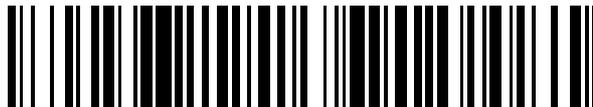


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 751**

51 Int. Cl.:

**C23C 18/12** (2006.01)

**C09D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.01.2011 PCT/NO2011/000014**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2011 WO11087374**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2011 E 11733136 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2545328**

54 Título: **Método para preparar un revestimiento absorbente para calentamiento solar y el revestimiento como tal**

30 Prioridad:

**13.01.2010 NO 20100057**

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

**06.11.2019**

73 Titular/es:

**NORSK HYDRO ASA (100.0%)  
0240 Oslo, NO**

72 Inventor/es:

**HALLENSTVET, MERETE;  
LACAU, ANICA;  
TILSET, BENTE, GILBU;  
SIMON, CHRISTIAN;  
DENKMANN, VOLKER;  
BLECHER, AXEL;  
SIEMEN, ANDREAS y  
SCHENKEL, WILHELM**

74 Agente/Representante:

**DIÉGUEZ GARBAYO, Pedro**

ES 2 729 751 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**

Método para preparar un revestimiento absorbente para calentamiento solar y el revestimiento como tal

- 5 La presente invención se refiere a un método para fabricar un revestimiento absorbente para calentamiento solar, en particular un revestimiento para aplicar sobre una lámina metálica delgada de aluminio. La invención incluye además un revestimiento solar fabricado por el método, así como la aplicación del revestimiento.
- 10 El calentamiento solar aprovecha la energía del sol para proporcionar energía solar térmica para diferentes fines, como el agua caliente solar, el calentamiento solar y los calentadores solares de piscinas. Un sistema de calentamiento solar ahorra energía, reduce los costos de servicios públicos y produce energía limpia. La eficiencia y fiabilidad de los sistemas de calentamiento solar han aumentado drásticamente, haciendo de ellos opciones atractivas en relación con el suministro de energía en casas privadas, así como en tiendas y espacios de oficinas.
- 15 La mayoría de los sistemas solares de calentamiento de agua para edificios tienen dos partes principales, en concreto, un colector solar y un tanque de almacenamiento. Los calentadores de agua solares utilizan el sol para calentar agua o un fluido de transferencia de calor en el colector. El agua caliente se mantiene en el tanque de almacenamiento lista para su uso, con un sistema convencional que proporciona calefacción adicional según sea necesario. El tanque puede ser un calentador de agua convencional modificado, pero generalmente es más grande y
- 20 está muy bien aislado. Los sistemas de calentamiento solar de agua pueden ser activos o pasivos, pero los más comunes son los sistemas activos. El colector más común utilizado en los sistemas de agua caliente solar es el colector de placa plana. La presente invención se refiere en particular a un revestimiento para dicho colector de lámina plana.
- 25 En un proyecto en el que se concibió la presente invención, los inventores pretendían producir un revestimiento a base de sol-gel aplicado en particular sobre un sustrato de aluminio por un método de revestimiento de bobina y que tuviera las siguientes propiedades:
- Alta absorbancia solar (0,28-2,5  $\mu\text{m}$ ),  $\geq 95 \%$
- 30
- Baja emisividad térmica (2,5-50  $\mu\text{m}$ ),  $e \leq 0,1$
  - Máxima temperatura de superficie posible
  - Baja viscosidad, adecuado para revestimiento de bobinas
  - Secado a temperatura de metal de 160-600 °C
  - Soportar 600 °C hasta 2 h
- 35
- Resistir 400 °C durante 100 h

- Estabilidad de por vida a 230 °C

- Estable contra la humedad

- Estabilidad a largo plazo: resistencia a la corrosión en microclima ISO CD 12952-2.

5 Actualmente, se conocen en el mercado diferentes tipos de revestimientos para fines de absorción de energía solar, tales como pinturas negras con aglutinante orgánico, o revestimientos selectivos preparados con revestimientos por pulverización catódica de tipo CVD y revestimientos tipo sol-gel. Sin embargo, muchos de los tipos de revestimiento conocidos no cumplen con los requisitos anteriores, como el requisito con respecto a la temperatura y la corrosión.

10 Se sabe que los revestimientos de tipo sol-gel, en particular los inorgánicos, tienen propiedades de adhesión variables e incluso deficientes. Sin embargo, se sabe que tienen estabilidad química y estabilidad térmica incluso a temperaturas más altas. Otras ventajas con estos tipos de revestimientos son los requisitos modestos de equipo y la facilidad para aplicar el revestimiento, el bajo consumo de energía y la posibilidad de combinar diferentes tipos de capas

15 Del documento WO 2007/147399 se conoce un proceso para producir un revestimiento absorbente solar que comprende las etapas de recubrir un sustrato con una solución precursora de titanio para producir una capa de dióxido de titanio mediante la técnica de sol-gel y tratar térmicamente el sustrato para pirrolizar y cristalizar la capa y en el que se añaden iones de plata a la solución precursora de titanio antes del revestimiento. Sin embargo, esta solución conocida no cumple con los requisitos con respecto a la absorbancia solar mencionada anteriormente.

20 Se conoce un método para preparar un revestimiento absorbente para calentamiento solar para aplicar sobre un sustrato metálico mediante revestimiento por inmersión. El revestimiento es del tipo sol-gel basado en un sol de óxido metálico, donde se mezcla negro de ferrita de manganeso en el sol, en forma de soluciones metal-orgánicas (acetato de Mn, cloruro de Fe y Cu), seguido de la aplicación de la laca de sol mezclada sobre el sustrato y a continuación secar a 500 °C para obtener el revestimiento de sol-gel (LEON KALUZA et al.: JOURNAL OF SOL-GEL SCIENCE AND TECHNOLOGY, vol. 20, no. 1, 1 de enero de 2001 (2001-01-01), páginas 61-83).

30 La patente US 6.605.365 se refiere a un revestimiento de sol-gel diferente basado en alcoxicirconio y un organosilano en el que la relación de Si/Zr y sol es importante para su rendimiento. Este sol conocido incluye pigmentos, pero los pigmentos incluyen una gran cantidad de escamas metálicas para controlar el color, el brillo y la reflectividad. Por lo tanto, el revestimiento no es un revestimiento de absorbancia solar, sino un revestimiento de color convencional con diferentes propiedades, como la conductividad eléctrica.

35 Con la presente invención se proporciona un método rentable para fabricar un revestimiento absorbente para calentamiento solar, así como un revestimiento como tal que se realiza de acuerdo con el método.

40 Con la invención se proporciona además un método y un revestimiento en los que los requisitos mencionados anteriormente con respecto a la absorbancia solar, la emisividad térmica, la estabilidad térmica y la resistencia, etc. se cumplen en gran medida o de forma aceptable.

El método se caracteriza por las características definidas en la reivindicación independiente 1 y el revestimiento como tal se caracteriza por la característica definida en la reivindicación independiente 7.

45 Las reivindicaciones dependientes 2-6 y 8-14 definen realizaciones preferidas de la invención.

La presente invención se describirá adicionalmente a continuación a modo de ejemplos y con referencia a las figuras, en las que:

- 50 Figura 1: Espectro IR de muestras de acuerdo con la invención recubiertas con espinela negra de ferrita de manganeso en sol de CeO<sub>2</sub> (NO<sub>3</sub>) sobre sustrato electroquímico desengrasado AA1050  
 Figura 2: Muestra el espectro IR de espinela negra de ferrita de manganeso,  
 Fig. 3: Muestra los espectros de UV-VIS-NIR de muestras recubiertas con espinela negra de ferrita de manganeso en sol de CeO<sub>2</sub> (NO<sub>3</sub>) sobre sustrato electroquímico desengrasado AA1050

En vista de los requisitos mencionados anteriormente y las experiencias previas con preparaciones de revestimiento, los inventores decidieron inicialmente investigar revestimientos inorgánicos basados en pigmentos inorgánicos negros dispersados en un sol de óxido metálico como sol basado en  $\text{CeO}_2$ .

5 El espectro de IR del  $\text{CeO}_2$  puro no muestra bandas IR; por lo tanto, tiene una baja emisividad y debería ser adecuado como aglutinante inorgánico para pigmentos absorbentes solares negros. Los experimentos introductorios demostraron que los revestimientos de  $\text{CeO}_2$  se comportaron bien con respecto a la adhesión y la resistencia al rayado después de calentar a  $600\text{ }^\circ\text{C}$ , pero para aplicaciones a temperaturas más bajas, se han investigado formas de mejorar la adhesión, ya sea con aditivo orgánico o inorgánico en el sol o con promotores de la adhesión sobre la capa de pasivación.

#### Ejemplo 1:

15 Se utilizaron los siguientes materiales de partida:

- Sol de nitrato de óxido de cerio, con un 10-30 % en peso de  $\text{CeO}_2$ , un tamaño de partícula 10-20 nm y  $\text{pH} = 1,5$
- Pigmento negro, espinela negra de ferrita de manganeso con un tamaño de partícula promedio de  $0,5\text{ }\mu\text{m}$  y  $\text{pH} = 6,0$  cuando se dispersa en agua.

20 El pigmento tiene una reflectancia muy baja en la gama UV-VIS-NIR. Se demostró que la composición era  $\text{Mn}_3\text{Cu}_2\text{FeO}_8$  por SEM (EDS).

- Aditivo orgánico, para mejorar la adhesión después del tratamiento térmico a baja temperatura ( $280\text{ }^\circ\text{C}$ ). Se probaron diferentes concentraciones del ingrediente principal, ver la tabla de resultados.

#### Procedimientos de preparación de laca

30 Se necesita una buena dispersión del pigmento en el sol; preferiblemente deben alcanzarse tamaños de partícula  $\leq 0,5\text{ }\mu\text{m}$ . Debe evitarse la formación de espuma.

35 Para las muestras introductorias a escala de laboratorio, el tratamiento ultrasónico se combinó con agitación. El procedimiento que dio la dispersión más estable fue: tratamiento ultrasónico de bocina 3 x 10 min (instrumento: Branson Sonifier 450) con agitación magnética. La salida se estableció en 7, con un ciclo de trabajo del 50 %. La muestra se encontraba en un baño de hielo para evitar el sobrecalentamiento. Cualquier espuma formada se eliminó mediante agitación suave, tratamiento al vacío y baño ultrasónico + agitación lenta (100 rpm) durante la noche. Por razones prácticas, el tratamiento ultrasónico no puede usarse para lacas de escala industrial.

40 Para la escala industrial se produjeron muestras basadas en un procedimiento de laboratorio conforme con las siguientes modificaciones:

- la humectación/dispersión del pigmento se llevó a cabo en una máquina de dispersión de alto cizallamiento, añadiendo el 25-35 % de la cantidad total de sol. Tiempo de agitación hasta alcanzar un tamaño medio de partícula de  $0,5\text{ }\mu\text{m}$ .
- se añadieron aditivos orgánicos
- la formulación se completó con el resto de sol.

50 La laca se preparó en un mezclador de chorro de corriente, con muy buenas propiedades de dispersión y muy poca cantidad de espuma durante la mezcla.

#### Procedimiento de aplicación para las muestras a escala de laboratorio:

55 Los experimentos introductorios se realizaron en un baño de aluminio desengrasado electroquímicamente recubierto en el laboratorio. Velocidad de retracción: 1-10 mm/s; se prefirió 3 mm/s.

Después de los experimentos introductorios, las muestras se recubrieron con barras, utilizando barras 4-22; se prefirió la barra 4 y el sustrato electroquímico se desengrasó.

60 Los ensayos de líneas industriales se realizaron utilizando una tira delgada de Al, recubierta continuamente a través de un proceso de revestimiento de bobina. La primera etapa después del desenrollado fue la sección de tratamiento previo, que incluía el desengrasado electroquímico. El revestimiento (laca) solar preparado se aplicó mediante alimentación profunda en un sistema de tres rodillos, donde el rodillo aplicador giraba hacia atrás, el rodillo dosificador hacia adelante y el tercer rodillo hacia atrás, con respecto a la dirección de la tira. El curado se llevó a cabo en un horno convencional, con circulación de aire caliente y temperatura establecida para lograr una TMM de  $280\text{ }^\circ\text{C}$  como mínimo. La tira revestida pasó por una unidad de enfriamiento (aire y agua) después de salir del horno

y se volvió a enrollar.

Tratamiento térmico de muestras recubiertas de laboratorio

- 5 Después del revestimiento, las muestras recubiertas de laboratorio se calentaron durante 1 minuto en un horno ajustado a 280 °C o 260 °C. La temperatura máxima del metal (TMM) fue siempre >250 °C. Las muestras, después del tratamiento térmico, se enfriaron con aire o se enfriaron con agua. Algunas muestras se calentaron por segunda vez, en un horno a 500 o 600 °C durante 10 min. Todos los hornos tenían aire como atmósfera.

10 Ensayos de adhesión

Se han aplicado varios métodos de prueba: prueba de adhesión cuadrícula de acuerdo con la norma DIN EN 13523-6: 2002 y pruebas de flexión de acuerdo con la norma DIN EN 13523-7: 2001 y prueba de frotamiento:

- 15 Desprendimiento cuadrícula de cinta: la adhesión se evaluó en función de si la cinta se desprendía del revestimiento o no. Las muestras se clasificaron en una escala de 1 a 4, donde 1 fue la mejor. Para obtener un "1", el pegamento de la cinta debe permanecer en el revestimiento después de retirarlo. Una muestra clasificada "4" tenía una liberación de revestimiento muy fácil: todo el revestimiento estaba en la cinta, independientemente de si había o no un patrón cuadrícula.

- 20 Se utilizó un sistema de clasificación similar para pruebas de flexión. Las muestras se doblaron y a continuación se abrieron; si el revestimiento estaba intacto y después no se desprende frotando con un dedo, la clasificación se marcó como "1".

- 25 El ensayo de frotamiento según la norma DIN EN 13523-11: 2003 se realiza frotando hacia adelante y hacia atrás con un redondel especial mientras se aplica una presión fija de 10 N. Se mide el número de fricciones dobles antes de penetrar el revestimiento para mostrar el material del sustrato. Un buen revestimiento debe soportar  $\geq 50$  fricciones.

Propiedades ópticas

- 30 Los espectros de IR y UV-VIS-NIR se utilizaron para caracterizar las propiedades ópticas de la superficie de Al recubierta.

- 35 El espectro UV-VIS-NIR se ponderó, utilizando el espectro solar, para obtener el valor de reflexión solar total (RST). La absorción solar ( $\alpha$ ) se encuentra a partir de RST:  $\alpha = (100 - RST)/100$ . El espectro IR se ponderó, usando la radiación de cuerpo negro a 300 K, para obtener la emisividad ( $\epsilon$ ).

La eficiencia solar (E) del revestimiento depende tanto de  $\alpha$  como de  $\epsilon$ . Se utilizaron las siguientes dos fórmulas:

40 
$$1) E = \alpha/\epsilon$$

$$2) E = \alpha^2/\epsilon$$

La validez de estas fórmulas hasta ahora no ha sido confirmada experimentalmente.

45 Resultados

Hay dos requisitos básicos para un revestimiento solar para uso industrial: alta eficiencia solar y buena adhesión al sustrato de Al.

- 50 Los resultados de los ensayos a escala de laboratorio e industrial como se describe anteriormente se muestran en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1

Muestra n.º	Formulación	Emisividad	RST	Adhesión con doble fricción	Desprendimiento de la cinta adhesiva
1	Sol + 12,4 % de pigmento negro, sin aditivos	0,03	16,93	>20	Baja
2	Sol + 12,4 % de pigmento negro, sin aditivos			Sin adhesión	Baja
3	Sol + 12,4 % de pigmento negro + 10 % de Ad. 2	0,11	16,26	>20	Baja
R4	Sol + 10 % de pigmento negro + 10 % de Ad. 2	0,14	13,56	>50	Buena
5	Sol + 10 % de pigmento negro +	0,08	18,38	>50	Buena

	5 % de Ad. 2				
R15A	Sol + 8 % de pigmento negro + 7 % de Ad.	0,13	18,41	100	Buena
R18	Sol + 10 % de pigmento negro + 5 % de Ad.	0,17	13,59	100	Buena
R20	Sol + 8 % de pigmento negro + 7 % de Ad.	0,15	16,82	100	Buena
6	10 % de pigmento negro + 1 % de Ad. 2	0,07	18,17	>50	más baja que los n.º 4 y 5
F5 90-50	Sol + 8 % de pigmento negro + 7 % de Ad. De Aplicación industrial	0,13	18,47	>30	Buena
F5 90-60	Sol + 8 % de pigmento negro + 7 % de Ad. De Aplicación industrial	0,15	16,09	>30	Buena
4	12,4 % de GV tynn + 1 % de Ad. 2	0,10	15,27	>50	Buena

Las muestras F5 90-50 y F5 90-60 en la Tabla 1 están relacionadas con los ensayos de la línea Industrial, mientras que todas las demás muestras están relacionadas con los ensayos a escala de laboratorio.

### 5 Ejemplo 2

La adhesión del revestimiento sol-gel a un sustrato de aluminio puede mejorarse preparando la superficie de aluminio con una capa de unión entre el revestimiento sol-gel y el sustrato de aluminio. Esta capa de unión puede ser, por ejemplo, un revestimiento de conversión o un imprimador a base de silicato inorgánico, o un revestimiento de conversión/cebador basado en TiO<sub>2</sub>. Se utilizaron los siguientes materiales de partida:

- Sol de CeO<sub>2</sub> (NO<sub>3</sub>), con un 20 % en peso de CeO<sub>2</sub>, tamaño de partícula 10-20 nm y pH = 1,5
- Pigmento negro, espínela negra de ferrita de manganeso con un tamaño de partícula promedio de 0,5 µm y pH = 6,0 cuando se dispersa en agua.

La preparación de laca se realizó como en la escala industrial descrita en el Ejemplo 1 anterior utilizando un mezclador de chorro de corriente.

Además, los ensayos de líneas industriales se realizaron como en el Ejemplo 1 anterior utilizando una tira delgada de Al, recubierta continuamente a través de un proceso de revestimiento de bobina. La primera etapa después del desenrollado fue la sección de tratamiento previo. El revestimiento (laca) solar preparado se aplicó mediante alimentación NIP en un sistema de tres rodillos, donde el rodillo aplicador giraba hacia atrás, el rodillo dosificador hacia adelante y el tercer rodillo hacia atrás, con respecto a la dirección de la tira. El curado se llevó a cabo en un horno convencional, con circulación de aire caliente y temperatura establecida para lograr una TMM de 280 °C como mínimo. La tira revestida pasó por una unidad de enfriamiento (aire y agua) después de salir del horno y se volvió a enrollar.

En este ejemplo se aplicaron los mismos métodos de prueba que en el Ejemplo 1.

Tabla 2. Adhesión y emisividad de diferentes sustratos

Muestra	Formulación	Aleación	Pretratamiento*	Adhesión con doble fricción	Emisividad	RST
Laboratorio 1	Sol + 10 % de pigmento negro	3005	Cr VI NR	<5	0,06	
Laboratorio 2	Sol + 10 % de pigmento negro	1050	DEQ 3b	<20	0,05	
Laboratorio 3	Sol + 10 % de pigmento negro	1050	DEQ 4b	<10	0,06	
Laboratorio 4	Sol + 15 % de pigmento negro	8011A 0,21 mm	Sin Cr con Si	50	0,11-0,17	7,33-7,47
Laboratorio 5	Sol + 10 % de pigmento negro	3005	Cr VI NR	<10	0,06	30,34
Línea (BLA)3	no	3005	Cr 3+	n.d.	0,09	23,05
Línea (A)4	no	1050	DEQ	n.d.	0,03	
Línea (BLA)3	no	3005	Sin Cr con Si	n.d.	0,03	

\*) DEQ = Desengrasante Electroquímico

Cr VI NR = Pretratamiento químico sin enjuague por cromado, cromo hexavalente

Sin Cr con Si = Pretratamiento químico sin cromo, en presencia de silicio

Cr 3+ = Pretratamiento químico con cromo trivalente

Propiedades ópticas de muestras recubiertas

5 Los espectros típicos de IR y UV-VIS-NIR de revestimientos sin promotor de la adhesión orgánico se muestran en las Figs. 1 y 3, respectivamente.

10 Se detecta una banda de absorción a 7  $\mu\text{m}$  en el rango de IR (Fig. 1) para todas las muestras, con intensidad variable. Esta característica probablemente se deba al  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$ , ya que el espectro IR del pigmento negro (Fig. 2) no mostró características fuertes en esta región. Además, la intensidad de la banda disminuye después de calentar a 500  $^\circ\text{C}$  y 600  $^\circ\text{C}$ , probablemente debido a la descomposición de  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$  a óxidos nitrosos y  $\text{CeO}_2$ .

En el rango UV-VIS-NIR, se ven características bastante indistintas (Fig. 2). Según se requiera, la absorción en la región solar es grande, con un desarrollo gradual hacia una alta reflectancia en la región IR.

15 La invención como se define en las reivindicaciones no está restringida a los ejemplos anteriores. Por lo tanto, el aditivo que se puede añadir y mezclar en el sol puede ser un acrilato y estirocopolímero, una mezcla de polímero y copolímero de acetato de polivinilo, alcohol de polivinilo, polivinil éter, homo- y copolímero de poliuretano y/o polimetacrilato, dispersiones de acrilato, y poliéster.

20 Además, el revestimiento se puede basar en una mezcla de dos soles donde el segundo sol es un sol de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$  o  $\text{SiO}_2$  a escala nanométrica.

## REIVINDICACIONES

1. Método para preparar un revestimiento absorbente para calentamiento solar para ser aplicado sobre un sustrato metálico, en particular un revestimiento para ser aplicado sobre una lámina metálica de aluminio delgado, caracterizado por que el revestimiento es un sol-gel acuoso basado en un sol de óxido metálico en el que las partículas de pigmento negro de ferrita de manganeso  $Mn_3Cu_2FeO_8$  se mezclan íntimamente en el sol, seguido de la aplicación de la laca de sol mezclada sobre el sustrato y a continuación se seca al aire a una temperatura elevada para obtener el revestimiento sol-gel.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el revestimiento se basa en la mezcla de dos soles.
3. Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que se añade un aditivo orgánico y se mezcla en la laca de sol inmediatamente antes de la aplicación sobre el sustrato.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que el aditivo es un acrilato y estirocopolímero, una mezcla de polímero y copolímero de acetato de polivinilo, acetato de polivinilo, alcohol de polivinilo, polivinil éter, homo- y copolímero de poliuretano y/o polimetacrilato, dispersiones de acrilato, y poliéster.
5. Método de acuerdo con las reivindicaciones 1-4, caracterizado por que el secado se realiza a una temperatura entre 180-600 °C.
6. Método de acuerdo con la reivindicación 1-5, caracterizado por que el sustrato, después del secado a 180-600 °C, se enfría al aire o se enfría a temperatura ambiente en agua y a continuación se seca, se recalienta y se mantiene a una temperatura de 300-600 °C durante al menos 10 min.
7. Método de acuerdo con la reivindicación 1-6, caracterizado por que la laca de sol se aplica al sustrato mediante pulverización, inmersión o revestimiento de bobina.
8. Revestimiento absorbente para calentamiento solar que se aplicará sobre un sustrato metálico, en particular un revestimiento que se aplicará sobre una lámina metálica delgada de aluminio, caracterizado por que el revestimiento es de tipo sol-gel acuoso basado en un sol de óxido metálico y con partículas de pigmento negro de ferrita de manganeso  $Mn_3Cu_2FeO_8$  que se mezclan íntimamente en el sol antes de la aplicación sobre el sustrato.
9. Revestimiento absorbente para calentamiento solar de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que el óxido metálico en el que se basa el sol es  $CeO_2(NO_3)$  o  $CeO_2(ACT)$  con entre el 5 y el 30 % en peso de  $CeO_2$  con un tamaño de partícula de 2-100 nm.
10. Revestimiento absorbente para calentamiento solar de acuerdo con la reivindicación 8-9, caracterizado por que se basa en una mezcla de dos soles.
11. Revestimiento absorbente para calentamiento solar de acuerdo con la reivindicación 8-10, caracterizado por que el segundo sol es un sol de  $Al_2O_3$ ,  $SnO_2$ ,  $Y_2O_3$ ,  $ZnO$  o  $SiO_2$  a escala nanométrica.
12. Revestimiento absorbente para calentamiento solar de acuerdo con la reivindicación 8-11, caracterizado por que el  $CeO_2$  está entre el 15-25 % en peso.
13. Revestimiento absorbente para calentamiento solar de acuerdo con la reivindicación 8-12, caracterizado por que se añade un aditivo orgánico y se mezcla en la laca de sol inmediatamente antes de la aplicación sobre el sustrato y antes del tratamiento térmico a temperatura para mejorar la adhesión.
14. Revestimiento absorbente para calentamiento solar de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que el aditivo es un acrilato y estirocopolímero, una mezcla de polímero y copolímero de acetato

## ES 2 729 751 T3

de polivinilo, acetato de polivinilo, alcohol de polivinilo, polivinil éter, homo- y copolímero de poliuretano y/o polimetacrilato, dispersiones de acrilato, y poliéster.