

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 005 095**

51 Int. Cl.:

C09D 1/00	(2006.01)	D06M 11/74	(2006.01)	D06M 11/01	(2006.01)
C09D 5/16	(2006.01)	D06M 11/79	(2006.01)		
C09D 7/40	(2008.01)	D06M 11/48	(2006.01)		
C09D 7/61	(2008.01)	A47G 27/02	(2006.01)		
C09D 7/62	(2008.01)	C01G 23/04	(2006.01)		
C09D 7/80	(2008.01)	C01G 25/02	(2006.01)		
B82Y 30/00	(2011.01)	C01B 21/06	(2006.01)		
B82Y 40/00	(2011.01)	C01G 41/02	(2006.01)		
C03C 17/00	(2006.01)	C03C 17/25	(2006.01)		
D06M 11/46	(2006.01)	D06M 101/34	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2018** **PCT/CN2018/113109**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2019** **WO19205551**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2018** **E 18916780 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2024** **EP 3786237**

54 Título: **Recubrimiento autolimpiable, fibra autolimpiable, alfombra autolimpiable y usos de los mismos**

30 Prioridad:

23.04.2018 CN 201810364723

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2025

73 Titular/es:

LIU, FENG (100.00%)
102, BD 17, No. 888, Wuwei East Rd. Putuo
District
Shanghai 200331, CN

72 Inventor/es:

LIU, FENG

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 3 005 095 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

Recubrimiento autolimpiable, fibra autolimpiable, alfombra autolimpiable y usos de los mismos

5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere al campo de la tecnología autolimpiable, en particular, a recubrimientos autolimpiables, a fibras autolimpiables, a alfombras autolimpiables, y a usos de los mismos.

10 **Antecedentes**

Con el desarrollo de la sociedad y la mejora de la calidad de vida de las personas, los productos autolimpiables han atraído cada vez más atención. Según diferentes principios de autolimpieza, en la actualidad están disponibles en el mercado principalmente dos tipos principales de productos, concretamente productos superhidrófobos y productos superhidrófilos. La tecnología superhidrófila consiste en eliminar y aislar contaminantes formando una película de agua sobre una superficie del producto superhidrófilo, logrando de ese modo la autolimpieza. La tecnología superhidrófoba consiste en eliminar contaminantes mediante el rodamiento de gotitas de agua, para lograr autolimpieza. Sin embargo, en aplicaciones prácticas de la tecnología superhidrófila, el producto superhidrófilo se contamina con frecuencia por depósitos formados por materia orgánica en el aire, dando como resultado una pérdida de hidrofilia a lo largo del tiempo. Mientras tanto para aplicaciones prácticas de la tecnología superhidrófoba, además de la contaminación por la materia orgánica tal como se describió anteriormente, dado que el producto superhidrófobo forma una estructura de picos y valles rugosa a escala micrométrica o nanométrica sobre la superficie del mismo, y una vez que contaminantes ultrafinos (tales como partículas de carbono ultrafinas de escapes de coches) en el aire se incorporan en la estructura de picos y valles, las partículas de los contaminantes ultrafinos no pueden lavarse con agua debido a sus propiedades hidrófobas, dando como resultado suciedad de superficie, lo cual afecta gravemente a la vida útil de productos relacionados. El documento CN 108 410 221 A describe recubrimientos autolimpiables que comprenden al menos tres de las siguientes sustancias: un material hidrófilo, un material hidrófobo, un material poroso, un material fotocatalítico y un material antiestático.

El documento CN 106 082 692 A describe superficies de vidrio autolimpiables que tienen una capa superior de tipo nanométrica porosa.

El documento WO 2009 037072 A1 describe recubrimientos de dióxido de silicio/titanio transparentes catalíticamente activos que tienen una porosidad de ≥ 30 %.

El documento US 2010 118409 A1 describe métodos para deposición de capas antirreflectantes porosas.

El documento US 2011 305827 A1 describe métodos para obtener un recubrimiento poroso que tiene una matriz de polisiloxano que tiene una tasa de porosidad de desde el 25-70 % en volumen.

40 **Sumario**

Por consiguiente, es necesario proporcionar recubrimientos autolimpiables, fibras autolimpiables, alfombras autolimpiables, y usos de los mismos que tengan una vida útil más prolongada.

Un recubrimiento autolimpiable incluye una estructura porosa con poros que están en comunicación entre sí. Un volumen de los poros incluidos en el recubrimiento representa del 40 % al 98 % de un volumen total del recubrimiento. Los poros en la estructura porosa tienen un tamaño de poro que oscila desde 0,5 nm hasta 40 nm.

El recubrimiento autolimpiable se prepara sustancialmente a partir de un material huésped. El material huésped es uno o más seleccionados del grupo que consiste en óxido de titanio, óxido de circonio, nitruro de titanio, óxido de silicio, óxido de tungsteno, polímero semiconductor de $g\text{-C}_3\text{N}_4$, semiconductor de perovskita, plata, hierro, oro, aluminio, cobre, cinc, estaño, y platino.

Uso del recubrimiento autolimpiable tal como se describió anteriormente en una preparación de un material autolimpiable.

Una fibra autolimpiable incluye un sustrato y el recubrimiento autolimpiable tal como se describió anteriormente. El recubrimiento autolimpiable se forma sobre el sustrato, y el sustrato es una fibra.

Una alfombra autolimpiable incluye la fibra autolimpiable tal como se describió anteriormente.

El recubrimiento autolimpiable tiene la estructura porosa, y los poros en el mismo están en comunicación entre sí, de modo que puede fluir aire entre los poros del recubrimiento. Dado que la adsorción de contaminantes se debe principalmente a fuerza de van der Waals y fuerza electrostática, los poros de aire densos pueden reducir en gran medida los puntos de adsorción eficaces de contaminantes ultrafinos para fuerza de van der Waals. Además, el

volumen de los poros incluidos en el recubrimiento representa del 20 % al 98 % del volumen total del recubrimiento, una estructura de este tipo también puede aumentar eficazmente la probabilidad de contacto de nanopartículas con los contaminantes, proporcionar un efecto completo de la ventaja de tamaño cuántico del área de superficie específica ultraalta de las nanopartículas, mejorando de ese modo eficazmente la tasa de autolimpieza. Además, el recubrimiento autolimpiable también puede aumentar la tasa de llenado de aire, reducir la resistencia a la circulación de aire, y facilitar la retirada de contaminantes. Además, el recubrimiento tiene un tamaño de poro más pequeño, de modo que puede impedirse eficazmente el fenómeno en el que contaminantes ultrafinos se incorporan en los poros y, por tanto, no pueden eliminarse mediante lavado con agua, prolongando de ese modo la vida útil de los productos.

Además, la estructura porosa puede formar una superficie antiestática actuando conjuntamente con el aire, de tal manera que el recubrimiento tiene un efecto antiestático, reduciendo de ese modo la adsorción de los contaminantes. Además, el material huésped es un material conductor o un material semiconductor, que puede reducir adicionalmente la fuerza de adsorción electrostática, facilitando de ese modo la retirada de los contaminantes adsorbidos y prolongando la vida útil de los productos. Además, el material huésped anteriormente mencionado puede hacer que el recubrimiento tenga hidrofilia y fotocatalisis, por un lado, lo cual puede facilitar la fácil retirada y descomposición de contaminantes, y prolongar la vida útil de los productos, y la introducción de los materiales hidrófilos hace que sea más fácil limpiar el interior de los poros, y el flujo de agua también puede transportar las partículas de los contaminantes de superficie alejándolas del interior de los poros, por otro lado, lo cual puede formar eficazmente un apilamiento de películas ópticas compuesto, reduciendo de ese modo el índice de refracción del recubrimiento y aumentando la transparencia, mejorando de ese modo los aspectos de los productos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una fotografía de microscopio electrónico de barrido de un recubrimiento de superficie de un producto de vidrio de un ejemplo 1-1 a 2,00 μm .

La figura 2 es una fotografía de microscopio electrónico de barrido del recubrimiento de superficie del producto de vidrio del ejemplo 1-1 at 100 nm.

La figura 3 es un diagrama que muestra estados de superficie de una alfombra autolimpiable de un ejemplo 1-2 antes (A) y después (B) del experimento durante un experimento anti-adsorción (1).

La figura 4 es un diagrama que muestra estados de superficie de una alfombra autolimpiable de un ejemplo comparativo 1-2 antes (A) y después (B) del experimento durante un experimento anti-adsorción (1).

La figura 5 es un diagrama que muestra estados de superficie de una alfombra autolimpiable de un ejemplo 1-2 antes (A) y después (B) del experimento durante un experimento anti-adsorción (2).

La figura 6 es un diagrama de estados de superficie de una alfombra autolimpiable del ejemplo comparativo 1 antes (A) y después (B) del experimento durante un experimento anti-adsorción (2).

La figura 7 es un diagrama de estados de placas planas que incluyen un recubrimiento autolimpiable del ejemplo 1 (en el lado izquierdo) y el ejemplo comparativo 1 (en el lado derecho) después de pulverizarse con polvo de carbono.

La figura 8 es un diagrama de estados de placas planas que incluyen un recubrimiento autolimpiable del ejemplo 1 (en el lado izquierdo) y Ejemplo comparativo 1 (en el lado derecho) después de pulverizarse con agua.

Descripción detallada de las realizaciones

Con el fin de facilitar la comprensión de la presente divulgación, la presente divulgación se describirá más completamente a continuación, y se ilustrarán realizaciones preferidas de la presente divulgación. Sin embargo, la presente divulgación puede implementarse de muchas formas diferentes y no se limita a las realizaciones descritas en el presente documento. Por el contrario, proporcionar estas realizaciones sirve para ayudar a entender el contenido divulgado por la presente divulgación de manera más completa y exhaustiva.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que entienden habitualmente los expertos en el campo técnico de la presente divulgación. Los términos usados en la memoria descriptiva de la presente divulgación en el presente documento son únicamente con propósito de describir realizaciones específicas, y no se pretende que limiten la presente divulgación. El término "y/o", tal como se usa en el presente documento, incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más elementos indicados relacionados.

Un recubrimiento autolimpiable según una realización de la presente divulgación tiene una estructura porosa con poros que están en comunicación entre sí. Un volumen de los poros incluidos en el recubrimiento representa del 40 % al 98 % de un volumen total del recubrimiento. Los poros tienen un tamaño de poro que oscila desde 0,5 nm hasta 40 nm. El recubrimiento autolimpiable se prepara sustancialmente a partir de un material huésped, que es uno

o más seleccionados del grupo que consiste en óxido de titanio, óxido de circonio, nitruro de titanio, óxido de silicio, óxido de tungsteno, polímero semiconductor de $g-C_3N_4$, semiconductor de perovskita, plata, hierro, oro, aluminio, cobre, cinc, estaño, y platino.

5 Debe observarse que, el tamaño de poro del poro se refiere a una distancia entre dos puntos del mismo poro que están más alejados uno de otro en la misma sección transversal, y la forma del poro no está particularmente limitada, siempre que se satisfaga el intervalo de tamaño de poro anteriormente mencionado.

10 Además, en la presente divulgación, debe entenderse que "volumen de poros incluidos en el recubrimiento teniendo en cuenta el volumen total del recubrimiento", "contenido de los poros", "porosidad", y "huecos" tienen el mismo significado y pueden sustituirse unos por otros.

15 En una realización, el volumen de los poros incluidos en el recubrimiento representa del 40 % al 90 % del volumen total del recubrimiento.

En una realización, el volumen de los poros incluidos en el recubrimiento representa del 50 % al 80 % del volumen total del recubrimiento.

20 En una realización, el tamaño de poro de los poros está en un intervalo de 0,5 nm a 10 nm.

En una realización, el tamaño de poro de los poros está en un intervalo de 0,5 nm a 1 nm.

25 En una realización, el material huésped incluye al menos materiales que tienen dos tamaños de partícula, y una razón de tamaños de partícula de los materiales que tienen dos tamaños de partícula es mayor de 2.

Puede entenderse que los materiales que tienen diferentes tamaños en "el material huésped que incluye al menos materiales que tienen dos tamaños de partícula" pueden ser el mismo material o materiales diferentes, que no están particularmente limitados en el presente documento.

30 Al seleccionar los materiales que tienen al menos dos tamaños de partícula como material huésped, y la razón de tamaños de partícula de los materiales que tienen dos tamaños de partícula es mayor de 2, puede facilitarse eficazmente la formación del recubrimiento que tiene la estructura porosa con tamaños de poro más pequeños, por un lado, lo cual puede aumentar eficazmente el área de contacto entre contaminantes y el recubrimiento, y por otro lado, lo cual puede impedir que los contaminantes caigan al interior de los poros, mejorando de ese modo la vida útil de producto.

35 En una realización, al menos un material en el material huésped tiene una estructura de cristal esférica con una razón de longitud-anchura mayor de 1.

40 Al seleccionar los materiales que tienen tal estructura, la estructura porosa puede formarse sobre la superficie mediante apilamiento. Los materiales que tienen tal estructura pueden lo más posible exponer enlaces químicos rotos sobre su superficie, mejorando de ese modo las propiedades relevantes de las nanopartículas, tales como hidrofilia, fotocatalisis, y similares. Además, también conduce a formar la estructura porosa con un tamaño de poro más pequeño, lo cual puede impedir eficazmente que los contaminantes ultrafinos caigan al interior de los poros, potenciando de ese modo la capacidad de autolimpieza del material de recubrimiento y prolongando la vida útil.

45 En una realización, al menos un material en el material huésped tiene una estructura de cristal esférica con una razón de longitud-anchura mayor de 1,5.

50 La estructura de cristal esférica puede ser cúbica simple, cúbica centrada en el cuerpo, cúbica centrada en la cara, tetragonal simple, tetragonal centrada en el cuerpo, ortogonal simple, ortogonal centrada en el cuerpo, ortogonal centrada en una única cara, ortogonal centrada en una múltiples caras, monoclinica simple, triclínica simple, hexagonal centrada en una única cara, hexaedro rómbico, prisma, pirámide, bipirámide, husillo, romboedro, tetraedro, y similares.

55 En una realización, la estructura de cristal esférica es una estructura de tipo cúbico.

60 En una realización, la estructura de cristal esférica tiene una forma de husillo. En otra realización, al menos un material en el material huésped tiene una estructura en forma de husillo con una razón de longitud-anchura de entre 2 y 4.

En una realización, al menos un material en el material huésped tiene un ángulo de contacto con el agua de menos de 10 grados.

65 El material con el ángulo de contacto con el agua de menos de 10 grados tiene una hidrofilia superior, lo cual puede mejorar eficazmente el efecto hidrófilo del recubrimiento autolimpiable, y por tanto resulta beneficioso para formar

una película de agua sobre una superficie del recubrimiento y facilita la retirada de contaminantes. El material hidrófilo puede ser óxido de metal, óxido de metal, polímero, o similares, siempre que no afecte a la formación de la estructura porosa, y lo cual no está particularmente limitado en el presente documento.

- 5 En una realización, al menos un material en el material huésped tiene un ángulo de contacto con el agua de menos de 5 grados.

En una realización, el material huésped incluye al menos óxido de titanio anatasa. El óxido de titanio anatasa incluye un óxido de titanio con defectos de oxígeno que tiene un porcentaje en masa del 0,01 % al 20 %.

- 10 El óxido de titanio anatasa tiene buena fotocatalisis e hidrofiliia. El óxido de titanio con defectos de oxígeno puede permitir que algunos sitios de oxígeno del óxido de titanio formen vacantes, cambien la estructura de bandas de energía, y mejoren la respuesta de luz visible. Además, al tiempo que se mejora el rendimiento del recubrimiento con luz visible, el rendimiento del recubrimiento con luz ultravioleta (UV) no se verá afectado, expandiendo de ese modo eficazmente la gama de aplicación de los productos.

- 15 En una realización, el material huésped incluye al menos óxido de titanio anatasa. El óxido de titanio anatasa incluye un óxido de titanio con defectos de oxígeno o un óxido de titanio con defectos de titanio, con un porcentaje en masa del 0,1 % al 10 %.

- 20 En una realización, el material huésped incluye al menos óxido de titanio anatasa. El óxido de titanio anatasa incluye un óxido de titanio con defectos de oxígeno o un óxido de titanio con defectos de titanio, con un porcentaje en masa del 0,5 % al 5 %.

- 25 En una realización, el óxido de titanio anteriormente mencionado con defectos de titanio se forma mediante una técnica de dopaje con cationes. Por ejemplo, hierro, cobre, plata, o tungsteno sustituyen a titanio.

- En una realización, el óxido de titanio con defectos de oxígeno se forma mediante una técnica de dopaje con aniones, tal como dopaje con nitrógeno, dopaje con carbono, o dopaje con flúor.

- 30 En una realización, el óxido de titanio anteriormente mencionado con defectos también puede formarse mediante una técnica de dopaje de red cristalina. Por ejemplo, se dopa hierro, cobre, plata, tungsteno, platino, nitrógeno, carbono, o flúor en la red cristalina sin sustituir a los elementos originales.

- 35 En una realización, el óxido de titanio anteriormente mencionado con defectos de oxígeno es óxido de titanio dopado con nitrógeno, que se forma mediante una técnica de dopaje con nitrógeno.

- La formación de óxido de titanio dopado con nitrógeno puede mejorar eficazmente la absorción de la banda azul de luz visible, ensanchar el intervalo de respuesta frente a luz visible, y mejorar la eficiencia de uso de la luz.

- 40 En una realización, el óxido de titanio anatasa incluye además óxido de titanio de punto cuántico que tiene un tamaño de partícula de menos de 10 nm.

- 45 Añadiendo el óxido de titanio de punto cuántico con el tamaño de partícula de menos de 10 nm, puede obtenerse un excelente efecto de confinamiento cuántico y reactividad, mejorando de ese modo el efecto fotocatalítico del recubrimiento, y puede facilitarse adicionalmente la formación del recubrimiento con la estructura porosa, mejorando de ese modo la capacidad de autolimpieza del recubrimiento.

- 50 En una realización, el porcentaje en masa del óxido de titanio de punto cuántico está en un intervalo del 2 % al 30 %.

En una realización, el porcentaje en masa del óxido de titanio de punto cuántico está en un intervalo del 5 % al 20 %.

En una realización, el material huésped es una combinación del óxido de titanio y el óxido de silicio.

- 55 Adoptar la combinación del óxido de titanio y el óxido de silicio puede mejorar eficazmente la propiedad hidrófila del recubrimiento, facilitando de ese modo la eliminación mediante lavado de contaminantes con agua. Además, el óxido de titanio y el óxido de silicio tienen diferentes características morfológicas, lo cual puede facilitar la formación de la estructura porosa, y mejorar el efecto anti-adsorción de la superficie del recubrimiento.

- 60 En una realización, el óxido de silicio está presente en una superficie del óxido de titanio en una forma de modificación de superficie.

- 65 La presencia del óxido de silicio en la superficie del óxido de titanio en una forma de modificación de superficie puede mejorar eficazmente la propiedad hidrófila del recubrimiento, y permitir eliminar fácilmente los contaminantes mediante lavado con agua.

En una realización, el material huésped es una combinación de óxido de titanio, óxido de tungsteno, y óxido de silicio.

5 Dado que la banda prohibida de óxido de tungsteno es más estrecha, y por tanto puede absorber una porción de luz de longitud de onda azul, la combinación del óxido de tungsteno y el óxido de titanio puede potenciar mejor la función fotocatalítica del recubrimiento con luz visible, mejorando de ese modo la capacidad de autolimpieza del recubrimiento.

10 En una realización, el recubrimiento autolimpiable se prepara sustancialmente a partir de óxido de titanio anatasa que tiene un tamaño de partícula de 10 nm a 50 nm, óxido de tungsteno que tiene un tamaño de partícula de 10 nm a 100 nm, óxido de silicio que tiene un tamaño de partícula de 25 nm a 50 nm, y óxido de silicio que tiene un tamaño de partícula de 1 nm a 20 nm.

15 En una realización, el material huésped es una combinación de óxido de circonio y $g-C_3N_4$.

Puede obtenerse una estructura porosa lamelar adicional añadiendo $g-C_3N_4$ como material fotocatalítico, mejorando de ese modo el efecto de autolimpieza del recubrimiento. Además, $g-C_3N_4$ también puede interaccionar con óxido de circonio para potenciar el efecto fotocatalítico y la propiedad antiestática del recubrimiento, y se forma un recubrimiento autolimpiable no pegajoso, fotocatalítico, hidrófilo, y antiestático.

20 En una realización, las materias primas para preparar el recubrimiento autolimpiable incluyen además un material de dopaje. El material de dopaje es uno o más seleccionados del grupo que consiste en un material poroso, un material fotocatalítico, un material antiestático, un material hidrófilo, y un material hidrófobo.

25 En una realización, el material fotocatalítico es uno o más seleccionados del grupo que consiste en sulfuro de cadmio, perovskita, óxido de cinc, cinc, cobre, metales de las tierras raras, plata, platino, y oro.

30 Debe observarse que los elementos metálicos anteriormente mencionados tales como cinc, cobre, elementos de las tierras raras, plata, platino, y oro pueden añadirse directamente al material de recubrimiento autolimpiable en forma de elemento metálico, por ejemplo, nanoalambres de plata. Los elementos metálicos también pueden añadirse al material de recubrimiento autolimpiable en forma de óxido dopado con metal, por ejemplo, óxido de titanio dopado con plata, que no está particularmente limitado en el presente documento.

35 En una realización, el material fotocatalítico es uno o más seleccionados del grupo que consiste en polímeros semiconductores y materiales fluorescentes de larga persistencia.

En una realización, el material fotocatalítico es uno o más seleccionados del grupo que consiste en $ZnCdS:Cu$, $ZnS:Cu$, $Gd_2O_3:Eu^{3+}$.

40 El material poroso anteriormente mencionado se refiere a un material que puede aumentar el contenido de poros formados por el material de recubrimiento. Añadir el material poroso puede aumentar el contenido de poros de la estructura porosa en el recubrimiento, y reducir el tamaño de poro de los poros, mejorando de ese modo la capacidad de limpieza. Además, también puede aumentarse la tasa de llenado de aire en el recubrimiento, potenciando de ese modo la propiedad antiestática del recubrimiento e impidiendo la adsorción de contaminantes.

45 El material poroso anteriormente mencionado puede prepararse a partir de una variedad de metales y aleaciones, así como carburos, nitruros, boruros, siliciuros, y similares de metales refractarios.

50 En una realización, el material poroso es uno o más seleccionados del grupo que consiste en nanotubos de carbono, nanoalambres de plata, polietileno de baja densidad, óxido de aluminio, y óxido de cinc.

En una realización, el material poroso es polietileno de baja densidad (LDPE).

55 En una realización, el material poroso tiene una porosidad del 20 % o más.

El material antiestático se refiere a un material con un efecto antiestático. Añadir el material antiestático puede mejorar significativamente la propiedad antiestática del recubrimiento y evitar eficazmente la adsorción de contaminantes.

60 En una realización, el material antiestático es un tensioactivo. En otra realización, el material antiestático es un tensioactivo catiónico de cadena de carbono larga saturada.

65 El material hidrófobo se refiere a un material con una función hidrófoba. Preferiblemente, el material hidrófobo tiene un ángulo de contacto con el agua de más de 110 grados. Añadir el material hidrófobo mejora la hidrofobia de la superficie del recubrimiento, reduce la adsorción del material particulado, y también pueden formarse burbujas de aire, y se reduce la dificultad de eliminar contaminantes del recubrimiento mediante gotitas de agua.

En una realización, el material hidrófobo es uno o más seleccionados del grupo que consiste en silano, fluorosilano, resina de silicona, y fluororresina.

- 5 En una realización, el recubrimiento autolimpiable anteriormente mencionado se prepara sustancialmente a partir de óxido de titanio, fluorosilano, y óxido de silicio.

10 En una realización, el recubrimiento autolimpiable se prepara sustancialmente a partir de óxido de titanio que tiene un tamaño de partícula de 10 nm a 50 nm, fluorosilano que tiene un tamaño de partícula de menos de 100 nm, y óxido de silicio que tiene un tamaño de partícula de menos de 100 nm. El óxido de titanio es un óxido de titanio anatasa, e incluye del 0,01 % al 20 % de óxido de titanio con defectos de oxígeno.

15 En una realización, el recubrimiento autolimpiable anteriormente mencionado se prepara sustancialmente a partir de óxido de titanio anatasa, fluorosilano, óxido de silicio, y polietileno de baja densidad (LDPE). El óxido de titanio es el óxido de titanio anatasa e incluye del 0,01 % al 20 % de óxido de titanio con defectos de oxígeno.

20 En una realización, el método de preparación del recubrimiento autolimpiable anteriormente mencionado es el siguiente: depositar la materia prima correspondiente sobre un sustrato mediante un método de deposición química en fase de vapor o deposición física en fase de vapor.

En una realización, el método de preparación del recubrimiento autolimpiable anteriormente mencionado es el siguiente: recubrir la materia prima correspondiente en el sustrato mediante un método de recubrimiento, y después secarlo.

25 Debe observarse que, en el procedimiento de preparar el recubrimiento, cada materia prima puede recubrirse o depositarse secuencialmente sobre el sustrato, o pueden mezclarse de manera uniforme varias materias primas y después recubrirse o depositarse sobre el sustrato, siempre que pueda formarse el recubrimiento que tiene la estructura deseada, y que no está particularmente limitado en el presente documento.

30 Por ejemplo, las materias primas del recubrimiento autolimpiable son óxido de titanio, fluorosilano, óxido de silicio, y LDPE. El método de preparación del recubrimiento autolimpiable que incluye las materias primas anteriormente mencionadas es el siguiente. En primer lugar, se mezcla un sol de óxido de titanio anatasa con sol de óxido de silicio, después se forma una capa funcional sobre una superficie de un sustrato mediante el método de deposición física en fase de vapor, y después se depositan secuencialmente fluorosilano y LDPE sobre una superficie de la
35 capa funcional mediante el método de deposición química en fase de vapor.

Se proporciona el uso del recubrimiento autolimpiable anteriormente mencionado en la preparación de materiales autolimpiables.

40 El recubrimiento autolimpiable anteriormente mencionado tiene una estructura porosa con comunicación de aire libre, lo cual puede facilitar la retirada de contaminantes. La estructura porosa tiene un tamaño de poro más pequeño, por un lado, lo cual puede evitar el fenómeno de que los contaminantes ultrafinos se incorporan en los poros y, por tanto, no pueden eliminarse mediante lavado con agua, por otro lado, lo cual puede formar una superficie antiestática actuando conjuntamente con el aire, de tal manera que el recubrimiento tiene un efecto
45 antiestático, reduciendo de ese modo la adsorción de los contaminantes, y prolongando la vida útil de los productos. Además, el recubrimiento autolimpiable tiene hidrofilia y fotocatalisis, por un lado, lo cual permite eliminar fácilmente los contaminantes mediante lavado con agua, por otro lado, lo cual puede facilitar la descomposición de los contaminantes y prolongar adicionalmente la vida útil de los productos. Por tanto, el recubrimiento autolimpiable anteriormente mencionado es adecuado para preparar materiales autolimpiables, y puede prepararse para dar
50 diferentes materiales autolimpiables según diferentes sustratos. Los sustratos pueden ser vidrio, metal, madera, fibra, o similares.

Una fibra autolimpiable según otra realización de la presente divulgación incluye un sustrato y el recubrimiento autolimpiable anteriormente mencionado. El recubrimiento autolimpiable se forma sobre el sustrato. El sustrato es
55 una fibra. Las fibras pueden ser fibras químicas, tales como licra, Terylene, nailon 66, poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(cloruro de vinilo) (PVC), poliuretano (PU), y similares, o también pueden ser fibras naturales, tales como algodón, fibrilia, y similares.

Los productos de recubrimiento anteriormente mencionados tienen una fuerte capacidad de autolimpieza y vida útil
60 prolongada, y son adecuados para preparar materiales textiles autolimpiables, tales como mantas, alfombras, y similares.

Una alfombra autolimpiable según otra realización de la presente divulgación incluye la fibra autolimpiable anteriormente mencionada. La alfombra autolimpiable puede realizarse a partir de las fibras autolimpiables
65 anteriormente mencionadas mediante un método convencional para preparar alfombras, y que no está particularmente limitado en el presente documento.

A continuación se indican ejemplos específicos para ilustrar adicionalmente la presente divulgación.

Ejemplo 1

Método de preparación de material de recubrimiento: se disolvieron 19 g de cloruro de titanio en 1000 ml de agua, se añadieron lentamente 30 g de hidróxido de amonio (30 %) a una tasa de 1 g por minuto. Tras agitar durante 1 hora, se lavó la precipitación resultante 3 veces con agua desionizada, después se añadieron 100 g de hidrógeno peróxido (disolución al 30 %) y se sometió a peptización a 15 °C durante 12 horas. Después, se puso la disolución sometida a peptización en un reactor hidrotérmico y se llevó a cabo una reacción hidrotérmica a 120 °C durante 8 horas para obtener un sol de óxido de titanio dopado con nitrógeno translúcido. El sol tenía una forma de husillo. Se controló la razón de longitud-anchura de la forma de husillo entre 2 a 4, y se controló la cristalinidad del sol para ser mayor del 95 %.

Se pulverizó el material de recubrimiento anteriormente mencionado sobre un vidrio mediante un método de deposición física para preparar un producto de vidrio, que se denomina ejemplo 1-1.

Se aplicó el material de recubrimiento anteriormente mencionado de manera uniforme a una superficie de una fibra de nailon, y después se empapó la fibra en una disolución en metanol de perfluorooctilsilano al 1 % durante 24 horas y después se extrajo y se secó para obtener una alfombra autolimpiable, que se denomina ejemplo 1-2.

Ejemplo 2

Método de preparación de material de recubrimiento: se disolvieron 24 g de sulfato de titanio en 1000 ml de agua, se añadieron lentamente 30 g de hidróxido de amonio (30 %) a una tasa de 1 g por minuto. Tras agitar durante 1 hora, se lavó la precipitación resultante 3 veces con agua desionizada, después se añadieron 100 g de hidrógeno peróxido (disolución al 30 %) y se sometió a peptización a 20 °C durante 12 horas para obtener un sol estable, y después se añadió 1 g de trietanolamina. Después, se puso el sol en un reactor hidrotérmico y se llevó a cabo una reacción hidrotérmica a 110 °C durante 12 horas para obtener un sol de óxido de titanio dopado con nitrógeno translúcido. El sol tenía una forma de husillo. Se controló la razón de longitud-anchura de la forma de husillo entre 2 y 4, y se controló la cristalinidad del sol para ser mayor del 95 %.

Se pulverizó el material de recubrimiento anteriormente mencionado sobre un vidrio mediante un método de deposición física para preparar un producto de vidrio, que se denomina ejemplo 2-1.

Se aplicó el material de recubrimiento anteriormente mencionado de manera uniforme a una superficie de una fibra de nailon, y después se empapó la fibra en una disolución en metanol de perfluorooctilsilano al 1 % durante 24 horas y después se extrajo y se secó para obtener una alfombra autolimpiable, que se denomina ejemplo 2-2.

Ejemplo 3

Método de preparación de material de recubrimiento: se tomaron 8 g de óxido de titanio modificado en superficie con hidroxilo esférico de 8 nm para dispersarse en 1000 ml de agua, se sometieron a cizalladura y se agitaron a alta velocidad durante 30 minutos en espera. Se tomaron 15 g de sol alcalino de óxido de silicio esférico de 10 nm (30 % en peso) para dispersarse en la disolución dispersada, y se agitó durante 10 minutos. Se tomaron 10 g de sol alcalino de óxido de silicio esférico de 50 nm (40 % en peso) para dispersarse en la disolución dispersada, y se agitaron durante 10 minutos.

Se pulverizó el material de recubrimiento anteriormente mencionado sobre un vidrio mediante un método de deposición física para preparar un producto de vidrio, que se denomina ejemplo 3-1.

Se aplicó el material de recubrimiento anteriormente mencionado de manera uniforme a una superficie de una fibra de nailon, y después se empapó la fibra en una disolución en metanol de perfluorooctilsilano al 1 % durante 24 horas y después se extrajo y se secó para obtener una alfombra autolimpiable, que se denomina ejemplo 3-2.

Ejemplo 4

Método de preparación de material de recubrimiento: se tomaron 24 g de sulfato de titanio para disolverse en 1000 ml de agua, y después se añadieron 9 g de urea, se agitaron de manera uniforme, y se agitaron lentamente y se calentaron hasta 80 °C durante 1 hora. Se lavó la precipitación resultante 5 veces con agua desionizada, y después se añadieron 0,5 g de ácido nítrico concentrado y se sometió a peptización a 50 °C durante 8 horas para obtener un sol estable, y después se puso en un reactor hidrotérmico y se llevó a cabo una reacción hidrotérmica a 150 °C durante 12 horas para obtener un sol de óxido de titanio dopado con nitrógeno translúcido. Se tomaron 12 g de sol ácido de óxido de silicio esférico de 10 nm (30 % en peso) para dispersarse en el sol, y se agitaron durante 10 minutos. Se tomaron 8 g de sol ácido de óxido de silicio esférico de 50 nm (40 % en peso) para dispersarse en el sol, y se agitaron durante 10 minutos.

Se pulverizó el material de recubrimiento anteriormente mencionado sobre un vidrio mediante un método de deposición física para preparar un producto de vidrio, que se denomina ejemplo 4-1.

- 5 Se aplicó el material de recubrimiento anteriormente mencionado de manera uniforme a una superficie de una fibra de nailon, y después se empapó la fibra en una disolución en metanol de perfluorooctilsilano al 1 % durante 24 horas y después se extrajo y se secó para obtener una alfombra autolimpiable, que se denomina ejemplo 4-2.

Ejemplo 5

- 10 Método de preparación de material de recubrimiento: se tomaron 24 g de sulfato de titanio y 0,1 g de nitrato de plata para disolverse en 1000 ml de agua, se añadieron lentamente 30 g de hidróxido de amonio (30 %) a una tasa de 1 g por minuto. Tras agitar durante 1 hora, se lavó la precipitación resultante 5 veces con agua desionizada, después se añadieron 100 g de hidrógeno peróxido (disolución al 30 %), y se sometió a peptización a 20 °C durante 12 horas para obtener un sol estable, y después se añadió 1 g de tetraetoxisilano. Después, se puso el sol en un reactor hidrotérmico y se llevó a cabo una reacción hidrotérmica a 110 °C durante 12 horas para obtener un sol de óxido de titanio dopado con silicio y plata translúcido. El sol tenía una forma esférica. Se tomaron 8 g de sol alcalino de óxido de silicio esférico de 50 nm (40 % en peso) para dispersarse en el sol, y se agitaron durante 10 minutos.

- 20 Se pulverizó el material de recubrimiento anteriormente mencionado sobre un vidrio mediante un método de deposición física para preparar un producto de vidrio, que se denomina ejemplo 5-1.

Se aplicó el material de recubrimiento anteriormente mencionado de manera uniforme a una superficie de una fibra de nailon, y después se secó para obtener una alfombra autolimpiable, que se denomina ejemplo 5-2.

- 25 Ejemplo 6

- 30 Método de preparación de material de recubrimiento: se tomaron 24 g de oxiclورو de circonio, 1 g de ácido clorhídrico, y 10 g de cloruro de sodio para disolverse en 1000 ml de agua, y después se colocaron en un reactor, y se calentaron hasta 200 °C a una tasa de 10 °C por minuto durante 72 horas, y después se obtuvieron partículas de óxido de circonio precipitadas blancas. Las partículas de óxido de circonio precipitadas blancas tenían un tamaño de 4 nm a 5 nm y eran esféricas. Después de lavarse 5 veces con agua pura, se dispersaron las partículas de óxido de circonio precipitadas blancas mediante ultrasonidos para obtener un sol de óxido de circonio a del 1 % al 10 %. Se colocaron 20 g de urea en un reactor sellado y se calentaron hasta 550 °C durante 1 hora para obtener aproximadamente 5 g de g-C₃N₄. Se colocó el producto de g-C₃N₄ en el sol de óxido de circonio y se trató con ultrasonidos. Se desprendió gradualmente g-C₃N₄ en copos y se formó un complejo con el oxiclورو de circonio, para formar una estructura porosa de múltiples capas.

- 40 Se pulverizó el material de recubrimiento anteriormente mencionado sobre un vidrio mediante un método de deposición física para preparar un producto de vidrio, que se denomina ejemplo 6-1.

Se aplicó el material de recubrimiento anteriormente mencionado de manera uniforme a una superficie de una fibra de nailon, y después se secó para obtener una alfombra autolimpiable, que se denomina ejemplo 6-2.

- 45 Ejemplo 7

- 50 Método de preparación de material de recubrimiento: se tomaron 24 g de oxiclورو de circonio, 1 g de ácido clorhídrico, y 10 g de cloruro de sodio para disolverse en 1000 ml de agua, y después se colocaron en un reactor, y se calentaron hasta 200 °C a una tasa de 10 °C por minuto durante 72 horas, y después se obtuvieron partículas de óxido de circonio precipitadas blancas. Las partículas de óxido de circonio precipitadas blancas tenían un tamaño de 4 nm a 5 nm y eran esféricas. Después de lavarse 5 veces con agua pura, se dispersaron las partículas de óxido de circonio precipitadas blancas mediante ultrasonidos para obtener un sol de óxido de circonio a del 1 % al 10 %.

- 55 Se tomaron 20 g de titanato de butilo y 300 ml de etanol absoluto para mezclarse, y después se añadieron lentamente gota a gota a agua desionizada en condiciones de agitación intensa, y después se filtró el precipitado blanco resultante y se secó para obtener TiO₂ amorfo. Se tomó una determinada cantidad de TiO₂ amorfo para añadirse al 10 %(p/p) de glucosa. Tras mezclarse completamente y calcinarse, se obtuvo un polvo de dióxido de titanio dopado con carbono.

- 60 Se añadió el polvo de dióxido de titanio dopado con carbono resultante al sol de óxido de circonio. Después, se tomaron 12 g de sol ácido de óxido de silicio esférico de 10 nm (30 % en peso) para dispersarse en el sol anterior, y se agitaron durante 10 minutos. Después, se tomaron 8 g de sol ácido de óxido de silicio esférico de 50 nm (40 % en peso) para dispersarse en el sol anterior, y se agitaron durante 10 minutos.

- 65 Se pulverizó el material de recubrimiento anteriormente mencionado sobre un vidrio mediante un método de deposición física para preparar un producto de vidrio, que se denomina ejemplo 7-1.

Se aplicó el material de recubrimiento anteriormente mencionado de manera uniforme a una superficie de una fibra de nailon, y después se empapó la fibra en una disolución en metanol de perfluorooctilsilano al 1 % durante 24 horas y después se extrajo y se secó para obtener una alfombra autolimpiable, que se denomina ejemplo 7-2.

Ejemplo 8

Método de preparación de material de recubrimiento: se tomaron 24 g de oxiclورو de circonio, 1 g de ácido clorhídrico, y 10 g de cloruro de sodio para disolverse en 1000 ml de agua, y después se colocaron en un reactor, y se calentaron hasta 200 °C a una tasa de 10 °C por minuto durante 72 horas, y después se obtuvieron partículas de óxido de circonio precipitadas blancas. Las partículas de óxido de circonio precipitadas blancas tenían un tamaño de 4 nm a 5 nm y eran esféricas. Después de lavarse 5 veces con agua pura, se dispersaron las partículas de óxido de circonio precipitadas blancas mediante ultrasonidos para obtener un sol de óxido de circonio a del 1 % al 10 %.

Se tomaron 10 g de nanopolvo de tungsteno y 500 ml de disolución de peróxido de hidrógeno (30 %) para mezclarse, y después se agitaron durante 48 horas a 0 °C para obtener un sol de trióxido de tungsteno de color amarillo pálido. Se calentó el sol de trióxido de tungsteno de color amarillo pálido hasta 120 °C durante 4 horas y después se extrajo para obtener un sol de óxido de tungsteno más estable. El tamaño de partícula del sol de óxido de tungsteno era de aproximadamente 15 nm.

Se tomaron 5 g de nanopolvo de titanio y 500 ml de disolución de peróxido de hidrógeno (30 %) para mezclarse, y después se agitaron durante 24 horas a 0 °C para obtener un sol de peroxititanato amarillo. Se calentó el sol de peroxititanato amarillo hasta 120 °C durante 4 horas y después se extrajo, y pudo obtenerse un sol de óxido de titanio más estable. El tamaño de partícula del sol de óxido de titanio era de aproximadamente 5 nm.

Se mezclaron el sol de óxido de circonio, el sol de óxido de tungsteno, y el sol de óxido de titanio, y después se añadieron 8 g de sol ácido de óxido de silicio esférico de 50 nm (40 % en peso) a los mismos, y se agitó la mezcla durante 10 minutos.

Se pulverizó el material de recubrimiento anteriormente mencionado sobre un vidrio mediante un método de deposición física para preparar un producto de vidrio, que se denomina ejemplo 8-1.

Se aplicó el material de recubrimiento anteriormente mencionado de manera uniforme a una superficie de una fibra de nailon, y después se empapó la fibra en una disolución en metanol de perfluorooctilsilano al 1 % durante 24 horas y después se extrajo y se secó para obtener una alfombra autolimpiable, que se denomina ejemplo 8-2.

Medición de parámetros de producto de recubrimiento

Se usó un elipsómetro para medir los parámetros de recubrimientos de superficie de los productos de vidrio del ejemplo 1 al ejemplo 8. Se midieron los contenidos de poros en los recubrimientos según resultados de cálculo óptico del elipsómetro. Se usó un microscopio electrónico de barrido para obtener fotografías de los recubrimientos de los productos de vidrio del ejemplo 1 al ejemplo 8, y después se midieron los tamaños de poro de los poros. Los resultados medidos se muestran en la tabla 1. Las fotografías de microscopio electrónico de barrido del ejemplo 1 se muestran en las figuras 1 y 2.

Tabla 1

	Contenido de poros	Tamaño de poro
Ejemplo 1-1	75 %	<10 nm
Ejemplo 2-1	68 %	<10 nm
Ejemplo 3-1	53 %	<10 nm
Ejemplo 4-1	75 %	<10 nm
Ejemplo 5-1	79 %	<10 nm
Ejemplo 6-1	47 %	<10 nm
Ejemplo 7-1	73 %	<10 nm
Ejemplo 8-1	90 %	<10 nm

Experimento de verificación del efecto

Experimento de verificación 1

Instrumentos de ensayo:

Instrumento de pulverización de polvo: BINKS 183S, 9,5 litros;

Pulverizador a presión móvil: MECLUBE GmbH-1508, 16 litros;

Boquilla: D IVASprühtechnik GmbH tipo cono completo 1/8, DBLM 8°-120°, 1,4305;

5 Lámpara UV (sala de irradiación UV): Philips Actinic TL TL-K 40 W; 365±10 nm;

Detector: PeakTech tipo 5085, fotodiodo de Si calibrado; 290 nm - 390 nm;

Medidor de turbidez: BYK-Gardner Haze-Gard Plus;

10 Método de ensayo: los productos de vidrio del ejemplo 1 al ejemplo 8 y un blanco de vidrio (que se fabricó del mismo material que los del ejemplo 1 al ejemplo 8, sin recubrimiento autolimpiable, denominado a continuación en el presente documento control de blanco) se sometieron secuencialmente a pulverización de polvo, irradiación UV, y pulverización de agua, respectivamente, y se sometieron a ciclos durante 2 semanas. Se sometió a prueba la turbidez (H) de los vidrios en cada estado, y se calculó la desviación estándar (ΔS). Cuando $\Delta H < 1\%$, indica que el producto tiene una alta capacidad de autolimpieza. Los resultados de ensayo se muestran en la tabla 2.

Parámetros de ensayo: la temperatura de entorno de ensayo estaba en un intervalo de 21,6 °C a 23,9 °C.

20 Irradiación UV durante 24 horas: la temperatura máxima de la superficie del vidrio era de 36 °C.

Intensidad de irradiación: irradiado con 1,2 mW/cm²; de manera continua.

Humedad: del 24 % de hr al 48 % de hr.

25 Tabla 2

Número \ H	Primer ciclo				Segundo ciclo			ΔH	ΔS
	Inicial	Pulverización de polvo	Irradiación UV	Pulverización de agua	Pulverización de polvo	Irradiación UV	Pulverización de agua		
Ejemplo 1-1	0,5	6,2	4,6	1,0	5,3	3,7	0,9	0,5	0,11
Ejemplo 2-1	0,5	6,1	4,7	0,9	5,9	4,5	1,0	0,6	0,15
Ejemplo 3-1	0,5	6,7	5,1	1,1	5,9	4,1	1,0	0,6	0,16
Ejemplo 4-1	0,5	5,5	4,2	0,8	5,8	4,5	1,0	0,6	0,21
Ejemplo 5-1	0,6	5,4	3,2	0,8	5,8	4,2	1,0	0,5	0,17
Ejemplo 6-1	0,4	5,6	3,8	0,9	5,8	4,3	1,0	0,6	0,16
Ejemplo 7-1	0,5	5,7	4,0	0,8	5,8	4,4	1,0	0,5	0,20
Ejemplo 8-1	0,6	5,3	3,3	0,8	5,9	4,6	1,0	0,5	0,13
Control de blanco	0,4	4,6	4,5	2,1	7,0	7,1	3,9	3,6	1,48

30 A partir de la tabla 2 puede observarse que, en comparación con el control de blanco, los productos de vidrio del ejemplo 1 al ejemplo 8 tienen una capacidad de autolimpieza significativamente mejorada.

Experimento de verificación 2

35 Se usó un material nylon 66 de alfombra resistente a manchas Stainmaster (denominado a continuación en el presente documento ejemplo comparativo 1) producido por INVISTA de EE. UU. como control para someter a ensayo la capacidad de autolimpieza de las alfombras autolimpiables del ejemplo 1 al ejemplo 8.

40 (1) Método experimental: se colocaron las alfombras autolimpiables del ejemplo 1-2 al ejemplo 8-2 y el ejemplo comparativo 1 en una placa plana, y después se aplicó el polvo de talco de Johnson con el mismo peso (m_1) a las alfombras autolimpiables anteriores, respectivamente. Después, se agitaron las alfombras autolimpiables respectivamente, para retirar los polvos de las mismas. Se pesaron los polvos retirados (m_2), y se calcularon las eficiencias de adsorción de los polvos según la fórmula $(m_1 - m_2)/m_1 \times 100\%$ (los resultados de ensayo se muestran en la tabla 3). Después, se observaron los aspectos de las fibras autolimpiables tras retirar los polvos. La figura 3 es un diagrama que muestra estados de superficie de la alfombra autolimpiable del ejemplo 1-2 antes (A) y después (B) del experimento. La figura 4 es un diagrama que muestra estados de superficie de la alfombra autolimpiable del ejemplo comparativo 1 antes (A) y después (B) del experimento.

Tabla 3

	Eficiencia de adsorción (%)
Ejemplo 1-2	4,8 %
Ejemplo 2-2	6,7 %

Ejemplo 3-2	5,3 %
Ejemplo 4-2	3,5 %
Ejemplo 5-2	3,7 %
Ejemplo 6-2	4,2 %
Ejemplo 7-2	5,1 %
Ejemplo 8-2	3,3 %
Ejemplo comparativo 1	15,2 %

(2) Método experimental: se colocaron las alfombras autolimpiables del ejemplo 1-2 y el ejemplo comparativo 1 en una placa plana, y después se aplicó polvo de carbono (Mitsubishi Carbon Black MA100 de Japón) a las alfombras autolimpiables del ejemplo 1-2 y el ejemplo comparativo 1, respectivamente. Después, se usó una aspiradora para eliminar los polvos de carbono sobre las superficies de las alfombras autolimpiables, y después se observaron los aspectos de las alfombras autolimpiables tras absorber los polvos de carbono. La figura 5 es un diagrama que muestra estados de superficie de una alfombra autolimpiable del ejemplo 1-2 antes (A) y después (B) del experimento. La figura 6 es un diagrama que muestra estados de superficie de la alfombra autolimpiable del ejemplo comparativo 1 antes (A) y después (B) del experimento.

Análisis y conclusión experimental:

A partir de la tabla 3 puede observarse que las alfombras autolimpiables del ejemplo 1-2 al ejemplo 8-2 tienen un fuerte efecto anti-adsorción.

Además, comparando el ejemplo 1-2 y el ejemplo comparativo 1, puede observarse que la alfombra autolimpiable del ejemplo 1-2 adsorbe menos polvo (figura 3). Aunque se usó polvo de carbono con una fuerte adsorción, la capacidad de adsorción todavía era menor tras usarse una aspiradora (figura 5). Sin embargo, la alfombra autolimpiable del ejemplo comparativo 1 tenía más polvo que quedaba sobre la misma (figura 4), y tenía un fuerte efecto de adsorción de polvo de carbono. Aunque se usó una aspiradora, todavía quedaba un residuo significativo (figura 6). Esto indica que la capacidad anti-adsorción de contaminante de la alfombra autolimpiable del ejemplo 1-2 es significativamente más fuerte que la de la alfombra autolimpiable del ejemplo comparativo 1.

Experimento de verificación 3

Se usó el material autolimpiable de PVDF de fluorocarbono (denominado a continuación en el presente documento ejemplo comparativo 2) como ejemplo comparativo para someter a ensayo el efecto de autolimpieza del recubrimiento autolimpiable del ejemplo 1.

Se tomó una placa plana con una superficie lisa y ordenada para recubrirse con el material de recubrimiento del ejemplo 1 en el lado izquierdo de la placa plana, y para recubrirse con el material de recubrimiento del ejemplo comparativo 1 en el lado derecho de la placa plana, y después se secó, y se dejó reposar.

Se pulverizó de manera uniforme polvo de carbono sobre la placa plana anteriormente mencionada, y se detuvo tras pulverizar durante 1 min. Se observó la adsorción del polvo de carbono en los lados izquierdo y derecho de la placa plana, tal como se muestra en la figura 7. Después, se pulverizó de manera uniforme agua en los lados izquierdo y derecho de la placa plana para limpiar la placa plana. Después de 30 segundos, se detuvo la pulverización, y se llevó a cabo la observación. El resultado se muestra en la figura 8.

Comparando la figura 7 y la figura 8, puede observarse que, después de pulverizarse el polvo de carbono, la placa plana que incluía el recubrimiento autolimpiable del ejemplo 1 tenía menos adsorción (en el lado izquierdo de la figura 7). Cuando se pulverizó agua, los contaminantes en la placa plana que incluía el recubrimiento autolimpiable del ejemplo 1 se eliminaron mediante lavado con agua (en el lado izquierdo de la figura 8), mientras que la placa plana que incluía el recubrimiento autolimpiable del ejemplo comparativo 1 tenía adsorción significativa (en el lado derecho de la figura 7), y cuando se pulverizó agua, se acumularon gotas de agua en la placa plana, y fue difícil que gotearan, y fue difícil lograr el efecto de autolimpieza (en el lado derecho de la figura 8). Esto indica que el producto de recubrimiento del ejemplo 1 tiene un mejor efecto de autolimpieza y un valor de aplicación superior.

REIVINDICACIONES

1. Recubrimiento autolimpiable, que comprende una estructura porosa con poros en comunicación entre sí, en el que un volumen de los poros comprendidos en el recubrimiento representa del 40 % al 98 % de un volumen total del recubrimiento (determinado tal como se describe en la parte experimental en el presente documento en la sección "medición de parámetros de producto de recubrimiento"), los poros en la estructura porosa tienen un tamaño de poro que oscila desde 0,5 nm hasta 40 nm (determinado tal como se describe en la parte experimental en el presente documento en la sección "medición de parámetros de producto de recubrimiento"), en el que el recubrimiento autolimpiable se prepara sustancialmente a partir de un material huésped, y el material huésped es uno o más seleccionados del grupo que consiste en óxido de titanio, óxido de circonio, nitrato de titanio, óxido de silicio, óxido de tungsteno, polímero semiconductor de $g-C_3N_4$, semiconductor de perovskita, plata, hierro, oro, aluminio, cobre, cinc, estaño, y platino.
2. Recubrimiento autolimpiable según la reivindicación 1, en el que el material huésped comprende al menos materiales que tienen dos tamaños de partícula, y una razón de tamaños de partícula de los materiales que tienen dos tamaños de partícula es mayor de 2.
3. Recubrimiento autolimpiable según la reivindicación 1, en el que al menos un material en el material huésped tiene una estructura de cristal esférica con una razón de longitud-anchura mayor de 1.
4. Recubrimiento autolimpiable según la reivindicación 3, en el que al menos un material en el material huésped tiene una estructura en forma de husillo con una razón de longitud-anchura entre 2 y 4.
5. Recubrimiento autolimpiable según la reivindicación 1, en el que al menos un material en el material huésped tiene un ángulo de contacto con el agua de menos de 10 grados.
6. Recubrimiento autolimpiable según la reivindicación 1, en el que el material huésped comprende al menos óxido de titanio anatasa, el óxido de titanio anatasa comprende un óxido de titanio con defectos de oxígeno que tienen un porcentaje en masa del 0,01 % al 20 %.
7. Recubrimiento autolimpiable según la reivindicación 5, en el que el óxido de titanio anatasa comprende además óxido de titanio de punto cuántico que tiene un tamaño de partícula de menos de 10 nm.
8. Recubrimiento autolimpiable según la reivindicación 5, en el que el material huésped es una combinación del óxido de titanio y el óxido de silicio; o
el material huésped es una combinación del óxido de titanio, el óxido de tungsteno, y el óxido de silicio.
9. Recubrimiento autolimpiable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que materias primas para preparar el recubrimiento autolimpiable comprenden además un material de dopaje, el material de dopaje es uno o más seleccionados del grupo que consiste en un material poroso, un material fotocatalítico, un material antiestático, un material hidrófilo, y un material hidrófobo.
10. Recubrimiento autolimpiable según la reivindicación 9, en el que el material poroso tiene una porosidad del 20 % o más.
11. Recubrimiento autolimpiable según la reivindicación 9, en el que el material hidrófobo tiene un ángulo de contacto con el agua de más de 110 grados.
12. Uso del recubrimiento autolimpiable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en una preparación de un material autolimpiable.
13. Fibra autolimpiable, que comprende un sustrato y el recubrimiento autolimpiable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores formado sobre el sustrato, siendo el sustrato una fibra.
14. Uso de la fibra autolimpiable según la reivindicación 13 en una preparación un material textil autolimpiable.
15. Alfombra autolimpiable, que comprende la fibra autolimpiable según la reivindicación 13.

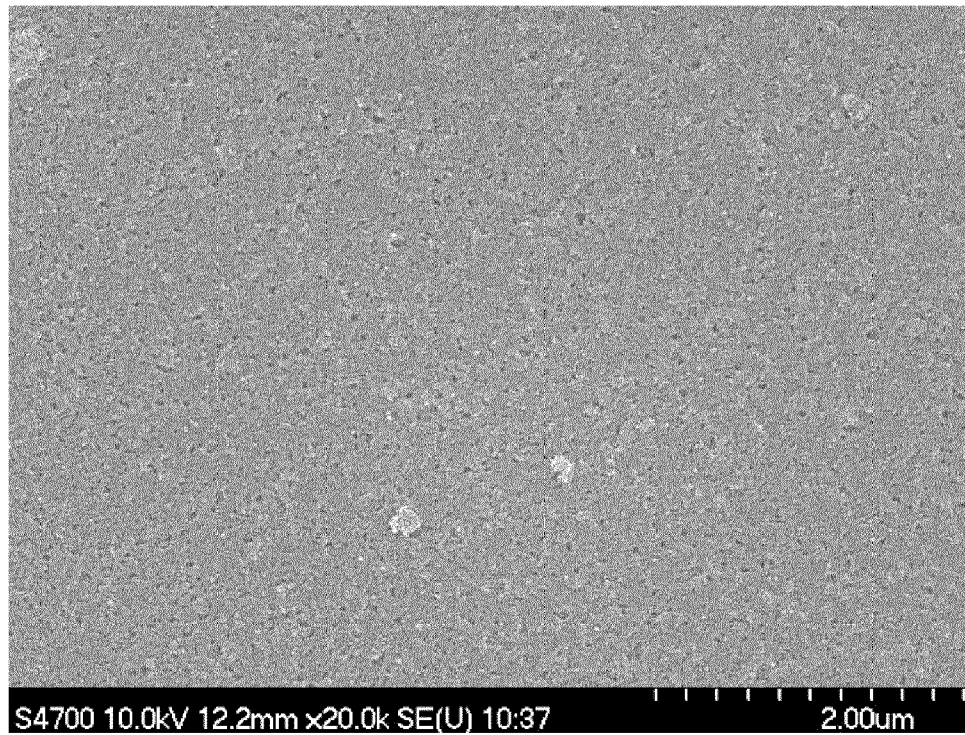


FIG.1

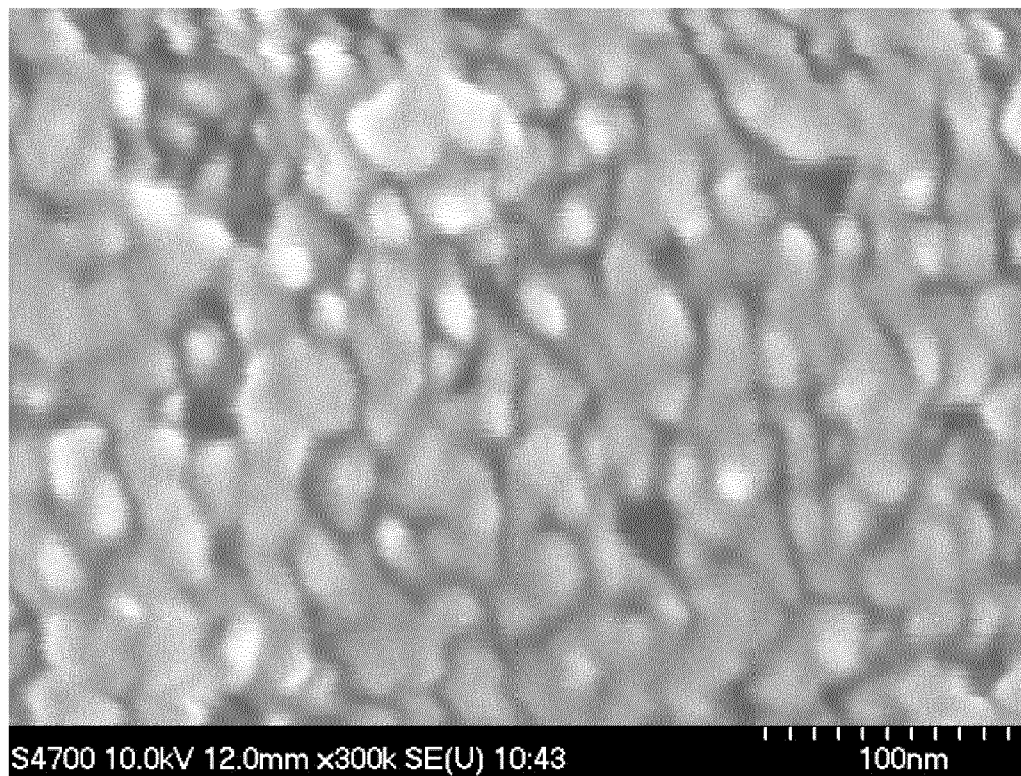


FIG. 2

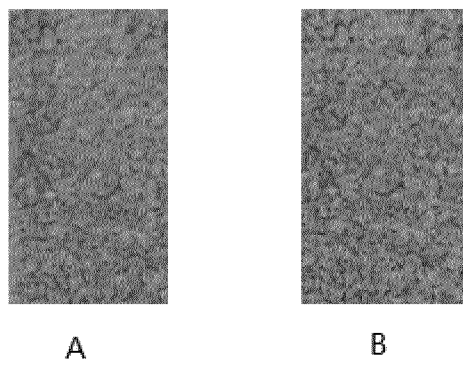


FIG. 3

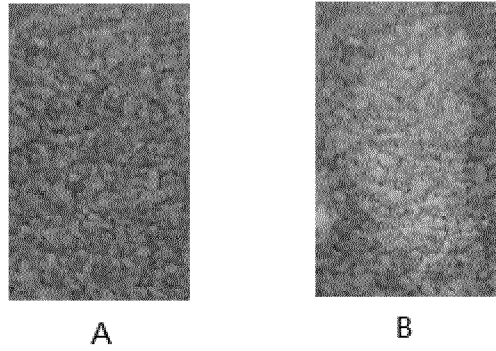


FIG. 4

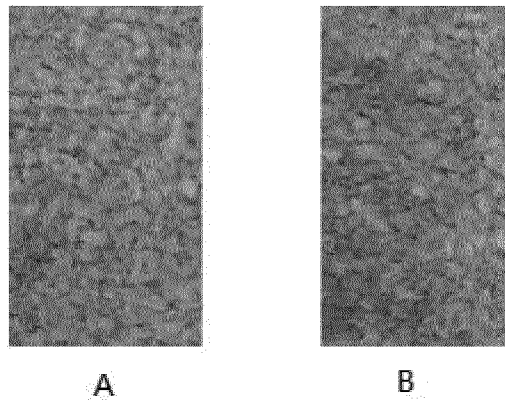


FIG. 5

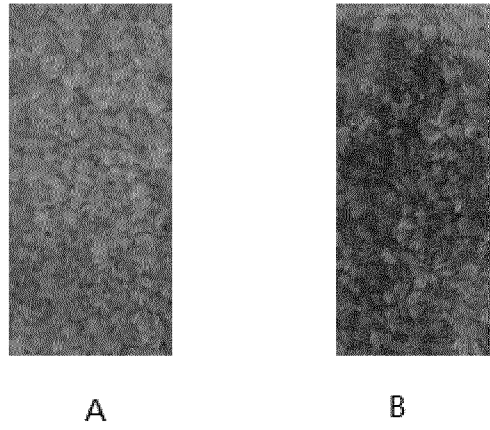


FIG. 6



FIG. 7

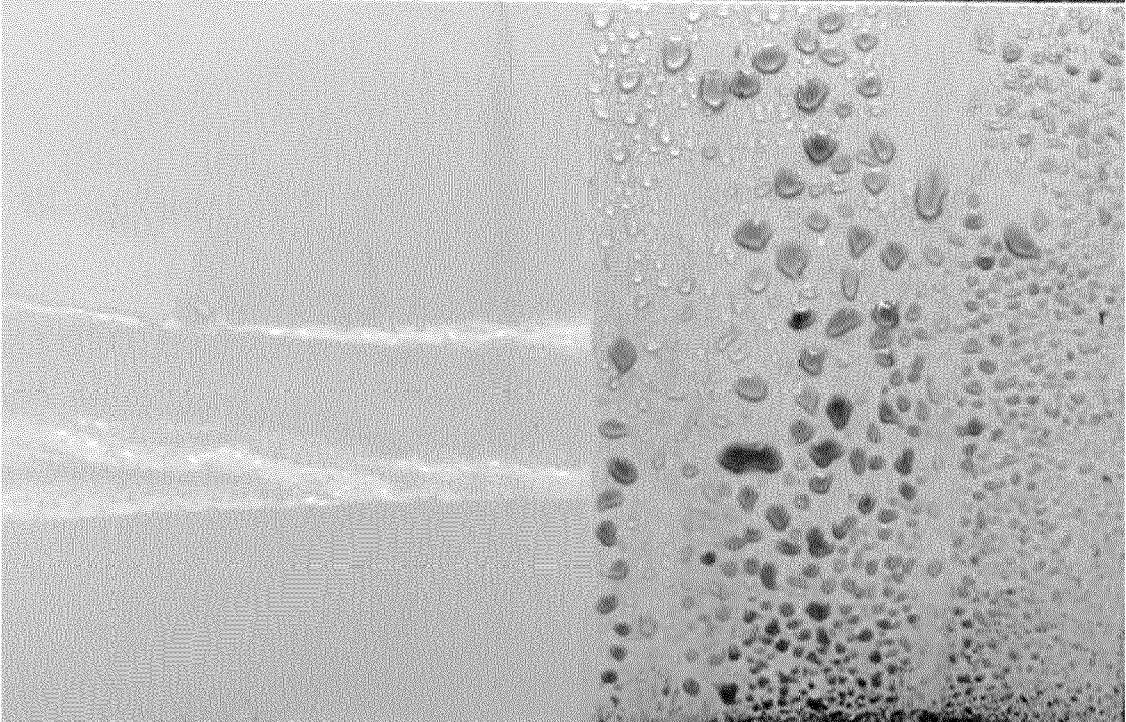


FIG. 8