol acuoso. El sol resultante tenía una viscosidad de 0,035 Pa·s (medida a 19,3 °C con un viscosímetro Brookfield con un eje del n.º 2 a 100 rpm). El tamaño modal de partícula era de 43 nm, medido con un disco de centrifugado CPS. El sol tenía un pH de 8,2.

Ejemplo 2. El sol estable de titania nanométrica producido en el Ejemplo 1 se incorporó a una emulsión acrílica semibrillante con un volumen de concentración de pigmento en película seca del 18,23 %. Este recubrimiento se aplicó a continuación a una película de poliéster de 125 μm en un recubrimiento con un grosor de película húmeda de 150 μm . Tras el endurecimiento, el recubrimiento resultante tenía una absorbancia de 1,546 en una longitud de onda de 550 nm. Un recubrimiento comparativo que incorporaba una anatasa comercial con la misma concentración

de TiO₂ tenía una absorbancia de 2,489 en una longitud de onda de 550 nm.

5 **Ejemplo teórico A.** Se obtiene un sol de dióxido de titanio ácido en forma nano como figura en el ejemplo 1. A continuación el sol de dióxido de titanio ácido en forma nano se pone en contacto con un citrato (1,0 g de ácido cítrico por 10,0 g de TiO₂) mediante mezcla en un recipiente durante aproximadamente 30 minutos. Después, el sol se pone en contacto con monoisopropanolamina mediante mezcla en un recipiente hasta que el pH del sol alcance aproximadamente 8,0. Las nanopartículas de TiO₂ suspendidas en el sol con pH ajustado se calientan hasta 75 °C y se recubren con sílice (20 % en peso de SiO₂ en TiO₂) mediante la adición conjunta de silicato de sodio y una resina intercambiadora de cationes de modo que el pH del sol permanezca entre 5,0 y 10,0. El sol de titania nanométrica que contiene las nanopartículas de TiO₂ con recubrimiento de sílice se somete a continuación a una filtración de flujo cruzado, en primer lugar poniendo en contacto el sol con agua para eliminar las sales solubles y después continuando la filtración por flujo cruzado hasta que el sol contenga más del 30 % en peso de nanopartículas de TiO₂ recubiertas en base al peso total del sol.

Ejemplo teórico B. Se prepara una muestra del sol acuoso concentrado de titania nanométrica producido en el ejemplo teórico A en una composición de protección solar que contenía los siguientes componentes:

<u>Componente</u>	<u>% en peso</u>
Butilenglicol	3
Etanol	12
Perfume	cantidad apropiada
Anhídrido silícico	3
Caolín	2
Sol de titania nanométrica (diluido en agua para obtener 12,5 g de TiO ₂ /l)	80

15

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la producción de un sol concentrado de titania nanométrica que comprende:
- 5 (a) poner en contacto un sol ácido de titania nanométrica con un dispersante que comprende al menos un ácido carboxílico soluble en agua, una sal de ácido carboxílico soluble en agua, un ácido policarboxílico soluble en agua, un fosfato o un silicato y un agente alcalinizante, en el que el pH del sol de titania nanométrica tras el contacto está en un intervalo de entre 4,0 y 10,0; y
- (b) someter el sol con pH ajustado de titania nanométrica a filtración por membrana, preferiblemente por filtración de flujo cruzado o filtración de flujo cruzado con vibración, y continuar el filtrado por membrana hasta que el sol de titania nanométrica contenga más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 .
- 10 2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sol de titania nanométrica contiene más de 500 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 .
3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la filtración por membrana es una filtración de flujo cruzado o una filtración de flujo cruzado con vibración.
4. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, o la reivindicación 3, en el que:
- 15 (i) se produce el sol de titania nanométrica proporcionado a partir de una suspensión acuosa sustancialmente libre de iones sulfato de hidrato de dióxido de titanio en contacto con un ácido monoprótico fuerte, y/o
- (ii) el sol con pH ajustado de titania nanométrica se pone en contacto con un agente de lavado durante la etapa (b) durante un periodo de tiempo suficiente para reducir la conductividad del sol de titania nanométrica a menos de 10 mS/cm, y/o
- 20 (iii) el agente alcalinizante es una alcanolamina o hidróxido de colina solubles en agua.
5. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, o la reivindicación 3 o 4, en el que se aplica al menos uno de los siguientes:
- (i) el ácido carboxílico soluble en agua es un ácido alfa-hidroxi carboxílico o un ácido beta-hidroxi carboxílico y el ácido policarboxílico soluble en agua es un ácido dicarboxílico o un ácido tricarboxílico, o
- 25 (ii) el ácido carboxílico soluble en agua es ácido cítrico.
6. El proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, o cualquiera de las reivindicaciones 3-5, en el que el sol de titania nanométrica consiste esencialmente en:
- (i) nanopartículas de TiO_2 en forma de anatasa con un tamaño de partícula menor de 150 nm, o
- (ii) nanopartículas de TiO_2 en forma de anatasa con un tamaño de partícula menor de 100 nm.
- 30 7. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que se puede someter al sol de titania nanométrica a un tratamiento de recubrimiento, bien antes de la etapa (b) o bien durante la etapa (b) tras haber puesto en contacto el sol con pH ajustado de titania nanométrica y el agente de lavado para eliminar las sales solubles del sol de titania nanométrica, pero antes de la concentración del sol de titania nanométrica.
- 35 8. El proceso de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el tratamiento de recubrimiento comprende poner en contacto el sol de titania nanométrica con un agente de recubrimiento alcalino y una resina intercambiadora de cationes a una velocidad tal que el pH del sol de titania nanométrica permanezca en un intervalo de entre 4,0 y 10,0 durante el tratamiento de recubrimiento.
9. El proceso de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el tratamiento de recubrimiento comprende poner en contacto el sol de titania nanométrica con un agente de recubrimiento ácido y una resina intercambiadora de aniones
- 40 a una velocidad tal que el pH del sol de titania nanométrica permanezca en un intervalo de entre 4,0 y 10,0 durante el tratamiento de recubrimiento.
10. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el proceso comprende la etapa de:
- proporcionar un sol ácido de titania nanométrica,

antes de realizar las etapas de:

- 5 (a) poner en contacto un sol ácido de titania nanométrica con un dispersante que comprende al menos un ácido carboxílico soluble en agua, una sal de ácido carboxílico soluble en agua, un ácido policarboxílico soluble en agua, un fosfato o silicato y un agente alcalinizante, en el que el pH del sol de titania nanométrica tras el contacto está en un intervalo de entre 4,0 y 10,0; y.
- (b) someter el sol con pH ajustado de titania nanométrica a filtración por membrana, preferiblemente por filtración de flujo cruzado o filtración de flujo cruzado con vibración, y continuar el filtrado por membrana hasta que el sol de titania nanométrica contenga más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 .
- 10 11. Un sol acuoso concentrado de titania nanométrica que contiene más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , pudiendo obtenerse el sol produciéndolo de acuerdo con el proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9.
12. Una composición catalítica que comprende un sol acuoso concentrado de titania nanométrica que contiene más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , pudiendo obtenerse el sol produciéndolo de acuerdo con el proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6.
- 15 13. Un método para proteger la superficie de un sustrato frente a la radiación UV, que comprende:
- aplicar un sol acuoso concentrado de titania nanométrica sobre la superficie del sustrato para formar un recubrimiento protector sobre la superficie del sustrato, conteniendo dicho sol más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , pudiendo obtenerse el sol produciéndolo de acuerdo con el proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 7-9, opcionalmente en presencia de un medio aglutinante.
- 20 14. Un método para la degradación o inactivación de contaminantes en contacto con una superficie, que comprende:
- aplicar en la superficie de una composición catalítica, comprendiendo la composición un sol acuoso concentrado de titania nanométrica que contiene más de 300 g de nanopartículas de TiO_2/dm^3 , pudiendo obtenerse el sol produciéndolo de acuerdo con el proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-6; y
- 25 permitir la exposición de la superficie a la radiación de luz UV/visible mientras los contaminantes están en contacto con la superficie.
15. Un recubrimiento o artículo que comprende el sol acuoso concentrado de titania nanométrica de acuerdo con la reivindicación 11.