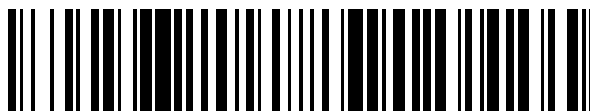


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 031**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

F24J 2/48 (2006.01)

C23C 28/00 (2006.01)

F24J 2/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2009 PCT/ES2009/000489**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.04.2010 WO10046509**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2009 E 09821624 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016 EP 2341038**

54 Título: **Recubrimiento absorbente selectivo solar y método de fabricación**

30 Prioridad:

20.10.2008 ES 200802953

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

05.04.2017

73 Titular/es:

**ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
(100.0%)**

**Avenida de la Buhaira 2
41018 Sevilla, ES**

72 Inventor/es:

**VILLUENDAS YUSTE, FRANCISCO;
ALCAÑIZ GARCÍA, CARLOS;
ALONSO ESTEBAN, RAFAEL;
PELAYO ZUECO, JAVIER;
SUBIAS DOMINGO, JESÚS MARIO;
HERAS VILA, CARLOS y
MARTINEZ SANZ, NOELIA**

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

ES 2 608 031 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 absorbente selectivo solar y método de fabricación

5

SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un recubrimiento absorbente selectivo solar conforme al preámbulo de la reivindicación 1 que comprende: (i) un sustrato, una o varias capas metálicas que le confiere propiedades de baja emisividad, (ii) una estructura de multicapas dieléctricas y metálicas alternadas de espesor subnanométrico en la que se produce la absorción de la energía solar; y (iii) una capa o estructura de multicapas que le proporciona propiedades de antirreflexión.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

La captación de la energía solar en su vertiente de captación térmica cada vez está tomando más importancia tecnológica y económica tanto desde el punto de vista de producción de agua caliente, calefacción o refrigeración a nivel doméstico como para producción de energía eléctrica en centrales termoeléctricas solares.

20

Estos sistemas requieren por una parte un máximo de absorción de la energía solar y las menores pérdidas energéticas posibles. Con este fin, estos sistemas están configurados en tubos de vacío o estructuras similares que disminuyen las pérdidas por conducción y convección y poseen recubrimientos con gran poder absorbente de la energía solar y características de baja emisividad para disminuir las pérdidas energéticas por radiación térmica en el infrarrojo lejano.

25

En consecuencia, tanto en la vertiente doméstica como en la de producción de energía eléctrica, los recubrimientos absorbentes selectivos juegan un papel esencial. Existen numerosos antecedentes de recubrimientos absorbentes como los descritos en las patentes WO2005/121389, US4582764, US4628905, US5523132, US2004/0126594, US2005/0189525, US2007/0209658, WO97/00335, y varias más. En todas ellas el recubrimiento absorbente se compone de una capa metálica que proporciona las características de baja emisividad, una o varias capas de materiales dieléctricos dopados con elementos metálicos "Cermets", que actúan como capas absorbentes de la radiación solar y una capa dieléctrica que actúa como estructura antirreflejante. En alguna de ellas se incorpora alguna capa adicional dieléctrica que actúa como capa bloqueante frente a la difusión de los diferentes materiales. Las capas de cermets son capas absorbentes, índice de refracción complejo, donde la capacidad de absorción la proporciona el elemento metálico codopante cuya concentración pueden ser constante o gradual dentro de cada una de las capas.

30

35

Los Cermets son habitualmente óxidos o nitruros metálicos dopados con elementos metálicos como Mo, Ni, Ti, Ta, Al, etc., que suelen depositarse mediante técnicas de codeposición por pulverización catódica reactivo "sputtering reactivo". La codeposición mediante sputtering reactivo consiste en la evaporación simultánea de dos materiales mediante sputtering en la presencia, además del gas inerte, de un gas reactivo, oxígeno, nitrógeno etc., residual en la cámara de deposición. El gas residual reacciona con uno de los materiales evaporados formando el compuesto dieléctrico correspondiente, mientras que parte del otro compuesto se deposita en forma metálica. El gas reactivo reacciona tanto con el material que forma el compuesto dieléctrico como con el metal dopante, por lo que para obtener el cermet con la absorción adecuada se requiere un control muy estricto de la estequiometría del proceso. La estequiometría del proceso está condicionada por la composición y presiones parciales de los gases de la cámara de vacío en relación al consumo de gas reactivo, y por tanto depende de la velocidad de evaporación, es decir potencia de cátodos, de su estado, por lo que el control tan preciso de la estequiometría del proceso es una tarea difícil, que requiere ciertos mecanismos de realimentación y que puede condicionar negativamente las propiedades de los recubrimientos.

45

50

Asimismo, parte del metal codopante también reacciona con el gas reactivo y forma compuestos dieléctricos, por lo que este metal no contribuye a la absorción de la capa y se requieren grandes concentraciones de metal codopante. Por otra parte, esta técnica presenta también limitaciones a la hora de elección de materiales metálicos codopantes ya que deben poseer afinidad por el gas reactivo mucho menor que el metal principal que forma el compuesto dieléctrico.

55

El documento US4282290 describe un sistema de recubrimiento caracterizado por un alto grado de absorción de energía infrarroja y compuesto por cuatro capas:

60

- (a) una primera capa de titanio, opaca, depositada en vacío, de aproximadamente 2000 a 3000 Å de espesor;
- (b) una tercera capa de titanio, depositada en vacío, semitransparente, de aproximadamente 140 Å de espesor;
- (c) una segunda capa dieléctrica, depositada en vacío, de óxido de aluminio de aproximadamente un espesor óptico de una cuarta onda de 2,8 micrómetros, situada entre dichas primera y tercera capas y en contacto con

las mismas; y (d) una cuarta capa dieléctrica depositada en vacío superpuesta sobre dicha tercera capa. Este recubrimiento está especialmente adaptado para su aplicación a las superficies de un sustrato de zafiro y es eficaz para prevenir problemas de diafonía óptica.

5 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención pretende resolver todas las dificultades indicadas anteriormente, ya que cada una de las diferentes capas de cermets se sustituye por una estructura de multicapas dieléctricas y metálicas alternadas de espesor muy pequeño, inferior a 10nm y principalmente inferior a 1nm. Las capas dieléctricas se depositan mediante sputtering reactivo, incluyendo gas inerte y gas reactivo en la cámara o parte de la cámara donde se depositan las capas dieléctricas, mientras que las capas metálicas se depositan por sputtering DC, introduciendo gas inerte exclusivamente en la cámara o parte de la cámara donde se depositan las capas metálicas. De esta forma no es necesario un control preciso de la estequiometría del proceso, ya que la deposición de las capas dieléctricas requiere una composición de los gases que garantice la reacción total del metal evaporado, mientras que la naturaleza metálica de las capas alternadas queda determinada por el gas inerte introducido como gas de proceso. Como la deposición de ambos tipos de materiales se realiza en cámaras diferentes o en partes aisladas de una misma cámara de deposición, la mezcla de gases es mínima y no se produce la reacción química del material constituyente de las capas metálicas. De la misma forma, como la deposición de las capas dieléctricas y metálicas se realiza en lugares y composición de gases diferentes, no hay ninguna limitación en la composición de las capas dieléctricas y metálicas, pudiendo partir incluso del mismo material metálico de partida, formando capas dieléctricas de un elemento metálico, por ejemplo óxidos o nitruros de un metal, y capas metálicas de ese mismo elemento.

El recubrimiento selectivo solar objeto de la presente invención está diseñado para absorber la energía solar y transformarla en calor con propiedades de baja emisividad, facilitando y haciendo más robusto y fiable el proceso de fabricación y permitiendo mayores posibilidades para su diseño y optimización. El recubrimiento que se deposita sobre un sustrato que puede ser metálico o dieléctrico y garantiza la estabilidad mecánica y térmica del recubrimiento, se caracteriza esencialmente porque comprende:

- Al menos una capa metálica altamente reflejante en el infrarrojo lejano (rango espectral entre 5 y 50 μm de longitud de onda) que proporcione las características de baja emisividad del recubrimiento depositada sobre el sustrato.
- Una estructura de multicapas depositada sobre la capa reflectora, que proporciona las propiedades de absorbente de radiación solar, formada por capas metálicas y dieléctricas alternadas de espesor muy pequeño (inferior a 10nm y principalmente inferior a 1nm), que pueden ser homogéneos para las capas metálicas, por un lado, y dieléctricas, por otro, en toda la estructura, diferenciados en varias zonas o con espesores que varían gradualmente a lo largo de la estructura.
- Al menos una capa dieléctrica depositada sobre la estructura multicapas absorbente que actúa como capa antirreflejante.

En la presente invención como materiales del sustrato se incluyen elementos metálicos como acero, acero inoxidable, cobre o aluminio, y no metálicos, vidrio, cuarzo o materiales cerámicos o poliméricos. El sustrato puede admitir tratamientos, como la oxidación de la capa superficial o tratamientos térmicos y de limpieza que optimicen la adhesión del recubrimiento y por tanto su estabilidad mecánica y medioambiental.

Asimismo, la presente invención contempla un recubrimiento absorbente de la energía solar y reflejante en el infrarrojo medio-lejano que contiene una o varias capas metálicas sobre el sustrato altamente reflejantes en el infrarrojo medio-lejano, una estructura de multicapas metálicas-dieléctricas alternadas de pequeño espesor y una o varias capas dieléctricas que hacen de estructura antirreflejante para la energía solar. El recubrimiento según la invención se caracteriza porque la capa o capas metálicas altamente reflectantes depositadas sobre el sustrato comprenden un material metálico seleccionado del grupo formado por plata (Ag), oro (Au), aluminio (Al), cromo (Cr), Molibdeno (Mo), cobre (Cu), níquel (Ni), titanio (Ti), niobio (Nb), Tántalo (Ta), tungsteno (W), paladio (Pd) o una aleación de los mismo o mezclas de ellos.

Según otra característica de la invención, las capas de material dieléctrico de la estructura de multicapas absorbente comprenden óxidos metálicos y/o nitruros de elementos metálicos, con un índice de refracción entre 1,4 y 2,4. El recubrimiento según la invención está caracterizado porque los óxidos metálicos son seleccionados del grupo formado por óxidos de estaño, óxidos de zinc, óxidos de aluminio, óxidos de titanio, óxidos de silicio, óxidos de níquel, óxidos de cromo óxido de indio o mezclas de ellos. Paralelamente, el recubrimiento según la invención está caracterizado porque los nitruros de elementos metálicos se seleccionan el grupo formado por nitruros de silicio, nitruro de cromo y nitruros de aluminio, o mezclas de ellos.

Asimismo, el recubrimiento según la invención se caracteriza porque las capas metálicas que forman parte de la estructura multicapas absorbente comprenden un material metálico seleccionado del grupo formado por plata (Ag), oro (Au), aluminio (Al), cromo (Cr), Molibdeno (Mo), cobre (Cu), níquel (Ni), titanio (Ti), niobio (Nb), Tántalo (Ta), tungsteno (W), paladio (Pd) o una aleación de los mismo o mezclas de ellos.

La invención contempla igualmente la presencia de una o varias capas dieléctricas que actúan como estructura antirreflejante están constituidas por óxidos metálicos y/o nitruros de elementos metálicos, con un índice de refracción entre 1,4 y 2,4. El recubrimiento según la invención está caracterizado porque los óxidos metálicos son seleccionados del grupo formado por óxidos de estaño, óxidos de zinc, óxidos de aluminio, óxidos de titanio, óxidos de silicio, óxidos de níquel, óxidos de cromo óxido de indio o mezclas de ellos. Paralelamente, el recubrimiento según la invención está caracterizado porque los nitruros de elementos metálicos se seleccionan el grupo formado por nitruros de silicio, nitruro de cromo y nitruros de aluminio, o mezclas de ellos.

En el contexto de la presente invención debe entenderse por aleación metálica cualquiera de las posibles que estos metales pueden formar entre ellos o con otros metales.

Según otra característica de la invención, el espesor de cada una de las capas metálicas reflejantes en el infrarrojo medio-lejano, y de cada una de las capas de material dieléctrico de la estructura antirreflejante está comprendido entre 1 y 500 nm. Por otra parte, según otra característica de la invención el espesor de cada una de las capas metálicas y dieléctricas de la estructura multicapas absorbente es inferior a 10 nm, siendo el número de capas totales de la estructura multicapas superior a 20. La estructura multicapa se puede configurar como una zona homogénea, en la que todas las capas dieléctricas son del mismo material y tienen el mismo espesor y todas las capas metálicas son del mismo metal y del mismo espesor, en varias zonas diferenciadas, en la que cada una de las zonas está configurada como zona homogénea y difiere de la otras zonas en el material constituyente de las capas dieléctricas y/o el metal constituyente de las capas metálicas y/o el espesor de cada una de las capas metálicas o dieléctricas, o bien se puede configurar como una zona gradual donde el espesor de las capas metálicas y/o dieléctricas varía gradualmente. Como forma preferente de realización, la estructura multicapas se configurará con al menos dos zonas diferenciadas, en las que la composición y/o espesor de las capas de una de las zonas sea diferentes a la composición y/o espesor de la otra.

Con todo ello, el número total de capas del recubrimiento es superior a 25 y el espesor total está comprendido entre 100 nm y 2000 nm.

Es objeto de la invención el hecho de que las diferentes capas del recubrimiento estén depositadas mediante técnicas de deposición física en fase vapor en vacío (PVD, physical vapor deposition) como son evaporación térmica, cañón de electrones, implantación iónica o "sputtering", por deposición química en fase vapor (CVD, chemical vapor deposition) o mediante baños electrolíticos, siendo la técnica de sputtering la preferida para este cometido.

Otro objeto de la presente invención es el uso del recubrimiento en tubos absorbentes en colectores cilindro-parabólicos en centrales termoeléctricas solares.

Es también objeto de la presente invención el uso del recubrimiento en paneles solares para agua caliente, calefacción o refrigeración doméstica, tanto en forma de tubos absorbentes como en láminas absorbentes.

Es también objeto de la presente invención el uso del recubrimiento en sistemas de captación en centrales termoeléctricas solares tipo torre, en el que la energía solar reflejada por multitud de heliostatos se concentra en el sistema de captación que está situado en una torre.

Y, finalmente, también es objeto de la presente invención la utilización del recubrimiento en el sistema de captación de los sistemas "disco-stirling".

Con la finalidad de ilustrar las ventajas y propiedades del recubrimiento objeto de la presente invención y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se va a realizar una descripción detallada de una realización preferida, en base a un juego de dibujos que acompañan a esta memoria descriptiva y en donde con carácter meramente indicativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

La Fig. 1 representa un esquema de la sección transversal de un recubrimiento, de acuerdo con la invención, siendo las capas dieléctricas y metálicas de la estructura multicapas absorbente, del mismo material y espesor en toda la estructura.

La Fig 2 representa un esquema de la sección transversal de un recubrimiento, de acuerdo con la invención, en el que la estructura multicapas absorbente está dividida en dos zonas siendo las capas dieléctricas y metálicas de composición y espesor diferente en cada zona.

La Fig 3 representa un esquema de la sección transversal de un recubrimiento, de acuerdo con la invención, en el que la estructura multicapas absorbente está dividida en varias zonas siendo las capas dieléctricas y metálicas de composición y espesor diferente en cada zona.

La Fig 4 representa un esquema de la sección transversal de un recubrimiento, de acuerdo con la invención, en el que la estructura multicapas absorbente comprende una sola zona en la que las capas dieléctricas y metálicas varían de espesor de forma progresiva dentro de la zona.

La Fig. 5 representa la reflectancia en el rango espectral visible-infrarrojo de la estructura del ejemplo 1, junto con el espectro de energía solar y el espectro de emisión térmica a 400°C de temperatura.

La Fig. 6 representa la reflectancia en el rango espectral visible-infrarrojo de la estructura del ejemplo 2, junto con el espectro de energía solar y el espectro de emisión térmica a 400°C de temperatura.

5

En las anteriores figuras las referencias numéricas corresponden a las siguientes partes y elementos:

- 1.- Sustrato
- 2.- Capa metálica reflectora
- 3.- Estructura multicapa absorbente
- 4.- Estructura dieléctrica antirreflejante
- 5.- Capa dieléctrica
- 6.- Capa metálica
- 7.- Zona 1 de la estructura multicapa
- 8.- Zona 2 de la estructura multicapa
- 9.- Zona n de la estructura multicapa

10

15

Descripción detallada de los dibujos

20

El recubrimiento absorbente selectivo de radiación solar objeto de la invención comprende, tal y como se deduce de las figs. 1 a 4 al menos un sustrato (1), al menos una capa metálica reflectante (2) que proporciona las propiedades de baja emisividad, una estructura multicapas (3) de capas dieléctricas (5) y metálicas (6) alternadas que actúa como estructura absorbente de la radiación solar y al menos una capa dieléctrica (4) que actúa como estructura antirreflejante.

25

El sustrato (1) puede ser un material metálico o dieléctrico, o combinación de ambos, que garantice la estabilidad mecánica del recubrimiento.

30

La capa metálica reflectora (2) está constituida, a su vez, por al menos una capa de un metal altamente reflectante en el infrarrojo medio-lejano (2,5-20 μm de longitud de onda), estando dicha capa metálica depositada sobre el propio sustrato.

35

La estructura multicapas absorbente (3) está constituida, a su vez, por una serie de capas dieléctricas (5) y metálicas (6) alternadas, depositadas sobre la capa metálica reflectora (2), y que pueden tener igual o diferente espesor y/o composición:

- a) Las capas dieléctricas (5) pueden ser idénticas entre sí, es decir, ser del mismo material y poseer el mismo espesor, y ocurre lo mismo con las capas metálicas (6), lo que configura la estructura multicapas en una única zona diferenciada representada en la fig. 1.
- b) De la misma forma, pueden existir dos tipos de capas dieléctricas (5) con material diferente y/o espesor diferente, y lo mismo con las capas metálicas (6) configurando la estructura absorbente en dos zonas diferenciadas, estando la primera zona (7) constituida por capas metálicas y dieléctricas de un tipo y la segunda zona (8) del otro tipo, como puede verse en la figura 2.
- c) Pueden existir varios tipos de capas dieléctricas (5) y varios tipos de capas metálicas (6), configurando la estructura en n zonas, siendo n un número ilimitado de zonas donde la estructura multicapa absorbente está compuesta por una primera zona (7), una segunda zona (8) y sucesivas hasta una última zona n (9), estando cada una de ellas formada por un tipo de capa dieléctrica y un tipo de capa metálica como puede verse en la figura 3.
- d) De la misma forma, la estructura absorbente puede estar constituida por capas dieléctricas (5) y capas metálicas (6) cuyo espesor varía gradualmente a lo largo de la estructura, configurando una única zona pero con espesor variable de las diferentes capas, metálicas y/o dieléctricas como se muestra en la fig. 4.

50

55

La estructura antirreflejante (4) está constituida por al menos una capa dieléctrica que proporciona propiedades de antirreflexión de la energía solar.

60

Las Figs. 1 - 4 representan realizaciones concretas de recubrimientos absorbentes selectivos según la invención, en las que sobre un sustrato (1) se ha dispuesto una capa metálica reflectora (2), sobre ella, una estructura absorbente multicapas (3) constituida en una única zona, en dos zonas, en n zonas y en una única zona con espesores de las capas dieléctricas y metálicas que varían en dicha zona, y una capa antirreflejante (4) dispuesta sobre la estructura multicapas.

65

Los sustratos (1) corresponden a materiales metálicos tal como acero, acero inoxidable, cobre o aluminio, o dieléctricos como vidrio, cuarzo, materiales cerámicos o materiales poliméricos, o combinación de diversos tipos de materiales.

Para las capa metálica reflectora (2) se emplea plata (Ag), oro (Au), aluminio (Al), cromo (Cr), Molibdeno (Mo), cobre (Cu), níquel (Ni), titanio (Ti), niobio (Nb), Tántalo (Ta), tungsteno (W), paladio (Pd) o una mezcla de dos o más de ellos o bien una aleación de dichos metales. Esta capas metálicas (2) tiene un espesor comprendido entre 5 y 1000 nm

Las capas de material dieléctrico (5) de las diferentes configuraciones de estructuras multicapa absorbentes tienen un índice de refracción comprendido entre 1,4 y 2,4. Para ello, se emplean óxidos metálicos y/o nitruros de elementos metálicos, tal como óxidos de estaño, óxidos de zinc, óxidos de aluminio, óxidos de titanio, óxidos de silicio, óxido de silicio-aluminio, óxidos de níquel, óxidos de cromo, óxidos de niobio, óxidos de tántalo o mezclas de ellos; así como nitruros de silicio, nitruros de cromo, nitruros de aluminio, o mezclas de ellos. El espesor de las capas de material dieléctrico (5) es inferior a 10 nm, prioritariamente inferior a 1 nm, el número de capas dieléctricas es superior a 10, y el espesor total de las capas dieléctricas de la estructura multicapa absorbente (3) está comprendido entre 5 y 1000 nm.

Para la realización de las capas metálicas (6) de las diferentes configuraciones de estructuras multicapa absorbentes se utiliza plata (Ag), oro (Au), aluminio (Al), cromo (Cr), Molibdeno (Mo), cobre (Cu), níquel (Ni), titanio (Ti), niobio (Nb), Tántalo (Ta), tungsteno (W), paladio (Pd), o una aleación de los mismo o mezclas de ellos. El espesor de las capas metálicas (6) es inferior a 10 nm, prioritariamente inferior a 1 nm, el número de capas metálicas es superior a 10, y el espesor total de las capas metálicas de la estructura multicapa absorbente (3) está comprendido entre 5 y 1000 nm.

Las capas que forman la estructura antirreflejante (4) tienen un índice de refracción comprendido entre 1,4 y 2,4. Para ello, se emplean óxidos metálicos y/o nitruros de elementos metálicos, tal como óxidos de estaño, óxidos de zinc, óxidos de aluminio, óxidos de titanio, óxidos de silicio, óxido de silicio-aluminio, óxidos de níquel, o mezclas de ellos; así como nitruros de silicio y nitruros de aluminio, o mezclas de ellos. El espesor de las capas de material dieléctrico de la estructura antirreflejante está comprendido entre 5 y 1000 nm.

Finalmente, con la finalidad de aumentar la adherencia entre el recubrimiento y el sustrato, el sustrato puede admitir diversos tratamientos, como la oxidación de la capa superficial o tratamientos térmicos y de limpieza de forma que esta mejora de la adhesión del recubrimiento implique mayor estabilidad mecánica y medioambiental

Así, para la obtención del recubrimiento de la invención se procede de modo que sobre de un sustrato (1) de material metálico o dieléctrico se adiciona una primera capa metálica (2), sobre esta se deposita la primera de las capas que forma la estructura multicapas absorbente, pudiendo ser esta primera capa tanto de material dieléctrico (5) o metálica (6). Tras esta primera capa se van depositando alternativamente el resto de capas metálicas (6) y dieléctricas (5), que pueden tener igual o diferente espesor y/o composición, formando la estructura multicapa absorbente. Tras la última de las capas de la estructura multicapa absorbente se adicionan las diferentes capas que forman la estructura antirreflejante.

Para la adición sucesiva de las distintas capas (2, 4, 5, 6...) al sustrato (1) transparente, se emplea principalmente un procedimiento de deposición de metales y/o compuestos dieléctricos, tal como la deposición química de vapor (CVD) o la deposición física de vapor (PVD). De un modo preferido, dentro de las técnicas de PVD se escoge la técnica de "magnetron sputtering".

Para determinar absorbancia solar y la emisividad térmica, se realiza un estudio espectroscópico del recubrimiento, estudiándose la reflectancia en el rango espectral visible-infrarrojo, junto con el espectro de energía solar y el espectro de emisión térmica a 400°C de temperatura, dando unos valores de reflectancia bajos en la zona del espectro solar, lo que significa absorbancia alta (superior o igual al 95%), y valores de reflectancia altos en la zona de emisión térmica, lo que significa emisividad baja (inferior o igual a 0,2).

Evidentemente, pueden existir variantes del procedimiento descrito, conocidas por el experto en la materia, que dependerán de cuáles sean los materiales empleados y los usos de los recubrimientos que se obtengan.

El recubrimiento absorbente selectivo solar de la invención puede ser utilizado como recubrimiento de materiales laminares o tubos seleccionados del grupo formado por acero, acero inoxidable, cobre, aluminio o materiales cerámicos, en el elemento absorbente de centrales termoeléctricas solares tipo torre así como para la utilización en el elemento absorbente en sistemas "disco Stirling" o para su utilización en el tubo absorbente de centrales termoeléctricas solares de colectores cilíndrico-parabólicos.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de recubrimientos de acuerdo con la invención, así como sus propiedades de reflectancia y absorbancia a las distintas longitudes de onda. Dichos ejemplos permiten visualizar las propiedades de los recubrimientos.

EJEMPLO 1. Recubrimiento absorbente selectivo con estructura absorbente de dos zonas de base molibdeno (Mo) y óxido de silicio aluminio (SiAlO_x).

Sobre sustrato (1) de acero inoxidable 304 se deposita una capa de Mo de 300nm. Sobre esta capa de Mo se deposita la estructura multicapas absorbente constituida por dos zonas diferenciadas. La primera zona tiene un espesor total de 52 nm y está compuesta por 285 capas de SiAlO_x de espesor de 0,08 nm alternadas con otras 285 de Mo de 0,1 nm de espesor. La segunda zona tiene un espesor total de 57 nm, y está compuesta por 390 capas de SiAlO_x de espesor de 0,08 nm alternadas con otras 390 de Mo de 0,06 nm de espesor. Por espesor de cada una de estas capas se entiende espesor medio obtenido a partir de los datos proporcionados por una microbalanza de cristal de cuarzo. Sobre la estructura multicapas absorbente se ha depositado una capa antirreflejante de SiAlO_x de 87 nm de espesor.

Con la finalidad de determinar absorbancia solar y la emisividad térmica, se realiza un estudio espectroscópico del recubrimiento del ejemplo 1 y en la Fig. 5 se representa la reflectancia en el rango espectral visible-infrarrojo, junto con el espectro de energía solar y el espectro de emisión térmica a 400°C de temperatura. El recubrimiento presenta valores de reflectancia bajos en la zona del espectro solar, lo que significa absorbancia alta, y valores de reflectancia altos en la zona de emisión térmica, lo que significa emisividad baja. Determinando los valores globales, se obtiene una absorbancia solar en torno al 97,5% y una emisividad a 400°C del orden del 0,15, lo que demuestra la idoneidad del recubrimiento para su uso en colectores solares térmicos y colectores solares CCPs para centrales termoelectricas.

EJEMPLO 2. Recubrimiento absorbente selectivo con estructura absorbente de dos zonas de base níquel (Ni) y óxido de silicio aluminio (SiAlO_x).

Sobre sustrato (1) de acero inoxidable 304 se deposita una capa de Ni de 110 nm. Sobre esta capa de Ni se deposita la estructura multicapas absorbente constituida por dos zonas diferenciadas. La primera zona tiene un espesor total de 78 nm y está compuesta por 340 capas de SiAlO_x de espesor de 0,085 nm alternadas con otras 340 de Ni de 0,145 nm de espesor. La segunda zona tiene un espesor total de 55 nm, y está compuesta por 490 capas de SiAlO_x de espesor de 0,08 nm alternadas con otras 490 de Ni de 0,03 nm de espesor. Por espesor de cada una de estas capas se entiende espesor medio obtenido a partir de los datos proporcionados por una microbalanza de cristal de cuarzo. Sobre la estructura multicapas absorbente se ha depositado una capa antirreflejante de SiAlO_x de 67 nm de espesor.

Con la finalidad de determinar absorbancia solar y la emisividad térmica, se realiza un estudio espectroscópico del recubrimiento del ejemplo 2 y en la Fig. 6 se representa la reflectancia en el rango espectral visible-infrarrojo, junto con el espectro de energía solar y el espectro de emisión térmica a 400°C de temperatura. El recubrimiento presenta valores de reflectancia bajos en la zona del espectro solar, lo que significa absorbancia alta, y valores de reflectancia altos en la zona de emisión térmica, lo que significa emisividad baja. Determinando los valores globales, se obtiene una absorbancia solar en torno al 97,5% y una emisividad a 400°C del orden del 0,08, lo que demuestra la idoneidad del recubrimiento para su uso en colectores solares térmicos y colectores solares CCPs para centrales termoelectricas.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Recubrimiento absorbente selectivo solar con propiedades de absorbente solar y baja emisividad que comprende un sustrato (1) de material metálico, dieléctrico o cerámico, con al menos una capa metálica altamente reflectora (2) en infrarrojo medio-lejano, depositada sobre el sustrato (1), una estructura multicapas absorbente (3) depositada sobre la capa metálica reflectora (2), compuesta por capas dieléctricas (5) y capas metálicas (6) alternadas, y al menos una capa dieléctrica antirreflejante (4), depositada sobre la estructura multicapas absorbente (3), pudiendo ser las capas dieléctricas (5) de la estructura multicapas absorbente (3) de igual o diferente espesor y/o composición entre sí y pudiendo ser las capas metálicas (6) de la estructura multicapas absorbente (3) de igual o diferente espesor y/o composición entre sí, **caracterizado porque** el espesor de cada una de las capas metálicas (6) y dieléctricas (5) de la estructura multicapas absorbente (3) es inferior a 10 nm y preferiblemente inferior a 1 nm, estando el espesor global de la estructura multicapas absorbente (3) comprendido entre 5 y 1000 nm, en el que las capas dieléctricas del recubrimiento absorbente selectivo solar se depositan mediante sputtering reactivo, incluyendo gas inerte y gas reactivo en la cámara o parte de la cámara donde se depositan las capas dieléctricas, mientras que las capas metálicas del recubrimiento absorbente selectivo solar se depositan por sputtering DC, introduciendo gas inerte exclusivamente en la cámara o parte de la cámara donde se depositan las capas metálicas.
- 10
- 15
- 20 **2.** Recubrimiento absorbente selectivo solar con propiedades de absorbente solar y baja emisividad, según reivindicación 1 caracterizado porque la estructura multicapa absorbente (3) comprende una zona homogénea con las capas dieléctricas (5) con igual composición y espesor y las capas metálicas (6) con igual composición y espesor.
- 25 **3.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1 caracterizado porque la estructura multicapas absorbente (3) está constituida por dos o mas zonas homogéneas de manera que las capas dieléctricas (5) difieren en material y/o espesor de una zona a otra, y las capas metálicas (6), difieren en material y/o espesor de una zona a otra.
- 30 **4.** Recubrimiento absorbente selectivo solar con propiedades de absorbente solar y baja emisividad, según reivindicaciones 2 y 3 caracterizado porque dentro de una zona homogénea las capas metálicas (6) entre si y/o las capas dieléctricas (5) entre si, tienen distinto espesor.
- 35 **5.** Recubrimiento absorbente selectivo solar con propiedades de absorbente solar y baja emisividad, según reivindicación 4 caracterizado porque el espesor de las capas metálicas (6) y/o las capas dieléctricas (5) varía gradualmente a lo largo de la zona.
- 40 **6.** Recubrimiento absorbente selectivo solar con propiedades de absorbente solar y baja emisividad, según reivindicaciones 2 y 3 caracterizado porque dentro de una zona homogénea las capas metálicas (6) entre si y/o las capas dieléctricas (5) entre si, tienen igual espesor.
- 45 **7.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1, caracterizado porque el sustrato (1) es un material metálico del grupo formado por acero, acero inoxidable, cobre o aluminio o su combinación.
- 50 **8.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 7, caracterizado porque el sustrato (1) de material metálico se ha sometido a tratamientos para la oxidación de la capa superficial o a tratamientos térmicos.
- 55 **9.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1, caracterizado porque el sustrato (1) es un material dieléctrico del grupo formado por vidrio, cuarzo, materiales poliméricos o materiales cerámicos, o su combinación.
- 60 **10.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1, caracterizado porque las capas metálicas altamente reflectoras (2) comprenden un material metálico seleccionado del grupo formado por plata (Ag), oro (Au), aluminio (Al), cromo (Cr), Molibdeno (Mo), cobre (Cu), níquel (Ni), titanio (Ti), niobio (Nb), Tántalo (Ta), tungsteno (W), paladio (Pd) o una mezcla de dos o más de ellos o bien una aleación de dichos metales.
- 65 **11.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1, caracterizado porque las capas de

material dieléctrico (5) de la estructura absorbente (3) comprenden óxidos metálicos y/o nitruros de elementos metálicos, con un índice de refracción entre 1,4 y 2,4.

5 **12.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 11, caracterizado porque los materiales dieléctricos (5) son óxidos metálicos seleccionados del grupo formado por óxidos de estaño, óxidos de zinc, óxidos de aluminio, óxidos de titanio, óxidos de silicio, óxidos de níquel, óxidos de cromo, óxidos de niobio, óxidos de tántalo o mezclas de ellos, y/o nitruros de elementos metálicos seleccionados del grupo formado por nitruros de silicio, nitruros de cromo y nitruros de aluminio, o mezclas de ellos.

10 **13.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1, caracterizado porque las capas metálicas (6) de la estructura absorbente (3) comprenden un material metálico seleccionado del grupo formado por plata (Ag), oro (Au), aluminio (Al), cromo (Cr), Molibdeno (Mo), cobre (Cu), níquel (Ni), titanio (Ti), niobio (Nb), Tántalo (Ta), tungsteno (W), paladio (Pd) o una mezcla de dos o más de ellos o bien una aleación de dichos metales.

15 **14.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1, caracterizado porque las capas de material dieléctrico antirreflejantes (4) comprenden óxidos metálicos y/o nitruros de elementos metálicos, con un índice de refracción entre 1,4 y 2,4.

20 **15.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 14, caracterizado porque los materiales dieléctricos antirreflejantes (4) son óxidos metálicos seleccionados del grupo formado por óxidos de estaño, óxidos de zinc, óxidos de aluminio, óxidos de titanio, óxidos de silicio, óxidos de níquel, óxidos de cromo, óxidos de niobio, óxidos de tántalo o mezclas de ellos, o nitruros de elementos metálicos seleccionados del grupo formado por nitruros de silicio, nitruros de cromo y nitruros de aluminio, o mezclas de ellos.

25 **16.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el espesor de cada una de las capas metálicas altamente reflectoras (2) está comprendido entre 5 y 1000nm.

30 **17.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1, caracterizado porque el espesor de cada una de las capas de material dieléctrico antirreflejantes (4) está comprendido entre 5 y 1000 nm.

35 **18.** Recubrimiento absorbente selectivo solar según la reivindicación 1, caracterizado porque tiene una absorbancia solar superior al 95% y una emisividad a 400°C inferior a 0,2.

40 **19.** Recubrimiento absorbente selectivo solar con propiedades de absorbente solar y baja emisividad, según la reivindicación 3, caracterizado porque comprende un sustrato (1) de acero inoxidable, una capa metálica altamente reflectante (2) de molibdeno de 300 nm, una estructura multicapas (3) constituida por dos zonas diferenciadas, donde la primera zona tiene un espesor total de 52 nm y está compuesta por 285 capas de óxido de silicio aluminio (SiAlO_x) (5) de espesor de 0,08 nm alternadas con otras 285 capas de Mo (6) de 0,1 nm de espesor y la segunda zona tiene un espesor total de 57 nm y está compuesta por 390 capas de (SiAlO_x) (5) de espesor de 0,08 nm alternadas con otras 390 capas de Mo (6) de 0,06 nm de espesor y una capa antireflectante (4) de SiAlO_x de 87 nm de espesor.

45 **20.** Recubrimiento absorbente selectivo solar con propiedades de absorbente solar y baja emisividad, según la reivindicación 3, caracterizado porque comprende un sustrato (1) de acero inoxidable, una capa metálica altamente reflectante (2) de níquel de 110 nm de espesor, una estructura multicapas (3) constituida por dos zonas diferenciadas, donde la primera zona tiene un espesor total de 78 nm y está compuesta por 340 capas de óxido de silicio aluminio (SiAlO_x) (5) de espesor de 0,085 nm alternadas con otras 340 capas de Ni (6) de 0,145 nm de espesor y la segunda zona tiene un espesor total de 55 nm y está compuesta por 490 capas de (SiAlO_x) (5), de espesor de 0,03 nm alternadas con otras 490 capas de Ni (6) de 0,03 nm de espesor y una capa antireflectante (4) de SiAlO_x de 67 nm de espesor.

60

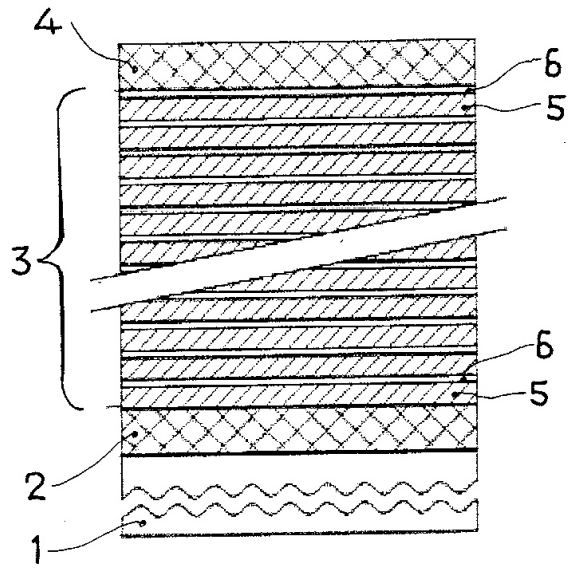


FIG. 1

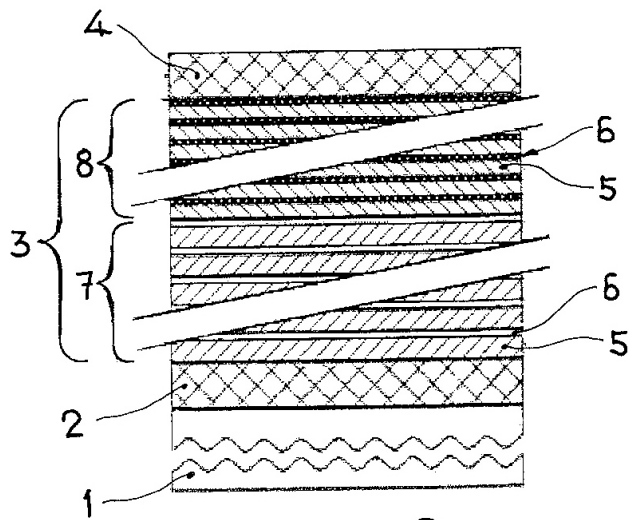


FIG. 2

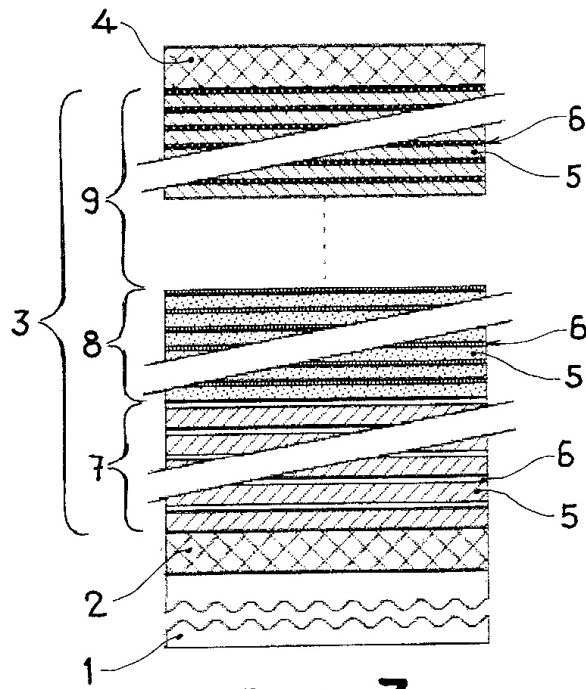


FIG. 3

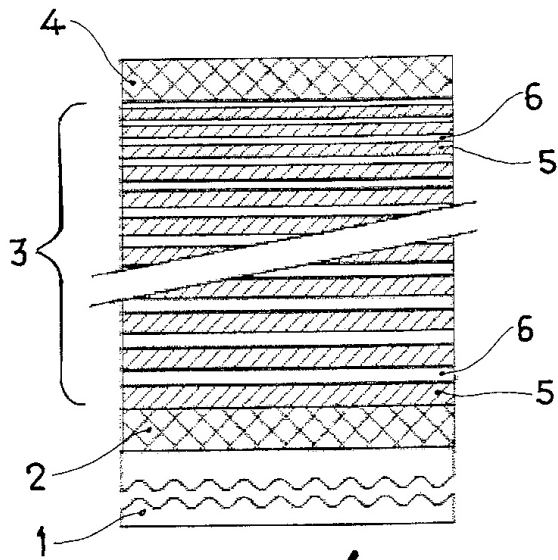


FIG. 4

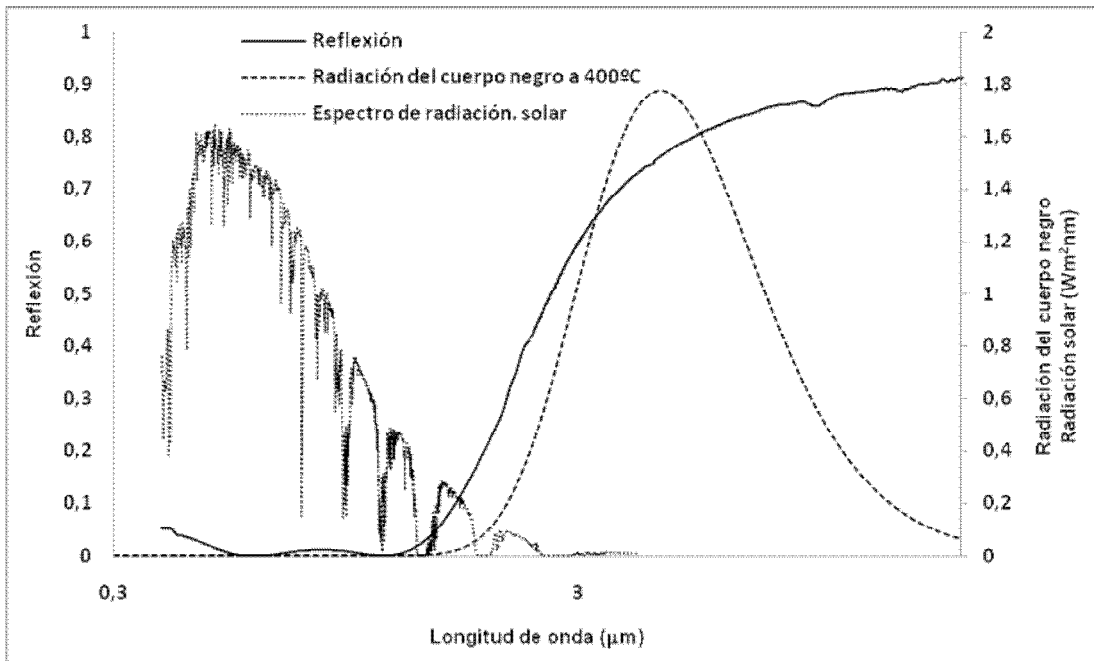


FIG. 5

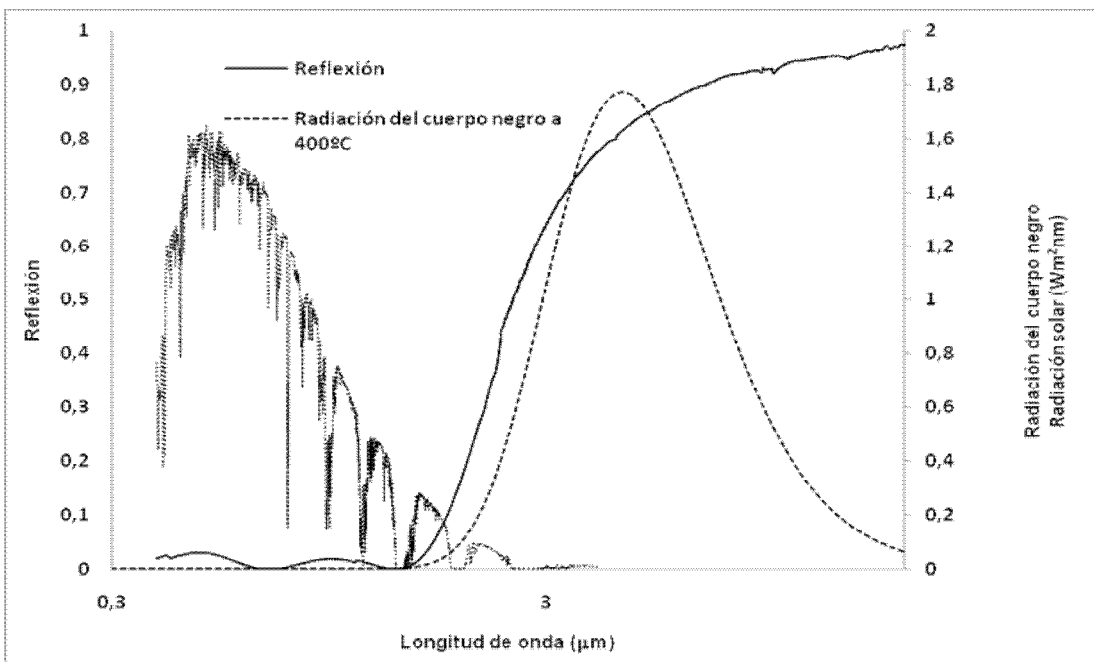


FIG. 6