



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 753**

51 Int. Cl.:  
**C23C 4/06** (2006.01)  
**C23C 4/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02733701 .3**  
96 Fecha de presentación : **17.05.2002**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1390555**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.02.2004**

54 Título: **Polvo metálico para recubrimiento térmico de sustratos.**

30 Prioridad: **18.05.2001 SE 0101776**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**12.07.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**12.07.2011**

73 Titular/es: **Höganäs AB.**  
**263 83 Höganäs, SE**

72 Inventor/es: **Holmqvist, Ulf y**  
**Hallen, Hans**

74 Agente: **No consta**

ES 2 362 753 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).

# ES 2 362 753 T3

## DESCRIPCIÓN

Polvo metálico para recubrimiento térmico de sustratos.

### 5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al uso de polvos de pulverización térmica. Específicamente, la invención se refiere al uso de los polvos de pulverización para el recubrimiento térmico de sustratos de aluminio.

### 10 **Antecedentes de la invención**

Se conocen previamente diferentes métodos para producir recubrimientos en sustratos de aluminio. Estos métodos se usan por ejemplo en un bloque motor de aluminio que tiene camisas interiores de cilindros que se forman mediante pulverización térmica.

15 La patente estadounidense n.º 2.588.422 da a conocer un bloque motor de aluminio que tiene camisas interiores de cilindros que se forman mediante pulverización térmica. Estas camisas interiores se acumulan en dos capas en la superficie sin tratar del bloque motor, siendo la capa superior una capa de deslizamiento dura tal como acero de aproximadamente 1 mm de espesor y siendo la capa inferior una intercapa de molibdeno de aproximadamente 50  
20 mieras de espesor. La intercapa, que contiene al menos un 60% de molibdeno, no constituye una capa de deslizamiento, pero es necesaria con el fin de unir la capa de deslizamiento dura con el bloque de aluminio. Preferiblemente, la intercapa está hecha de molibdeno puro. La capa de deslizamiento es una capa de metal duro, como por ejemplo acero al carbono, bronce o acero inoxidable, en la que el acero puede ser una aleación que contiene níquel, cromo, vanadio o molibdeno por ejemplo. En principio, esta estructura de dos capas proporciona una buena capa de deslizamiento,  
25 aunque el coste del doble recubrimiento es sustancial.

En métodos recientes de pulverización térmica, los polvos de pulverización térmica están constituidos por una mezcla de acero en polvo con molibdeno en polvo tal como se describe en la patente estadounidense 6.095.107. El riesgo de segregación debido a diferencias en las propiedades entre el polvo de acero de base y el polvo de molibdeno  
30 triturado es sin embargo un problema que puede dar como resultado recubrimientos no uniformes. Otra desventaja es que se requieren cantidades comparativamente grandes de molibdeno debido al efecto de segregación.

### **Objetos de la invención**

35 Un objeto principal de la presente invención es proporcionar el uso de un polvo metálico económico para el recubrimiento térmico de sustratos de aluminio.

Otro objeto es proporcionar el uso de un polvo que no se segrega y en el que la cantidad de metal de aleación de molibdeno caro puede reducirse en comparación con los métodos actualmente usados.  
40

Un objeto adicional es proporcionar el uso de un polvo térmico, que tiene alta eficacia de deposición y proporciona una calidad de recubrimiento excelente.

45 Otro objeto es proporcionar el uso de un polvo térmico que proporciona recubrimientos de contenido en óxido y porosidad adecuados y en el que los poros están predominantemente cerrados, aislados y tienen un intervalo ventajoso de diámetros de poro.

### **Sumario de la invención**

50 Se obtienen estos objetos mediante el uso de un polvo metálico que comprende un polvo de base de hierro prealeado que tiene partículas de molibdeno, tal como trióxido de molibdeno reducido, aleadas por difusión con las partículas del polvo de base.

55 Según la presente invención, se proporciona un uso de un polvo metálico para recubrimiento térmico de sustratos de aluminio, consistiendo dicho polvo en partículas del polvo de base de hierro prealeadas que tiene partículas de molibdeno aleadas por difusión con las partículas del polvo de base, en el que las partículas de molibdeno se originan a partir de trióxido de molibdeno reducido y en el que la cantidad de molibdeno aleado por difusión con las partículas del polvo de base está entre el 4 y el 10% en peso del polvo metálico.

### 60 **Descripción detallada de la invención**

El tipo y tamaño de partícula del polvo de base de hierro se selecciona en vista de las propiedades deseadas del recubrimiento final y el sustrato. Los polvos de base se prealean preferiblemente con los elementos deseados en el recubrimiento. También puede incluirse una parte minoritaria del contenido en molibdeno en el polvo prealeado.  
65 Otros elementos que pueden incluirse en el polvo de base prealeado son C, Si, Mn, Cr, V y W. El polvo prealeado puede prepararse mediante atomización con agua o gas. Los tamaños de partícula del polvo de base son inferiores a 500  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de entre 25 y 210  $\mu\text{m}$  para PTA y de menos de 90  $\mu\text{m}$ , preferiblemente menos de 65  $\mu\text{m}$  para HVOF o pulverización por plasma.

## ES 2 362 753 T3

Según la presente invención, el polvo de base y el polvo de aleación, es decir, la fuente del elemento de aleación, que es preferiblemente trióxido de molibdeno, se mezclan según la formulación prescrita y se calienta la mezcla hasta una temperatura inferior al punto de fusión de la mezcla obtenida. La temperatura debe ser suficientemente alta como para garantizar una adecuada difusión del elemento de aleación en el polvo de base de hierro con el fin de formar un polvo parcialmente aleado o aleado por difusión. Por otro lado, la temperatura debe ser inferior a la temperatura requerida para completar la prealeación. Habitualmente, la temperatura está entre 700°C y 1000°C, preferiblemente entre 750°C y 900°C, y la reducción se realiza en una atmósfera reductora, por ejemplo hidrógeno, durante un periodo de 30 minutos a 2 horas para la reducción del trióxido de molibdeno, que es una fuente preferida de molibdeno. Como fuente de molibdeno alternativa, puede usarse molibdeno metálico. En este contexto, puede mencionarse que los polvos metálicos que tienen molibdeno aleado por difusión con las partículas del polvo de base se conocen previamente de por ejemplo las publicaciones de patente japonesa 8-209 202, 63-137102 y 3-264 642. Estos polvos conocidos, sin embargo, se usan dentro de la industria pulvimetalúrgica para producir productos sinterizados de varias formas y tamaños. Además, y en contraposición a los polvos según la presente invención, estos polvos conocidos a menudo no tienen sólo molibdeno sino también cobre y/o níquel aleados por difusión con las partículas del polvo de base. En estos polvos conocidos, el contenido en el molibdeno aleado por difusión es habitualmente bajo, mientras que en el polvo de la invención para recubrimiento térmico el contenido en molibdeno aleado por difusión debe ser alto con el fin de obtener un deslizamiento eficaz. Hasta la fecha se han obtenido los resultados más interesantes con polvos que tienen un contenido en molibdeno aleado por difusión superior a aproximadamente el 4% en peso. También debe observarse que sólo el molibdeno se alea por difusión con las partículas del polvo de base en el polvo usado para pulverización térmica según la presente invención. El límite superior de este molibdeno aleado por difusión se decide mediante la cantidad de molibdeno que las partículas de base pueden portar, que parece ser de aproximadamente el 15% en peso, véase a continuación.

El tamaño de partícula del polvo de pulverización térmica final es esencialmente el mismo que el del polvo de base prealeado ya que las partículas de molibdeno que se obtienen cuando se reduce el trióxido de molibdeno son muy pequeñas en comparación con las partículas del polvo de base. La cantidad del Mo que se alea por difusión con el polvo de base debe ser al menos del 2% en peso de la composición de polvo total. Preferiblemente, la cantidad de Mo debe estar entre el 2 y el 15% y lo más preferiblemente entre el 3 y el 10% en peso.

Los diferentes métodos para aplicar los polvos aleados por difusión sobre el sustrato de base de metal son procedimientos de revestimiento por soldadura o pulverización, tales como pulverización por llama, HVOF y pulverización por plasma o PTA.

La invención se ilustra adicionalmente mediante, pero no debe limitarse a, la siguiente preparación y ejemplo.

### Ejemplo

Para el experimento en el nuevo material para recubrimiento térmico basado en hierro atomizado con agua basado en (Fe-3Cr-0,5Mo) + 5% de Mo.

### *Materiales de base usados y análisis químico*

Polvo de hierro atomizado con agua (Fe-3Cr-0,5Mo)-71  $\mu\text{m}$ , trióxido de molibdeno  $\text{MoO}_3$  (tamaño de partícula promedio de 3-7  $\mu\text{m}$ )

Análisis químico (Fe-3Cr-0,5 Mo)	
	%
O - tot.	1,22
C	0,48
Fe	Base
Ni	0,05
Mo	0,52
Mn	0,10
S	0,01
P	0,01
Cr	2,95
Si	<0,01

Análisis granulométrico (Fe-3Cr-0,5 Mo)	
$\mu\text{m}$	%
71 - 106	0,1
63 - 71	0,8
53 - 63	4,7
45 - 53	23,4
36 - 45	23,1
20 - 36	33,3
- 20	14,6

## ES 2 362 753 T3

### Procedimiento

Se mezclaron entre sí un 92,46% de hierro atomizado con agua (polvo de Fe-3Cr-0,5Mo) y un 7,54% de MoO<sub>3</sub> en una mezcladora Lödige y se llevó a cabo el recocido tal como sigue:

Temperatura: 820°C.

Tiempo: 60 min.

Atmósfera: atmósfera reducida (tipo H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y mezclas de estos gases).

Tras el recocido, se tritura la torta de polvo y se tamiza para dar un tamaño de partícula inferior a 75 μm.

### 15 Análisis granulométrico y composición química (mezcla de polvo tras el recocido)

Análisis químico (Fe-3Cr-0,5 Mo)	
	%
O – tot.	1,5
C	0,60
Fe	Base
Ni	0,05
Mo	5,57
Mn	0,10
S	0,01
P	0,01
Cr	2,75
Si	<0,1

Análisis granulométrico (Fe-3Cr-0,5 Mo)	
μm	%
71 - 106	0,1
63 - 71	1,4
53 - 63	6,5
45 - 53	34,1
36 - 45	20,4
20 - 36	30,8
- 20	6,7

Se usó el polvo obtenido en un procedimiento de pulverización por plasma para el recubrimiento de un sustrato de base de Al. Se obtuvo un recubrimiento excelente e inesperadamente homogéneo con una cantidad mínima de Mo. La figura 1 es una micrografía de este polvo que tiene molibdeno aleado por difusión con la superficie de las partículas del polvo de base. La figura 2 da a conocer el recubrimiento.

# ES 2 362 753 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Uso de un polvo metálico para recubrimiento térmico de sustratos de aluminio, consistiendo dicho polvo en partículas de polvo de base de hierro prealeadas que tiene partículas de molibdeno aleadas por difusión con las partículas del polvo de base,

10 en el que las partículas de molibdeno se originan a partir de trióxido de molibdeno reducido y en el que la cantidad de molibdeno aleado por difusión con las partículas del polvo de base está entre el 4 y el 10% en peso del polvo metálico.

15 2. Uso de un polvo metálico para recubrimiento térmico de sustratos de aluminio según la reivindicación 1, en el que el polvo de base prealeado es un polvo atomizado con gas.

3. Uso de un polvo metálico para recubrimiento térmico de sustratos de aluminio según la reivindicación 1, en el que el polvo de base prealeado es un polvo atomizado con agua.

20 4. Uso de un polvo metálico para recubrimiento térmico de sustratos de aluminio según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el polvo de base prealeado incluye al menos uno de los elementos seleccionados del grupo que consiste en carbono, silicio, manganeso, cromo, molibdeno, vanadio y tungsteno.

25 5. Uso de un polvo metálico para recubrimiento térmico de sustratos de aluminio según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que tiene un tamaño de partícula inferior a  $500\ \mu\text{m}$ , preferiblemente de entre  $25$  y  $210\ \mu\text{m}$ .

30 6. Uso de un polvo metálico para recubrimiento térmico de sustratos de aluminio según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que tiene un tamaño de partícula inferior a  $90\ \mu\text{m}$ , preferiblemente inferior a  $65\ \mu\text{m}$ .

30

35

40

45

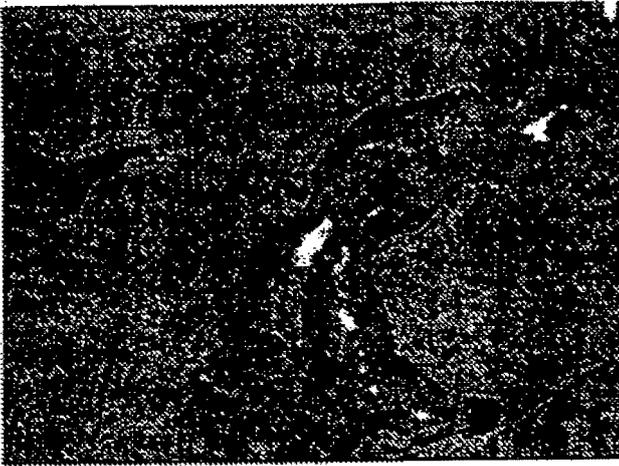
50

55

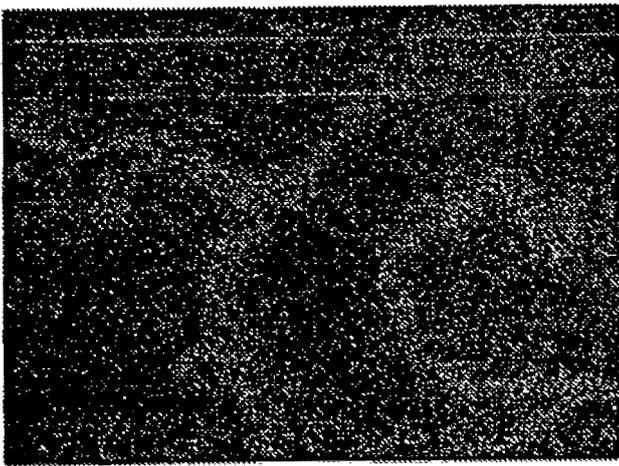
60

65

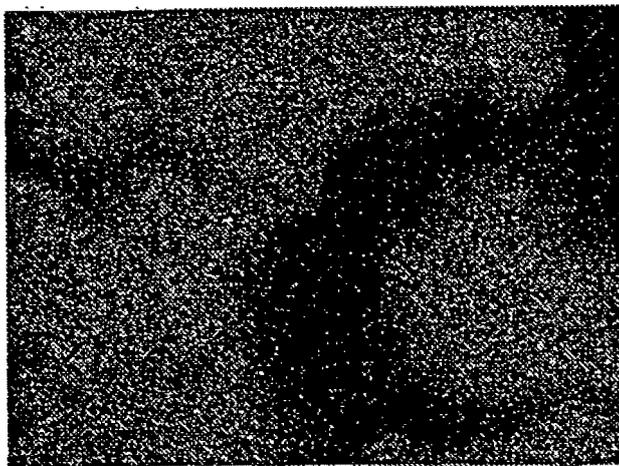
**Examen metalográfico**



**Corte transversal de una partícula de polvo recubierta con Mo**



**Mapeo de Mo**



**Mapeo de Fe**

ES 2 362 753 T3

