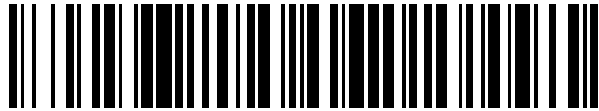


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 469**

51 Int. Cl.:

C09D 5/33 (2006.01)

F24J 2/48 (2006.01)

C09D 5/00 (2006.01)

C09D 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014 PCT/DE2014/000141**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14139511**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 14722522 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2970698**

54 Título: **Recubrimiento, procedimiento para su preparación y su uso**

30 Prioridad:

14.03.2013 DE 102013004611

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2018

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27 c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**ABENDROTH, THOMAS;
ALTHUES, HOLGER;
MAEDER, GERRIT y
KASKEL, STEFAN**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 656 469 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, procedimiento para su preparación y su uso

5 La invención se refiere a un recubrimiento que presenta propiedades de absorción especiales para la radiación electromagnética del espectro de longitud de onda de la luz solar, así como a un procedimiento para la preparación del recubrimiento y a su uso.

10 Puede emplearse particularmente cuando la radiación solar deba aprovecharse para la obtención de energía o calor. El espectro de longitud de onda puede aprovecharse a este respecto de forma selectiva de longitud de onda y controlada. A este respecto, desempeña particularmente un papel especial la absorción de radiación electromagnética del espectro de la radiación emitida por el sol sobre una superficie.

15 Así, es habitual en la preparación de tubos absorbedores que se utilizan en colectores de canal parabólico dotarlos de recubrimientos absorbedores. A este respecto, la propia capa absorbente está formada por un cermet.

20 Además, son necesarias y habituales capas de barrera y reflectantes adicionales en tales recubrimientos de absorbedor. Todas estas capas se forman a este respecto mediante procedimientos de recubrimiento a vacío conocidos, lo que causa altos gastos de preparación y costes correspondientes. Además, es necesario un costoso tratamiento de superficie de un sustrato así para recubrir. Cuanto mayor es el número de capas para utilizar, mayor es también la proporción de pérdida de radiación, de modo que se reduce la proporción de energía radiante aprovechable.

25 Las propiedades de absorción y emisión de estos recubrimientos de absorbedor se determinan mediante los materiales y grosores de capa utilizados.

Es así conocido por el documento KR 20110047515 A un recubrimiento que contiene nanotubos de carbono.

30 El documento US 2012/0090658 A1 se refiere igualmente a recubrimientos con nanotubos de carbono.

Se reivindica en Wu, Yu-Cheng y col., en "Preparation and properties of carbon nanotube-TiO₂ Nanokomposites", Database CA [Online] Chemical Abstracts Service, Columbus, Ohio, EE.UU., 29 de enero de 2008, la elaboración de nanotubos de carbono con TiO₂.

35 Es por tanto objetivo de la invención indicar las posibilidades con las que poder formar un recubrimiento sencillo y económico cuyas propiedades de absorción y/o emisión puedan establecerse, lo que se refiere particularmente a determinadas longitudes de onda o intervalos de longitudes de onda de radiación electromagnética seleccionados.

40 Según la invención, se consigue este objetivo con un recubrimiento que presenta las características de la reivindicación 1. Puede prepararse con un procedimiento según la reivindicación 10. La reivindicación 13 indica los usos.

45 Las configuraciones y realizaciones adicionales ventajosas de la invención pueden ponerse en práctica con las características designadas en las reivindicaciones subordinadas.

El recubrimiento según la invención está formado con una capa que se forma sobre la superficie de un sustrato. Puede formarse también sobre una de las capas reflectantes formadas sobre la superficie del sustrato.

50 En la capa están contenidos nanotubos de carbono. A este respecto, se elige la proporción de nanotubos de carbono contenidos por unidad de superficie o volumen y/o el grosor de capa de la capa de modo que se absorba la radiación electromagnética del espectro de longitud de onda de la luz solar en las proporciones establecidas. Debe emitirse claramente menos proporción de radiación electromagnética del espectro de longitud de onda de un cuerpo negro a una temperatura mayor de 50°C, preferiblemente mayor de 200 °C y con especial preferencia mayor de 350 °C. Esta proporción debería ser menor del 25 %, preferiblemente menor del 15 %.

55 A este respecto, la proporción absorbida con la capa debe ser claramente mayor que la proporción emitida de estas radiaciones.

60 Puede tratarse a este respecto de radiación térmica, que se encuentra por encima de las longitudes de onda del espectro de longitud de onda del sol. A este respecto, la proporción absorbida con la capa debe ser claramente mayor que la proporción emitida de estas radiaciones.

65 La capa absorbe la mayor parte de la radiación emitida por el sol sobre la capa y es especialmente ventajoso que emita una proporción claramente menor de radiación del espectro de longitud de onda de la radiación emitida por un cuerpo negro, de modo que puedan reducirse las pérdidas de calor debidas a la radiación.

A este respecto, debe entenderse por una proporción claramente mayor una proporción de al menos un 75 %, preferiblemente al menos un 90 %. Esto debería aplicarse al intervalo espectral total de la radiación emitida por el sol. Debido a ello, pueden absorberse casi completamente los intervalos de longitud de onda seleccionados.

5 La capa está formada por nanotubos de carbono y puede influirse en las propiedades de absorción, emisión y/o transmisión, particularmente la proporción absorbida de radiación, mediante la proporción en masa de nanotubos de carbono por unidad de superficie o unidad de volumen sobre la superficie del sustrato.

10 Los nanotubos de carbono que forman la capa deberían estar dispuestos irregularmente sobre la superficie del sustrato en la capa reflectante. A este respecto, deben alinearse predominantemente paralelos en un plano que está alineado paralelamente a la superficie del sustrato o a una de las capas reflectantes formadas sobre la superficie del sustrato.

15 Ya que la capa formada por nanotubos de carbono no es particularmente estable mecánicamente y por tanto puede eliminarse por contacto, es ventajoso revestir la capa formada por nanotubos de carbono con una capa protectora. La capa protectora puede estar formada preferiblemente por un óxido. Puede utilizarse un óxido que se selecciona de SnO₂, TiO₂, SiO₂, ZnO, In₂O₃ y Al₂O₃. La capa protectora debería presentar un grosor de capa en el intervalo de 20 nm a 1000 nm. La capa protectora debería presentar una alta transparencia o una alta reflectancia para la radiación emitida por un cuerpo negro. Puede estar formada por ejemplo por SiO₂, TiO₂ o Al₂O₃, con lo que se consigue una alta transparencia en el intervalo de longitud de onda de la luz IR. Son reflectores SnO₂, SnO₂:F u otros óxidos electroconductores y ópticamente transparentes (TCO) en este intervalo de longitud de onda.

20 Además de la protección mecánica, puede conseguirse también con una capa protectora protección ante influencias térmicas y particularmente a este respecto la oxidación.

25 El sustrato debería estar recubierto sobre la superficie del sustrato con un material que redujera la emisión de radiación electromagnética o estar formado por un material tal que pudiera reducir la pérdida de calor desde el sustrato hacia el ambiente mediante radiación irradiada. Este material puede seleccionarse de acero, aluminio, cobre, plata, oro, níquel, molibdeno y paladio. Con ello puede conseguirse que las pérdidas de energía debidas a la radiación emitida puedan reducirse al menos claramente. Así, puede reducirse o incluso evitarse particularmente una emisión de radiación electromagnética del intervalo de longitud de onda de la radiación que emite un cuerpo negro desde el sustrato calentado.

30 En la invención, existe sin embargo también la posibilidad de utilizar un material para la capa protectora que refleje la radiación electromagnética del intervalo de longitud de onda de la luz infrarroja y que sea ópticamente transparente para longitudes de onda menores. Debería reflejar a este respecto particularmente al menos un 50 % la radiación electromagnética del espectro de longitud de onda de un cuerpo negro. Pueden utilizarse como material por ejemplo óxidos electroconductores (TCO).

35 En la capa, deberían estar contenidos nanotubos de carbono en una primera alternativa según la invención, que puede ponerse en práctica sola o junto con una segunda alternativa, a una proporción de al menos 0,05 g/m² y como máximo 5 g/m², preferiblemente al menos 0,25 g/m² y como máximo 2,5 g/m². A este respecto, se desplaza la longitud de onda establecida en la dirección de longitudes de onda mayores con una proporción elevada de nanotubos de carbono contenidos.

40 La capa que contiene nanotubos de carbono puede presentar en una segunda alternativa según la invención un grosor de capa en el intervalo de 10 nm a 2000 nm, preferiblemente de 100 nm a 1000 nm.

45 Pueden utilizarse distintos nanotubos de carbono diferentes, p.ej. SWCNT o MWCNT. También pueden utilizarse según la invención nanotubos de carbono dimensionados diferentemente. Aparte del número de paredes, la estructura (factor de enrollamiento), los diámetros respectivos, las longitudes de los nanotubos de carbono, su pureza (purificados, no purificados) así como dado el caso las impurezas contenidas (distintos metales, catalizadores, carbono en otra forma alotrópica) tienen también influencia sobre las propiedades ópticas.

50 En la preparación de un recubrimiento según la invención, puede procederse así a aplicar una dispersión acuosa, en la que está contenida al menos un tensioactivo y nanotubos de carbono distribuidos regularmente, sobre la superficie de un sustrato o una capa reflectora formada sobre la superficie del sustrato que está formada por un material que refleja la radiación electromagnética con una longitud de onda mayor que la longitud de onda establecida en al menos un 60 %. A continuación de ello, se elimina el agua mediante un secado y el tensioactivo mediante un disolvente. Puede influirse en las propiedades de absorción y/o transmisión de la capa así formada mediante la proporción de nanotubos de carbono que están contenidos en la dispersión.

55 La aplicación de la dispersión puede realizarse con distintos enfoques, así son adecuados procedimientos de pulverización, procedimientos de inmersión y procedimientos a presión.

60 La capa protectora ya descrita previamente puede formarse preferiblemente con un procedimiento de CVD en

condiciones de presión atmosférica o de química húmeda. A este respecto, se describen a continuación las posibilidades para la formación de una de tales capas protectoras en los ejemplos de realización.

5 El recubrimiento según la invención puede usarse en los absorbedores para aplicaciones de la tecnología solar. Esto se refiere particularmente a la preparación de tubos absorbedores que pueden utilizarse con especial preferencia en colectores de canal parabólico.

10 La invención se caracteriza especialmente frente al estado de la técnica por una preparabilidad sencilla y económica, ya que puede renunciarse a las técnicas de recubrimiento a vacío al menos en la medida de lo posible. Al menos la propia capa absorbente puede formarse sin uno de tales procedimientos costosos.

Por la baja proporción de nanotubos de carbono necesaria, los costes de material son también relativamente bajos.

15 A continuación, se ilustra detalladamente la invención mediante ejemplos de realización.

A este respecto:

20 la figura 1 muestra un diagrama del comportamiento de reflexión de la capa con diferentes proporciones de nanotubos de carbono por superficie a distintas longitudes de onda;

la figura 2 muestra un diagrama del comportamiento de reflexión de capas con diferentes proporciones de nanotubos de carbono por superficie a distintas longitudes de onda; y

25 la figura 3 muestra el comportamiento de reflexión de una capa que contiene nanotubos de carbono de una pared que está formada por distintos materiales de sustrato (cobre + acero inoxidable).

30 Las figuras 1 y 2 muestran diagramas del comportamiento de reflexión de capas con diferentes proporciones de nanotubos de carbono por superficie a distintas longitudes de onda. A este respecto, es claramente visible la elevada influencia de las proporciones de nanotubos de carbono contenidos sobre el comportamiento de reflexión y a este respecto el desplazamiento de la longitud de onda establecida hacia longitudes de onda mayores al aumentar la proporción de nanotubos de carbono.

35 Las capas formadas con nanotubos de carbono de varias capas (MWCNT) se separaban de un sustrato de acero inoxidable (SS1.4301, IIIId).

40 La Figura 3 muestra el comportamiento de reflexión de una capa que contiene nanotubos de carbono de una pared (SWCNT), que se separa de distintos materiales de sustrato (cobre + acero inoxidable). El buen comportamiento de absorción se determina a este respecto fundamentalmente mediante la capa de CNT. El límite de selectividad se ve claramente a aproximadamente 2 μm . A longitudes de onda mayores, la capa de CNT es transparente, lo que puede mostrarse mediante diferentes sustratos reflectantes. La emisión del sistema de capa total se determina por tanto por la superficie de sustrato usada. La absorción solar se produce fundamentalmente mediante la capa de CNT aplicada.

45 En los ejemplos, debe anteponerse en general cómo debería llevarse a cabo la preparación de una dispersión y las etapas de procedimiento posteriores adicionales. Esta aclaración se aplica entonces también a continuación a ejemplos concretos todavía por describir, al menos análogamente.

50 En la preparación de la dispersión, se añaden nanotubos de carbono y un tensioactivo adecuado a un líquido, preferiblemente un recipiente que contiene agua. Ya que los nanotubos de carbono (CNT) tienden fuertemente a la aglomeración, se rompen los aglomerados o conglomerados mediante un tratamiento con ultrasonidos. Con el tensioactivo, pueden estabilizarse los CNT en el líquido (agua) y evitarse una nueva aglomeración.

55 Para la obtención de una dispersión homogénea pueden eliminarse dado el caso en la dispersión los aglomerados contenidos mediante centrifugación.

60 La dispersión así obtenida es estable a largo plazo y puede aplicarse, p.ej., mediante pulverización. Después de la aplicación de la dispersión se realiza el secado, que puede acelerarse mediante un calentamiento. Después del secado, permanece sobre la superficie una capa de un retículo de CNT y el tensioactivo respectivo. Ya que los tensioactivos influyen en las propiedades ópticas, debería eliminarse el tensioactivo. Para ello, puede utilizarse un disolvente adecuado para el tensioactivo respectivo (p.ej. etanol), con el que puede eliminarse mediante lavado. Después de la etapa de lavado, permanecen los CNT solos sobre la superficie. Están adheridos mecánicamente con no mucha estabilidad y pueden eliminarse fácilmente mediante el roce u otros contactos. Además, no están muy bien protegidos frente a influencias térmicas o también otras externas.

65 Por estas razones, puede fijarse y protegerse la capa formada por CNT con una capa protectora térmicamente estable y ópticamente transparente. Con ello, puede obtenerse también una protección de la oxidación. La capa

protectora debería absorber elevadamente al menos en el intervalo de longitud de onda en el que la radiación electromagnética es \leq que la longitud de onda establecida, ser ópticamente transparente y no reflejar tampoco esta radiación. Puede estar formada como capa antirrefleitora.

5 Ejemplo 1a:

Se roció una dispersión sobre una superficie de sustrato de acero inoxidable pulido 1.4301 (IIId) mediante una boquilla de aerógrafo a una presión de trabajo de 4 bar.

10 Se preparó la dispersión añadiendo a agua CNT de varias paredes al 0,1 % en masa, como son obtenibles comercialmente por ejemplo de la compañía Nanocyl, y dodecibencenosulfonato de sodio al 0,1 % en masa como tensioactivo adecuado. Se sometió la mezcla a un periodo de 5 min de ultrasonidos a una frecuencia de 20 kHz para romper los aglomerados.

15 A continuación, se centrifugó la dispersión durante 5 min a 3260 g. Se extrajo por arriba un 80 % de la dispersión y se roció sobre una superficie con un tamaño de 150 x 150 mm².

A este respecto, pudo obtenerse sobre la superficie una capa después de secado y lavado del tensioactivo en la que estaban presentes aprox. 0,5 g/m² de CNT.

20 A continuación de ello, se aplicó una capa protectora de SiO₂ sobre la capa.

Para ello, se mezclaron 10 ml de agua, 50 ml de etanol, 50 ml de ortosilicato de tetraetilo y 10 ml de ácido acético al 100 % y se aplicó mediante recubrimiento por inmersión la mezcla sobre la capa. A este respecto, se realizó la inmersión una vez a una velocidad de 1 mm/s.

30 Se secó entonces durante 5 min y a continuación de ello se llevó a cabo un tratamiento térmico a 350 °C durante un intervalo de 5 min. Después de este templado, se obtuvo una capa protectora de SiO₂ con un grosor de capa de 300 nm mediante química húmeda. Pero pueden obtenerse también otros grosores de capa, por ejemplo de 20 nm, 40 nm o 60 nm.

En lugar de una capa protectora de SiO₂, puede formarse una capa protectora de Al₂O₃, como se describe a continuación.

35 Se elaboraron como precursor 100 ml de Al(iPrO)₃ (60 g/l) en n-butanol con HNO₃ concentrado aprox. al 1 % en vol. en forma de una solución. El recubrimiento se realiza de nuevo mediante recubrimiento por inmersión con una única inmersión a una velocidad de inmersión de 1 mm/s.

Se realizó el secado durante 5 min. Se llevó a cabo igualmente un tratamiento térmico a 350 °C durante 5 min.

40 La capa protectora tenía un grosor de 40 nm.

Ejemplo 1b:

45 Se roció sobre una superficie de sustrato de cobre una dispersión mediante una boquilla de aerógrafo a una presión de trabajo de 4 bar.

50 Se preparó la dispersión añadiendo a agua SW-CNT al 0,05 % en masa y dodecibencenosulfonato de sodio al 1 % en masa como tensioactivo adecuado. Se sometió la mezcla a un periodo de 15 min de ultrasonidos a una frecuencia de 20 kHz para romper los aglomerados.

A continuación, se centrifugó la dispersión durante 5 min a 3260 g. Se extrajo por arriba un 80% de la dispersión y se roció sobre una superficie con un tamaño de 150 x 150 mm².

55 A este respecto, pudieron obtenerse sobre la superficie capas después de secado y lavado del tensioactivo en la que estaban presentes aprox. de 0,1 g/m² a 0,5 g/m² de CNT.

A continuación, se aplicó una capa protectora de SiO₂ sobre la capa.

60 Para ello, se mezclaron 10 ml de agua, 50 ml de etanol, 50 ml de ortosilicato de tetraetilo y 10 ml de ácido acético al 100 % y se aplicó mediante recubrimiento por inmersión la mezcla sobre la capa. A este respecto, se realizó la inmersión una vez a una velocidad de 1 mm/s.

65 Se secó entonces durante 5 min y a continuación de ello se llevó a cabo un tratamiento térmico a 350 °C durante un intervalo de 5 min. Después de este templado, se obtuvo una capa protectora de SiO₂ con un grosor de capa de 300 nm mediante química húmeda. Pero pueden obtenerse también otros grosores de capa, por ejemplo de 20 nm, 40

nm o 60 nm.

En lugar de una capa protectora de SiO₂, puede formarse una capa protectora de Al₂O₃, como se describe a continuación

5 Se elaboraron como precursor 100 ml de Al(iPrO)₃ (60 g/l) en n-butanol con HNO₃ concentrado aprox. al 1 % en vol. en forma de una solución. El recubrimiento se realiza de nuevo mediante recubrimiento por inmersión con una única inmersión a una velocidad de inmersión de 1 mm/s.

10 Se realizó el secado durante 5 min. Se llevó a cabo igualmente un tratamiento térmico a 350 °C durante 5 min.

La capa protectora tenía un grosor de 40 nm.

Ejemplo 2:

15 En este ejemplo, se aplicó sobre una capa que se formó como en el ejemplo 1 una capa protectora de TiO₂. A este respecto, se utilizaron en un procedimiento de CVD en condiciones de presión atmosférica, así como los precursores tetraisopropóxido de titanio y agua. Se mantuvo una temperatura de 200 °C. Se describe un modo de proceder correspondiente adecuado en el documento DE 10 2008 052 098 A1, de modo que se señala al contenido de su divulgación y esta debe considerarse también como objeto de esta descripción.

20 La capa protectora formada tenía un grosor de capa de 65 nm.

Ejemplo 3

25 Se roció una dispersión sobre la superficie de un sustrato de acero inoxidable pulido 1.4301 (IId) que contenía en agua nanotubos de carbono de varias paredes (MWCNT) al 0,1 % en masa, así como dodecilbencenosulfonato de sodio al 0,1 % en masa como tensioactivo. Se desaglomeró la dispersión mediante ultrasonidos a una frecuencia de 20 kHz durante 5 min. A continuación de ello, se centrifugó la dispersión durante 5 min a 3260 g. Se extrajo por arriba un 80 % de la dispersión, de modo que no se rociara ningún aglomerado en la aplicación sobre la superficie, que se realizó mediante rociado con una boquilla de aerógrafo a una presión de trabajo de 4 bar.

30 Después del secado y lavado, que se llevaron a cabo como en el ejemplo 1, se aplicó una capa protectora que refleja adicionalmente radiación electromagnética del intervalo de longitud de onda de la luz infrarroja a al menos un 50 % sobre la capa formada por CNT. En principio, pueden utilizarse para ello diferentes óxidos electroconductores ópticamente transparentes selectivos de radiación (p.ej., ITO y AZO entre otros). En este ejemplo, se formó la capa protectora con propiedades reflectantes de IR con óxido de estaño dopado con flúor.

35 A este respecto, se utilizó de nuevo un procedimiento de CVD en condiciones de presión atmosférica como era el caso en el ejemplo 2. Se utilizaron como precursor SnCl₄ y HF al 5 % en masa. Se realizó la aplicación a una temperatura de 400 °C. El grosor de capa ascendía a 500 nm.

40 Se calentaron los precursores en un recipiente burbujeador. Se condujo la presión de vapor ajustada del líquido precursor respectivo mediante una corriente de gas portador a la superficie del sustrato. La temperatura del burbujeador para elegir depende de la curva de presión de vapor del líquido precursor. Con tetracloruro de estaño (SnCl₄), se controló la temperatura del burbujeador a 20 °C, en el HF al 5 % en masa estaba a 50 °C. Se utilizó como gas portador nitrógeno. El caudal de gas portador en el recipiente burbujeador que contiene SnCl₄ ascendía a 0,5 slm. El caudal de gas portador en el recipiente burbujeador que contenía HF se encontraba a aprox. 3 slm. Para evitar la condensación del precursor en forma de gas, se calentaron a 100 °C las conducciones de gas del recipiente burbujeador hasta el cabezal de recubrimiento. Además, se diluyó la corriente de gas portador con una corriente de gas portador de nitrógeno adicional.

45 Se llevaron las conducciones de gas de ambos precursores separadamente entre así al cabezal de recubrimiento. El cabezal de recubrimiento está compuesto en principio por dos tubos dispuestos concéntricamente anidados entre sí.

50 En el procedimiento de CVD usado, tiene lugar una reacción de hidrólisis entre los precursores usados (tetracloruro de estaño y agua o fluoruro de hidrógeno). Se observa la formación de capa a partir de 200 °C. La tasa de separación de capa es fuertemente dependiente de la temperatura. Tiene lugar un crecimiento de capa cristalina orientado a partir de temperaturas de sustrato de aprox. 300-350° C.

60

REIVINDICACIONES

1. Recubrimiento que está formado por una capa que se forma sobre la superficie de un sustrato o una de las capas reflectantes formadas sobre la superficie del sustrato, y la capa absorbe proporciones de radiación electromagnética del espectro de longitud de onda de la luz solar y la proporción de radiación electromagnética del espectro de longitud de onda de un cuerpo negro a una temperatura mayor de 50 °C que se emite es menor de un 25 %, en el que la capa está formada por nanotubos de carbono contenidos en la capa y a este respecto la proporción de nanotubos de carbono contenidos por unidad de superficie o volumen se mantiene en el intervalo de 0,05 g/m² a 5 g/m² y/o el grosor de capa en el intervalo de 10 nm a 2000 nm.
2. Recubrimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los nanotubos de carbono que forman la capa están dispuestos irregularmente, y a este respecto al menos predominantemente en un plano alineado paralelamente a la superficie del sustrato o a una de las capas reflectantes formadas sobre la superficie, paralelos entre sí sobre la superficie del sustrato.
3. Recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa formada por nanotubos de carbono está revestida con una capa protectora que está formada preferiblemente por un óxido.
4. Recubrimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque el óxido se selecciona de SnO₂, TiO₂, SiO₂, ZnO, In₂O₃ y Al₂O₃.
5. Recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el sustrato está formado por un material o la superficie del sustrato está recubierta con un material que refleja la radiación electromagnética del espectro de longitud de onda de un cuerpo negro al menos un 60 %, y que está formado por la capa formada por nanotubos de carbono sobre la superficie del sustrato o la superficie así recubierta del sustrato.
6. Recubrimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque el material se selecciona de acero, aluminio, cobre, plata, oro, níquel, molibdeno y paladio.
7. Recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la capa están contenidos nanotubos de carbono a una proporción de al menos 0,25 g/m² y como máximo 2,5 g/m².
8. Recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa protectora presenta un grosor de capa en el intervalo de 20 nm a 1000 nm.
9. Recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa protectora refleja al menos un 50 % de la radiación electromagnética del intervalo de longitud de onda de la radiación emitida por un cuerpo negro.
10. Procedimiento para la preparación de un recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se aplica una dispersión en la que están contenidos al menos un tensioactivo y nanotubos de carbono en un líquido, distribuidos regularmente, sobre la superficie de un sustrato o una de las capas reflectantes formadas sobre la superficie del sustrato, que está formado por un material que refleja al menos un 60 % la radiación electromagnética del espectro de longitud de onda de la radiación electromagnética emitida por un cuerpo negro, y a continuación de ello, se elimina el líquido mediante secado y el tensioactivo mediante un disolvente, en el que se influye en las propiedades de absorción y/o transmisión de la capa así formada por la proporción de nanotubos de carbono que están contenidos en la dispersión, en el que la proporción de tubos de carbono en la capa se ajusta en el intervalo de 0,05 g/m² a 5 g/m² y/o el grosor de capa en el intervalo de 10 nm a 2000 nm.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque se forma sobre la capa una capa protectora formada por un óxido que preferiblemente está formada por TiO₂, SiO₂ o Al₂O₃ o un óxido electroconductor ópticamente transparente parcialmente, en el que la capa protectora se forma preferiblemente por un procedimiento de CVD en condiciones de presión atmosférica o química húmeda.
12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque se utiliza agua como líquido en el que están contenidos tensioactivo y nanotubos de carbono.
13. Uso de un recubrimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9 para la preparación de absorbedores para aplicaciones de la tecnología solar, particularmente para la preparación de tubos absorbedores.

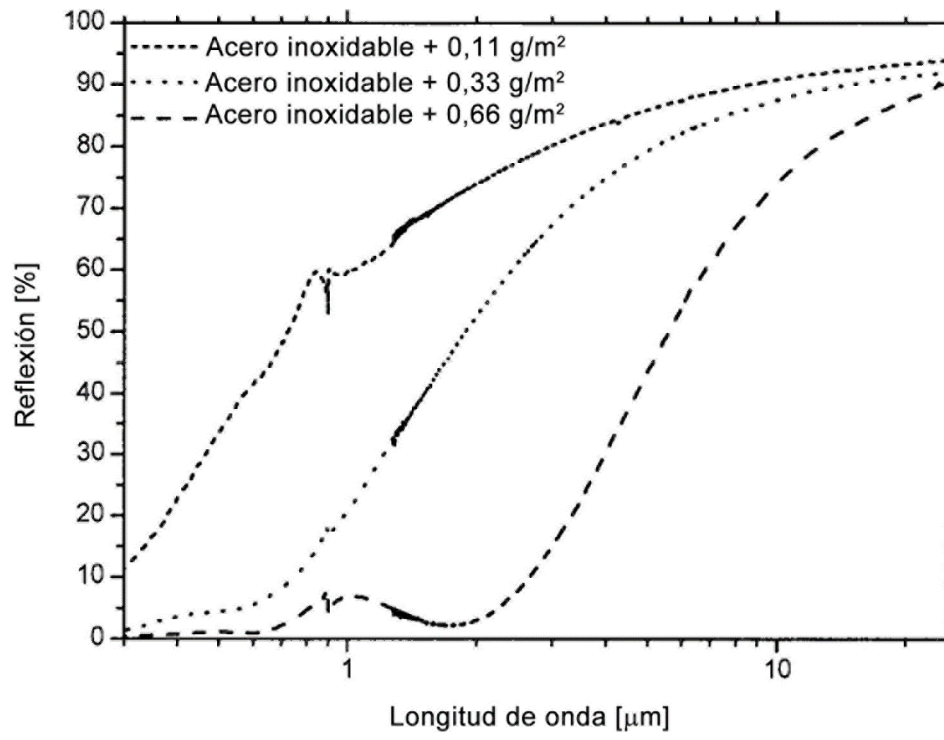


Fig. 1

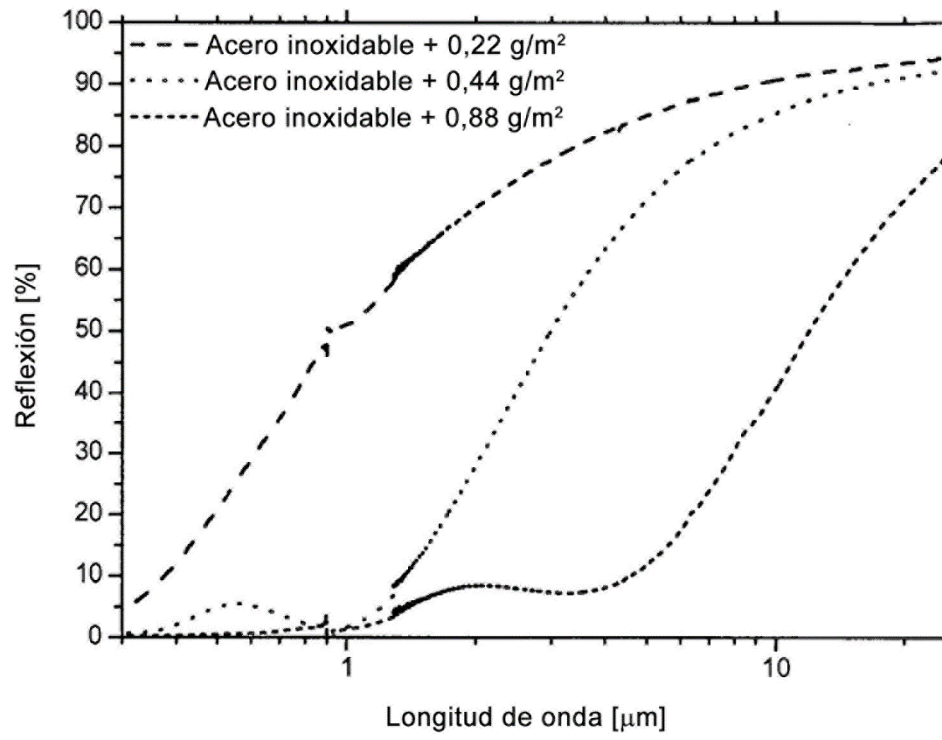


Fig. 2

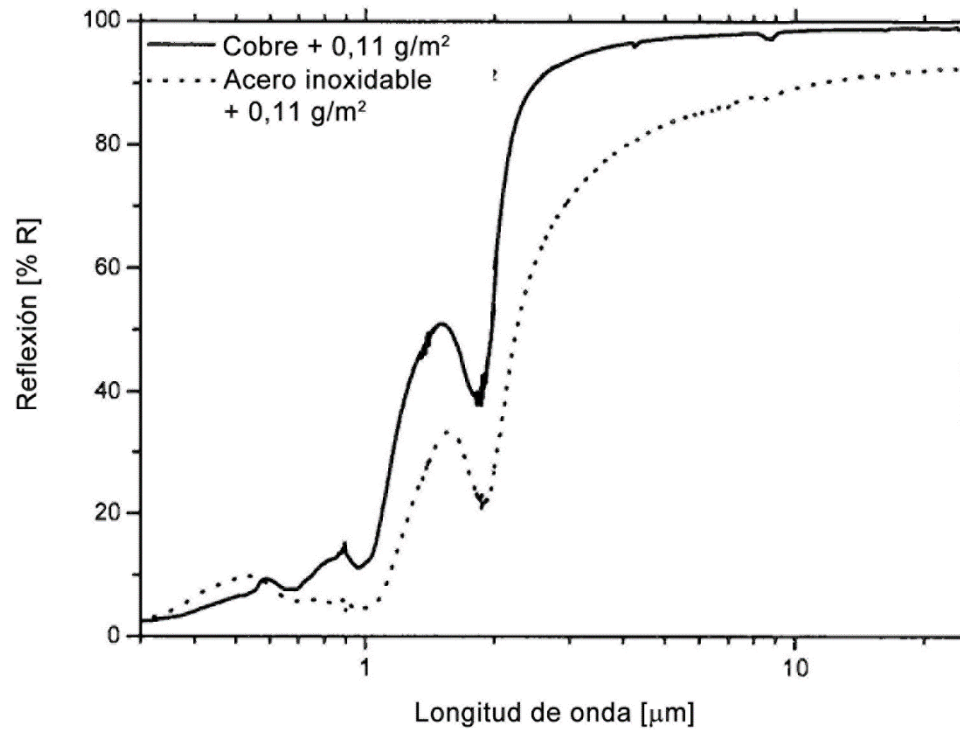


Fig. 3