

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 391 321**

(21) Número de solicitud: 201130688

(51) Int. Cl.:

C23C 24/00

(2006.01)

(12)

PATENTE DE INVENCIÓN

B1

(22) Fecha de presentación:

29.04.2011

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

23.11.2012

Fecha de la concesión:

09.10.2013

(45) Fecha de publicación de la concesión:

21.10.2013

(73) Titular/es:

**UNIVERSITAT JAUME I DE CASTELLÓN
Avda. Vicent Sos Baynat, s/n
12071 Castelló de la Plana (Castellón) ES**

(72) Inventor/es:

**RAZZAQ HABIB, Kudama Abdul;
CERVERA GONZALEZ, Ivan y
SAURA BARREDA, Juan Jose**

(74) Agente/Representante:

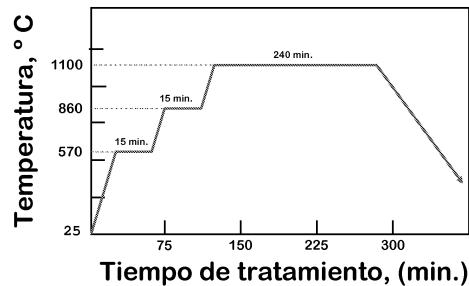
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

(54) Título: **MÉTODO PARA RECUBRIR MATERIALES MEDIANTE PROYECCIÓN TÉRMICA DE COMPOSICIONES.**

(57) Resumen:

Método para recubrir materiales mediante proyección térmica de composiciones.

La presente invención se refiere a un método para recubrir materiales mediante proyección térmica de composiciones en su superficie, que comprende proyectar la composición sobre la superficie del material y someter dicho material recubierto a un tratamiento térmico por etapas, que varía la temperatura del conjunto gradualmente, de forma escalonada. Preferiblemente, la composición se proyecta mediante una de las técnicas seleccionadas dentro del grupo compuesto por: oxifuel, Plasma Spray, y oxifuel de alta velocidad (HVOF), obteniéndose recubrimientos de distintos espesores, preferiblemente en forma de capa. Otro objeto de la presente invención es cualquier material recubierto obtenible mediante el método que se describe.



DESCRIPCIÓN

Método para recubrir materiales mediante proyección térmica de composiciones

SECTOR DE LA TÉCNICA

5 El método de recubrimiento de materiales mediante proyección térmica en su superficie de composiciones químicas se puede utilizar en aquellas aplicaciones industriales donde sea necesario proteger materiales frente a su deterioro químico, por ejemplo por oxidación a alta temperatura, y/o mecánico, por desgaste. El campo de aplicación es muy amplio: hornos para industria cerámica, ejes de bombas para industria química y petroquímica y álabes para industria aeronáutica, etc. Asimismo, permite el recargue de piezas desgastadas, que pueden recubrirse mediante el procedimiento descrito.

10

ESTADO DE LA TÉCNICA

15 La creciente demanda de productos de ingeniería para aplicaciones en elementos de maquinaria que tienen que trabajar en medios severos tanto tribológicos como corrosivos, tales como manguitos protectores de ejes, fundas de termopares, aislantes eléctricos, ejes de bombas, rodillos de hornos de cocción en la industria cerámica, etc. requieren de diseños específicos de superficies. Mientras la textura superficial de dichos dispositivos es alcanzada mediante tratamientos mecánicos, la composición química superficial es usualmente controlada mediante modificación superficial en forma de revestimientos. Aunque hay diferentes técnicas disponibles para depositar materiales sobre cada tipo de substrato, los procesos de proyección térmica son ampliamente usados para depositar recubrimientos de diferentes espesores en varias aplicaciones industriales.

20 Algunas de las composiciones más conocidas para recubrir materiales frente al desgaste mecánico y la corrosión a alta temperatura son la alúmina y la superaleación MCrAlY.

Proyección térmica de recubrimientos base alúmina

Los procesos de proyección térmica comúnmente usados para proyectar recubrimientos base Al_2O_3 son: spray llama (OF), plasma al aire (APS –Atmospheric Plasma Spray-) y oxifuel de alta velocidad (HVOF).

25 La técnica de proyección de polvos base alúmina por spray llama (OF) tiene desventajas respecto a las técnicas APS y HVOF, en cuanto que las estructuras obtenidas son de mayor tamaño de grano, tienen mayor tamaño de grietas y porosidad. Por otro lado, esta técnica posee la ventaja de ser más económica, fácil manejo y mayor adaptabilidad a los procesos de fabricación en series cortas o de recuperación de piezas desgastadas.

30 La técnica de proyección térmica de polvos de alúmina, así como de superaleación por plasma tiene la ventaja de la alta temperatura alcanzada ($10.000\text{--}15.000^\circ\text{C}$) que es adecuada para fundir total o parcialmente las partículas de los polvos cerámicos ($>2.000^\circ\text{C}$). Además la velocidad relativamente alta alcanzada por dichas partículas produce una deformación de las mismas por impacto, consiguiendo de esta forma depósitos densos con buena unión al substrato. Mediante esta técnica (APS) existe la posibilidad de que puedan formarse algunos óxidos cuando se trata de un material metálico, cosa que no ocurre con los recubrimientos cerámicos.

35 La técnica de proyección de polvos base alúmina, así como de superaleación por HVOF crea velocidades en las partículas de entre $300\text{--}1000\text{ m/s}$, lo que produce un incremento en la fuerza de impacto que se traduce en una mayor densidad y adhesión del revestimiento. En este proceso la temperatura alcanzada es de aproximadamente 3300°C .

40 Las partículas de alúmina comercial (corindón) se presentan en la forma estable α (romboédrica), que durante la proyección térmica sufre una transformación total o parcial en fases metaestables: γ (cúbica), δ (tetragonal u ortorrómica), θ (monoclínica), entre otras. La formación de estas fases está favorecida por la baja velocidad de enfriamiento de los recubrimientos ya que se trata de materiales cerámicos de baja conductividad térmica.

Proyección térmica de superaleación MCrAlY

45 Los recubrimientos de superaleación MCrAlY proyectados térmicamente son usados como capas protectoras contra la oxidación a altas temperaturas tanto de superaleaciones base Ni como de aceros inoxidables austeníticos.

Los recubrimientos MCrAlY poseen excelente resistencia a corrosión seca y a oxidación a altas temperaturas. Estos recubrimientos forman una capa de óxido sobre la superficie exterior, e inmediatamente bajo esta capa el material se empobrece en aluminio; asimismo, se forma una zona de interdifusión en el contacto con el sustrato.

5 Los dos procesos más importantes para aplicar este recubrimiento son la deposición física de vapor por haz de electrones (EBPVD) y el plasma spray (PS). El proceso EBPVD produce una estructura de cristales perpendiculares a la superficie del sustrato, y esta estructura puede mejorarse al cerrarse los defectos por tratamientos mediante *shot peening* y tratamientos con láser. Por su parte, el proceso PS es llevado a cabo en cámaras de baja presión para minimizar la formación de óxidos al depositar la aleación.

10 Durante el proceso de oxidación de los recubrimientos MCrAlY, los granos de fase β rica en aluminio se convierte en islas de fase γ' , dejando la fase matriz γ menos resistente a oxidación.

15 El objeto de la presente invención es el desarrollo de nuevos métodos de recubrimiento de materiales con composiciones químicas proyectadas mediante proyección térmica, de tal forma que el material obtenido presente una capa de recubrimiento que sea capaz de combinar alta resistencia a la corrosión a altas temperaturas y al desgaste.

20 En definitiva, la presente invención surge como una necesidad de mejorar los métodos de recubrimiento mediante proyección térmica de composiciones actualmente existentes, que permita su uso en condiciones más exigentes desde el punto de vista de resistencia a oxidación a alta temperatura y al desgaste abrasivo. Esto permite bien obtener un mayor rendimiento de sistemas que operan a alta temperatura, por incremento de ésta, bien aumentar la vida en servicio de los componentes.

25 Otra de las aplicaciones es el reciclaje de piezas que hayan sufrido desgaste y que dejan de ser aptas para su puesta en servicio, ya que permite el recargue de las mismas mediante la proyección térmica de la composición química según el método descrito.

- 20 **BIBLIOGRAFÍA**
- J. Ramírez, A. Gutiérrez-Alejandre, Catal. Today 43 (1998) 123.
 - V. Fervel, B. Normand, C. Coddet, Wear 230 (1999) 70.
 - L. Chen, L. Wang, Z. Zeng, T. Chu, Surface & Coating Technology, 201 (2006), 599-605.
 - R. Tomaszek, L Pawłoski, J. Zdanowski, J. Grimblot, I. Laureyns, Surface-Coating Technology, 185 (2004) 225.
 - 25 - I. M. Kusoglu, E. Celik, H. Cetinel, I. Ozdemir, O. Demirkurt, K. Onel, Surface-Coating Technology, vol. 200, 1-4, (2005) 1173-1177.
 - K. A. Habib, J. J. Saura, C. Ferrer, M. S. Damra, E. Giménez, L. Cabedo, Surface-Coating Technology, 201 (2006), 1436-1443.
 - Y. Liu, T. E. Fisher, A. Dent, Surface-Coating Technology, 167 (2003) 68-75.
 - 30 - R. Venkataraman, Gantam Das, B. Venkataraman, G.V Narashima, R. Krishnamurthy, Surface-Coating Technology, vol. 201, 6 (2006) p. 3691-37.
 - R. Venkataraman, B. Ravikumar, R. Krishnamurthy, D.K. Das, Sur. & Coat. Tech., Vol. 201, 6,4 3087-3095 (2006).
 - T. Narita, F. Lang, K. Zaini, T. Yoshioka, T. Izumi, H. Yakuma, S. Hayashi, Oxid. Of Metals, Vol 68, (2007) 343-363.
 - T.J. Najidam, W.G. Sloof, Oxid of metals, Vol. 69, (2008), 1-18.
 - 35 - S. Wang, Y. Wu, F. Gesmuudo, Y. Niu, Oxid. Of Metals, Vol. 69, (2008), 299-315.
 - X. Liu, L. Huang, Z. B. Bao, H. Wei, X. F. Sun, Oxide. Of metals, Vol. 71, (2009), 125-142.
 - United States Patent n. 7,316,850. Modified MCrAlY coatings on turbine blade tips with improved durability.
 - Patente Española n. 2131451 B1. Recubrimientos cuasicristalinos tipo barrera térmica para la protección de componentes de las zonas calientes de turbinas.

- 40 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN**
- La presente invención se refiere a un método para recubrir materiales mediante proyección térmica de una composición química, caracterizado por que comprende al menos las siguientes etapas:

- proyectar la composición química de recubrimiento sobre la superficie del material, y
- someter el material previamente recubierto a un tratamiento térmico por etapas que comprende:

- incrementar gradualmente la temperatura durante un intervalo de tiempo comprendido entre 5 y 10 minutos, incluidos ambos límites, desde temperatura ambiente (que puede considerarse en la presente memoria que tiene un valor de 25°C) a un valor comprendido entre 500°C y 600°C, incluidos ambos límites;
- 5 · mantener la temperatura alcanzada en la etapa anterior durante un intervalo de tiempo comprendido entre 15 y 40 minutos, incluidos ambos límites;
- incrementar gradualmente la temperatura por segunda vez durante un intervalo de tiempo comprendido entre 5 y 10 minutos, incluidos ambos límites, a un valor comprendido entre 700°C y 900°C, incluidos ambos límites;
- 10 · mantener la temperatura alcanzada durante un intervalo de tiempo comprendido entre 15 minutos y 40 minutos, incluidos ambos límites;
- incrementar gradualmente la temperatura por tercera vez durante un intervalo de tiempo comprendido entre 5 y 10 minutos, incluidos ambos límites, a un valor comprendido entre 1000°C y 1150°C, incluidos ambos límites;
- 15 · mantener la temperatura alcanzada durante un intervalo de tiempo comprendido entre 200 minutos y 250 minutos, incluidos ambos límites; y
- disminuir gradualmente la temperatura hasta un valor comprendido entre 20°C y 90°C, incluidos ambos límites.
- 20 De manera preferida, la segunda vez que se incrementa la temperatura se hace hasta un intervalo comprendido entre 700°C y 800°C, incluidos ambos límites. También preferentemente, la disminución de la temperatura se realiza hasta un intervalo comprendido entre 60°C y 90°C, incluidos ambos límites, y más preferentemente todavía hasta temperatura ambiente (que puede considerarse de 25°C en el ámbito de la presente invención).
- 25 Preferentemente, el incremento gradual de la temperatura, en cualquiera de las etapas antes descritas que implican esta acción, se realiza a una velocidad de calentamiento comprendida entre 30°C/hora y 60°C/hora, incluidos ambos límites. También preferentemente la disminución gradual de la temperatura se realiza a una velocidad de enfriamiento comprendida entre 20°C/hora y 50°C/hora, incluidos ambos límites. La variación de estas velocidades en el procedimiento se determina en función de las condiciones del horno donde se lleva a cabo el proceso y de las dimensiones y características estructurales de la pieza (del material a recubrir).
- 30 Opcionalmente, la composición se proyecta térmicamente sobre la superficie del material mediante una de las técnicas seleccionadas dentro del grupo compuesto por: oxifuel, Plasma Spray, y oxifuel de alta velocidad (HVOF), obteniéndose recubrimientos de distintos espesores, preferiblemente en forma de capa. El espesor de dicha capa de recubrimiento depende del espesor de la pieza a recubrir; no obstante, dicho espesor está comprendido entre un 10% y un 30% del espesor total del material a recubrir. Preferentemente, el espesor no excede el 25% del espesor total del material a recubrir. La composición proyectada se encuentra preferentemente en forma de polvo.
- 35 En otra realización más preferida, el tratamiento térmico tras la proyección de la composición sobre la superficie del material comprende las siguientes etapas:
- a) incrementar gradualmente la temperatura durante 7 minutos desde temperatura ambiente (se considera que son 25°C) hasta alcanzar 570°C,
 - b) mantener la temperatura alcanzada durante 20 minutos,
- 40 c) incrementar gradualmente la temperatura por segunda vez durante 10 minutos hasta alcanzar 860°C,
- d) mantener la temperatura alcanzada durante 20 minutos,
 - e) incrementar gradualmente la temperatura por tercera vez durante 15 minutos hasta alcanzar 1100°C,
 - f) mantener la temperatura alcanzada durante 240 minutos, y
 - g) disminuir gradualmente la temperatura hasta temperatura ambiente (25°C), en un tiempo de 70 minutos.
- 45 El tratamiento térmico descrito tiene como función principal la homogenización de la composición de recubrimiento sobre el material y la compactación de la microestructura.

La composición química de recubrimiento que se emplea en el método aquí descrito puede ser de cualquier tipo conocido en el campo, pero preferentemente es de tipo metálico o un recubrimiento tipo cermet, es decir, mezcla

de una matriz de base metálica (como puede ser una superaleación del tipo M-CrAlY, donde M es un metal que puede ser níquel) y una carga cerámica (por ejemplo, alúmina).

Otro objeto de la presente invención es cualquier material recubierto obtenible mediante el método que se describe.

5

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1: Rampas de calentamiento/enfriamiento para el tratamiento térmico de la composición de recubrimiento de acuerdo con el presente método. El procedimiento comienza a temperatura ambiente (25°C).

Figura 2: La Figura 2 muestra una micrografía SEM de un sistema formado por una pieza de un material, de tipo metálico, y un recubrimiento de acuerdo con el Ejemplo 1 (de tipo metálico constituido por una base NiCrAlY y un refuerzo de Al₂O₃). La zona del material se representa como (A) y el recubrimiento como (B).

10

EJEMPLOS DE REALIZACIÓN

A continuación se detalla, a modo de ejemplo y con carácter ilustrativo y no limitante de la invención un método de acuerdo con lo descrito en la presente memoria para recubrir un material, que consiste en una pieza metálica, con una composición química.

15

Ejemplo 1. Método de recubrimiento de una pieza metálica con una composición de recubrimiento de tipo cermét.

20

El material de recubrimiento consiste en una composición con una matriz de una superaleación tipo M-CrAlY, donde M representa un metal y es Ni, y con una carga adicional de un material cerámico, que es alúmina. Dicha composición presenta una proporción en peso comprendida entre 10-50% de cerámica y 50-90% de matriz metálica, y se encuentra en forma de polvo, en la que concretamente las partículas de la base metálica son de tipo esférico y las de alúmina de tipo poligonal. El tamaño de partícula en ambos casos no supera las 45 micras.

La composición de recubrimiento se emplea en piezas metálicas, para combatir la corrosión a altas temperaturas.

25

Dicha composición de recubrimiento en polvo se proyecta sobre la superficie de la pieza metálica mediante una pistola de oxiacetileno, y cuyas condiciones de proyección se muestran en la Tabla I.

Tabla I. Parámetros de proyección térmica.

Velocidad pistola (mm/seg)	Nº de pasadas de proyección (caras frontales)	Nº de pasadas de proyección (caras laterales)	Flujo del polvo (g/min)	Distancia de proyección (mm)	Presión de acetileno (bar)	Presión de oxígeno (bar)	Presión de aire (bar)	Tipo de llama
67,5	6	4	2	105	0,7	4	3,5	Neutra

Tras la proyección de la composición, se procede al tratamiento térmico de la superficie ya cubierta del siguiente modo:

30

- incrementar gradualmente la temperatura durante 7 minutos desde temperatura ambiente (se considera que son 25°C) hasta alcanzar 570°C;

- mantener la temperatura alcanzada durante 20 minutos,

- incrementar gradualmente la temperatura por segunda vez durante 10 minutos hasta alcanzar 860°C;

- mantener la temperatura alcanzada durante 20 minutos;

35

- incrementar gradualmente la temperatura por tercera vez durante 15 minutos hasta alcanzar 1100°C;

- mantener la temperatura alcanzada durante 240 minutos; y

- disminuir gradualmente la temperatura hasta temperatura ambiente (25°C), en un tiempo de 70 minutos.

ES 2 391 321 B1

En la Figura 2 se muestra una micrografía SEM de la pieza metálica recubierta obtenida mediante el método de la presente invención, donde es apreciable la alta calidad de la misma en base a la ausencia de porosidad y correcta adherencia en la interfase.

REIVINDICACIONES

1. Método para recubrir materiales mediante proyección térmica de una composición química, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- proyectar la composición química de recubrimiento sobre la superficie del material, y
- 5 - someter el material previamente recubierto a un tratamiento térmico por etapas que comprende:
 - incrementar gradualmente la temperatura durante un intervalo de tiempo comprendido entre 5 y 10 minutos, incluidos ambos límites, desde temperatura ambiente a un valor comprendido entre 500°C y 600°C, incluidos ambos límites;
 - 10 · mantener la temperatura alcanzada en la etapa anterior durante un intervalo de tiempo comprendido entre 15 y 40 minutos, incluidos ambos límites;
 - incrementar gradualmente la temperatura por segunda vez durante un intervalo de tiempo comprendido entre 5 y 10 minutos, incluidos ambos límites, a un valor comprendido entre 700°C y 900°C, incluidos ambos límites;
 - mantener la temperatura alcanzada durante un intervalo de tiempo comprendido entre 15 minutos y 40 minutos, incluidos ambos límites;
 - 15 · incrementar gradualmente la temperatura por tercera vez durante un intervalo de tiempo comprendido entre 5 y 10 minutos, incluidos ambos límites, a un valor comprendido entre 1000°C y 1150°C, incluidos ambos límites;
 - mantener la temperatura alcanzada durante un intervalo de tiempo comprendido entre 200 minutos y 250 minutos, incluidos ambos límites; y
 - disminuir gradualmente la temperatura hasta un valor comprendido entre 20°C y 90°C, incluidos ambos límites.

20 **2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la composición química se proyecta sobre la superficie del material mediante una de las técnicas seleccionadas dentro del grupo compuesto por: oxifuel, Plasma Spray y oxifuel de alta velocidad (HVOF).**

25 **3. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que la composición forma una capa de recubrimiento sobre el material con un espesor comprendido entre un 10% y un 30% del espesor total del material a recubrir.**

4. Método de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que la capa de recubrimiento presenta un espesor igual o inferior al 25% del espesor total del material a recubrir.

5. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el tratamiento térmico por etapas comprende:

30 - incrementar gradualmente la temperatura durante 7 minutos desde temperatura ambiente hasta alcanzar 570°C;

- mantener la temperatura alcanzada durante 20 minutos;

- incrementar gradualmente la temperatura por segunda vez durante 10 minutos hasta alcanzar 860°C;

- mantener la temperatura alcanzada durante 20 minutos;

- incrementar gradualmente la temperatura por tercera vez durante 15 minutos hasta alcanzar 1100°C;

35 - mantener la temperatura alcanzada durante 240 minutos; y

- disminuir gradualmente la temperatura hasta temperatura ambiente, en un tiempo de 70 minutos.

6. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la composición química de recubrimiento es de tipo metálico o una mezcla de metal y carga cerámica.

7. Material recubierto obtenible a partir del método descrito en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

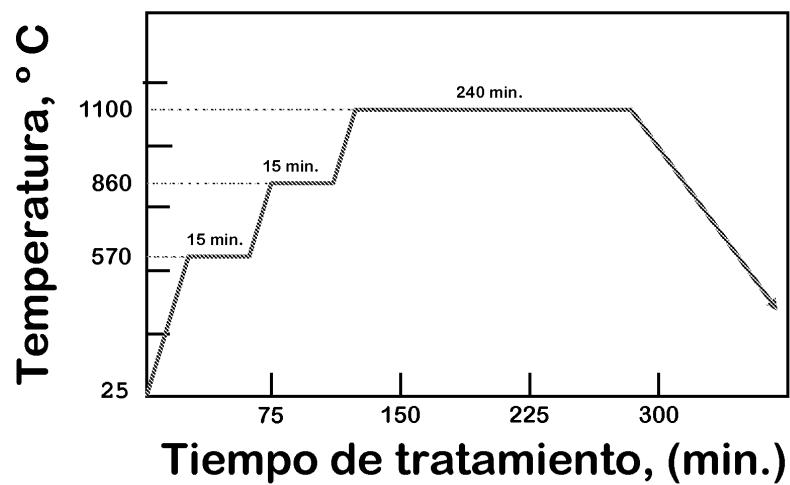


Figura 1

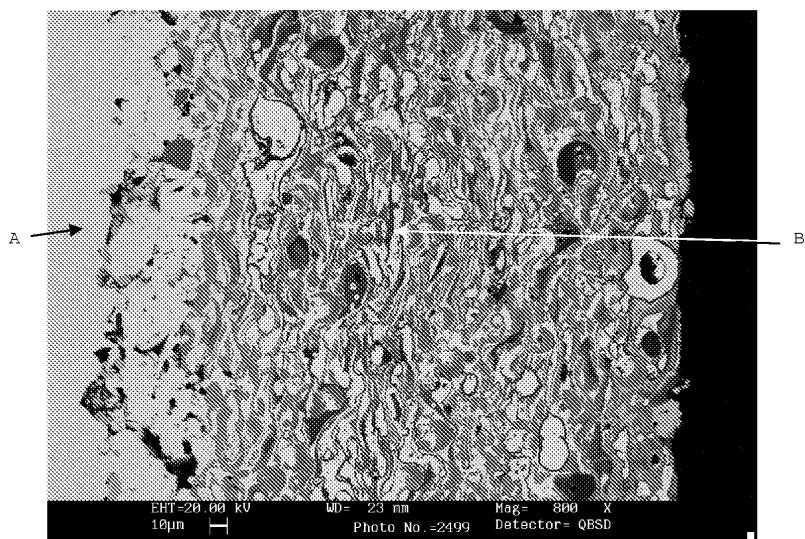


Figura 2



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201130688

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 29.04.2011

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(5) Int. Cl.: **C23C24/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 2309019 A2 (GEN ELECTRIC) 13.04.2011, párrafos [7-8,19-22]; figura 4.		1-7
A	US 6793968 B1 (SIEMENS AG) 21.09.2004, párrafos [7-18,52-69]; figura 3.		1-7
A	EP 2270313 A2 (HITACHI LTD) 05.01.2011, párrafos [8-11,29-33].		1-7
A	EP 1829984 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 05.09.2007, párrafos [7-8].		1-7
A	ES 2131451 A1 (INST NACIONAL DE TECNICA AEROESPACIAL) 16.07.1999, ejemplo 1.		1-7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 19.06.2012	Examinador M. García González	Página 1/4
--	----------------------------------	---------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C23C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXT

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 19.06.2012

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-6
Reivindicaciones 7

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones
Reivindicaciones 1-7

SI
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 2309019 A2 (GEN ELECTRIC)	13.04.2011

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un método para recubrir materiales mediante proyección térmica de una composición química en el que tras la proyección se lleva a cabo un tratamiento térmico por etapas. También es objeto de la invención el material recubierto que se obtiene con dicho método.

El documento D01 divulga un método de recubrimiento de un sustrato metálico en el que tras la proyección térmica de la composición de recubrimiento se realiza un tratamiento térmico con las siguientes etapas: incrementar gradualmente la temperatura desde temperatura ambiente hasta 450°C y mantener durante 40 minutos, incrementar gradualmente la temperatura hasta 1080°C y mantener durante 30 minutos, incrementar gradualmente la temperatura hasta 1220°C y mantener durante 40 minutos, disminuir la temperatura gradualmente hasta 1080°C y mantener durante 240 minutos, y disminuir gradualmente la temperatura hasta temperatura ambiente (ver figura 4). Mediante este método se obtienen materiales con una capa de recubrimiento que presenta alta resistencia a la corrosión y a la oxidación a elevadas temperaturas (ver párrafo 7).

Si bien se le puede reconocer novedad, no es posible conceder actividad inventiva al objeto de la reivindicación 1 ya que aunque las temperaturas y tiempos de cada una de las etapas del tratamiento térmico no son idénticas a las divulgadas en el documento D01, se encuentran en rangos de temperatura muy próximos. Se considera, por tanto, que entra dentro de la experimentación rutinaria del experto en la materia la optimización del tratamiento térmico en función tanto del material de recubrimiento como del sustrato a recubrir, dentro de los rangos conocidos en el estado de la técnica, de cara a la obtención de un recubrimiento con alta resistencia a la corrosión y oxidación a elevadas temperaturas.

En consecuencia, las reivindicaciones 1-6 de la solicitud carecen de actividad inventiva a la luz de lo divulgado en el documento D01. (Art. 8.1 LP)

Respecto al material recubierto obtenible por el procedimiento anterior, no presenta características técnicas que lo diferencien de los divulgados en el documento D01. En consecuencia, la reivindicación 7 de la solicitud carece de novedad a la luz de lo divulgado en el documento D01. (Art. 6.1 LP)