

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 828 436**

51 Int. Cl.:

F16D 69/02 (2006.01)

C23C 4/10 (2006.01)

F16D 65/12 (2006.01)

C22C 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2012** **PCT/EP2012/060300**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.12.2012** **WO12168139**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2012** **E 12727134 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020** **EP 2718475**

54 Título: **Polvo en aerosol a base de carburo de tungsteno**

30 Prioridad:

10.06.2011 WO PCT/EP2011/059740

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

26.05.2021

73 Titular/es:

OERLIKON METCO WOKA GMBH (100.0%)
Im Vorwerk 25
36456 Barchfeld, DE

72 Inventor/es:

REISEL, GUIDO y
OECHSLE, MANFRED

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 828 436 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

Polvo en aerosol a base de carburo de tungsteno

5 La invención se refiere a un polvo en aerosol a base de carburo de tungsteno y a un procedimiento para fabricar tal polvo en aerosol para el revestimiento térmico de un sustrato, en particular para el revestimiento térmico de una funda de freno de un vehículo con una capa asperjada térmica a base de carburo de tungsteno, y a un procedimiento para fabricar una capa asperjada térmica de acuerdo con el concepto general de las reivindicaciones independientes de la categoría respectiva.

10 Polvos en aerosol de este tipo ya están descritos en los documentos EP 1 126043 A1 y JP 2004 300528 A.

Los revestimientos aplicados mediante aspersión térmica se conocen desde hace mucho tiempo para un gran número de aplicaciones. Por ejemplo, las superficies de rodaduras cilíndricas lubricadas con aceite en motores de vehículos se han revestido desde hace algún tiempo mediante aerosol de plasma, entre otras cosas, por lo que la capa reduce significativamente el coeficiente de fricción que es efectivo entre los segmentos del pistón y la pared del cilindro, de modo que se reduce significativamente el desgaste de los anillos del pistón y el cilindro, lo que conduce a un aumento en la potencia de marcha del motor, a una extensión de los intervalos de mantenimiento, por ejemplo, al cambiar el aceite y, por último, pero no menos importante, a una mejora notable en el rendimiento del motor.

20 Otras aplicaciones típicas para superficies aplicadas mediante aspersión térmica son el revestimiento de partes de turbinas con capas de protección contra el desgaste y aislamiento térmico, con componentes de aceite o cojinetes lubricados en seco como, por ejemplo, el revestimiento de cojinetes de manivela u otras piezas de trabajo que están expuestas a cargas físicas, químicas o térmicas particulares. Dependiendo de la finalidad que deba cumplir la capa, se utilizan materiales muy específicos, generalmente en forma de polvos en aerosol o alambres de aspersión, que tienen las propiedades específicas y la composición necesarias para generar las propiedades requeridas de la capa superficial a asperjar.

30 Otro ejemplo de aplicación es la provisión de una superficie de fricción sobre un sustrato, que sirve exactamente para el propósito opuesto y está destinada a aumentar la fricción entre el sustrato y una contraparte de fricción que puede ponerse en contacto con el sustrato, mientras que al mismo tiempo el sustrato mismo debe protegerse contra el desgaste o daño.

35 Esto ya es conocido, por ejemplo, por el documento DE 43 21 713 A1 para proporcionar discos de freno para vehículos con una capa asperjada térmica para aumentar, por un lado, el efecto de frenado al frenar el vehículo y al mismo tiempo para proteger el sustrato, es decir, el mismo disco de freno del desgaste directo y, por lo tanto, no menos importante, para aumentar la vida útil del disco de freno.

40 En los últimos años, se han aumentado permanentemente los requerimientos para los sistemas de frenado, particularmente en la ingeniería automotriz, pero también, por ejemplo, en el sector de la aviación. Los sistemas de frenado también deben poder frenar vehículos o aviones relativamente pesados, incluso a alta velocidad y en condiciones adversas como el acuatizaje, de forma controlada y fiable. Eso impone grandes exigencias, por ejemplo, la resistencia a la tracción adhesiva de los revestimientos de fricción en los discos de freno, pero también parámetros físicos como la microdureza y macrodureza, la estabilidad térmica de las propiedades de los revestimientos de fricción, etc. Las capas de fricción deben ser relativamente fáciles de fabricar utilizando procedimientos establecidos, aunque solo sea por razones económicas y los materiales que se utilizarán para las capas tienen una composición química simple y pueden fabricarse con relativamente poco esfuerzo. Además, las capas de fricción deben tener al mismo tiempo una larga vida útil, es decir, tener el menor desgaste mecánico posible durante el funcionamiento y también ser suficientemente resistentes al calor muy alto generado durante el frenado y también a los ataques químicos; por ejemplo, ser lo más resistente posible a la corrosión, de modo que se puedan lograr intervalos prolongados de mantenimiento y renovación.

50 Las soluciones conocidas de estado de la técnica generalmente solo pueden optimizar uno específico o como máximo algunos pocos de los aspectos antes mencionados, en cuyo caso deben asumirse compromisos para otras propiedades.

55 Para poder compensar al menos parcialmente estas desventajas, en algunos casos se han propuesto procedimientos de revestimiento bastante complejos con sistemas de capas complicados en los discos de freno. Por ejemplo, en el documento DE 102009008 114 A1 se propone un disco de freno con un revestimiento a base de carburo de tungsteno; el revestimiento de carburo de tungsteno aplicado mediante un procedimiento de aspersión térmica debe ser tratado mediante carburación, oxidación, nitrocarburación de gas u otro procedimiento a base de gas o plasma.

60 El postratamiento es obligatoriamente necesario para lograr un endurecimiento cercano a la superficie de la superficie de fricción mediante una capa superficial endurecida resistente al desgaste y resistente a la corrosión formada por la difusión de los átomos desde la fase de plasma o gas.

Este procedimiento es naturalmente muy complejo, ya que después del revestimiento térmico de los discos de freno, obligatoriamente se debe seguir un procedimiento de tratamiento de gas, lo que hace que la producción sea innecesariamente complicada y costosa.

Por lo tanto, el objeto de la invención es proporcionar un polvo en aspersión térmica para el revestimiento térmico de un sustrato, con el que se pueden fabricar capas asperjadas térmicamente utilizando procedimientos de aspersión térmica conocidos que son particularmente ventajosos como capas de fricción en discos de freno; por ejemplo, se pueden proporcionar vehículos terrestres o aéreos de todo tipo en los que se optimizan al mismo tiempo todas las características de requisitos esenciales de la capa. En este caso, la fabricación debe simplificarse significativamente en comparación con la técnica anterior y debe reducirse a un mínimo el número de pasos procedimentales requeridos en la fabricación.

Además, es un objeto de la invención proporcionar un procedimiento para fabricar un polvo en aerosol correspondiente, así como un procedimiento de aspersión térmica para fabricar capas de aspersión térmicas correspondientes.

Los objetos de la invención que logran estos objetivos se caracterizan por las características de las reivindicaciones independientes de la categoría respectiva.

Las respectivas reivindicaciones dependientes se refieren a formas de realización particularmente ventajosas de la invención.

Por tanto, la invención se refiere a un polvo en aerosol a base de carburo de tungsteno para el revestimiento térmico de un sustrato; dicho polvo en aerosol contiene, además de las impurezas, WC en el intervalo del 60 % al 75 % en peso, Cr_3C_2 en el intervalo del 14 % al 22 % en peso y Ni en el intervalo de 11 % a 23 % en peso y el tamaño de partícula del carburo primario WC y Cr_3C_2 está en el intervalo de 0,5 μm a 4 μm .

Es un hallazgo esencial de la invención que, mediante el uso de un contenido de níquel más alto en el polvo en aerosol, que está entre aproximadamente el 11% y el 23% en peso, se puede fabricar, por ejemplo, una superficie de fricción en un disco de freno que, entre otras cosas incluso sin tratamiento posterior, tiene suficiente resistencia a la corrosión y dureza. Esta es la ventaja decisiva en comparación con los polvos en aerosol, como se conocen por el documento DE 102009008114 A1, en cuyo uso después de la aspersión de la capa de fricción, es obligatoriamente necesario un tratamiento posterior.

En un ejemplo de realización preferido, la fracción de WC en el polvo en aerosol está en el intervalo de 63% a 70% en peso, preferiblemente 67% en peso.

La fracción de Cr_3C_2 en el polvo en aerosol se selecciona preferiblemente en el intervalo de 17% a 19% en peso, en especial en 18% en peso, y la fracción de Ni en el polvo en aerosol puede estar en el intervalo de 13% a 20% en peso, preferiblemente en 15 % en peso.

Un tamaño nominal de partícula del polvo en aerosol está preferiblemente en el intervalo de -45 μm a + 11 μm , en particular en el intervalo de -45 μm a + 20 μm . La nomenclatura utilizada anteriormente para el tamaño de partícula debe entenderse de la manera acostumbrada para el experto en la técnica. Como es habitual, por ejemplo, un intervalo de tamaño de partícula de -45 μm a +11 μm significa que las partículas son mayores de 11 μm y menores de 45 μm .

Además de los componentes químicos técnicamente esenciales mencionados, carburo de tungsteno (WC), carburo de cromo (Cr_3C_2) y níquel (Ni) como impurezas técnicamente medibles, el polvo en aerosol de acuerdo con la invención puede contener hasta un 0.5% en peso de impurezas de Fe y/o como máximo, bajo la abreviatura TAO (Total All Other, o total de todos los otros), los siguientes elementos químicos resumidos como impurezas: Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, V, Mn, Co, Cu, Zn, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Rh, Pd, Cd, In, Sn, Hf, Ta, Tl, Pb.

La fracción total de impurezas de TAO es también como máximo del 0.5% en peso, de modo que, en un polvo en aerosol según la invención, además de los componentes químicos técnicamente esenciales, pueden estar contenidos carburo de tungsteno (WC), carburo de cromo (Cr_3C_2) y níquel (Ni), un máximo de 1% en peso de impurezas propiamente no deseadas; a saber, un máximo de 0.5% en peso de Fe y un total de máximo 0.5% de impurezas del grupo de elementos definido anteriormente por la abreviatura TAO. No hace falta decir que en el caso ideal en un polvo de pulverización según la invención no hay impurezas; es decir, ni Fe ni un elemento del grupo TAO, lo que, sin embargo, difícilmente puede conseguirse en la práctica.

En la práctica, Fe puede estar presente, por ejemplo, en particular entre el 0.05% y el 0.5% en peso del polvo en aerosol de la presente invención, sin mostrar una influencia técnicamente esencial para la invención sobre las propiedades de las capas asperjadas con tal polvo en aerosol. Siempre que el contenido de impurezas de Fe no supere el 0.5% en peso, se garantiza especialmente la resistencia a la corrosión necesaria de la capa a asperjar con el polvo en aerosol. Y también las otras propiedades de la capa como, por ejemplo, porosidad, micro- y macro-dureza o también, por ejemplo, la resistencia a la tracción adhesiva de las capas asperjadas con el polvo en aerosol según la

invención prácticamente no se ven influenciadas por un nivel tan bajo de contaminación con Fe o con los otros contaminantes resumidos en TAO.

Las impurezas antes mencionadas, que son ellas mismas indeseables y que pueden estar presentes en un polvo en aerosol según la invención, pueden tener causas muy diferentes, que a menudo no pueden evitarse con un esfuerzo técnico justificable, pero tampoco deben evitarse a todos los efectos prácticos porque las impurezas en el orden de magnitud nombrado anteriormente, como ya se mencionó, no tiene prácticamente ninguna influencia sobre las propiedades técnicamente relevantes de un polvo en aerosol según la invención o una capa asperjada asperjada térmicamente con el mismo.

Por ejemplo, además del Fe puede aparecer el cobalto (Co), con hasta casi un 0.5% en peso, en la práctica hasta un 0.05%, un 0.1% o entre un 0.1% y casi un 0.5% en peso, ya que Co junto a WC por ejemplo, puede estar contenido en las bolas de metal duro con las que se muelen las materias primas de una manera ya conocida en la fabricación del polvo en aerosol según la invención. Las materias primas utilizadas en la fabricación del polvo en aerosol también pueden contener pequeñas cantidades de impurezas, por ejemplo, tantalio (Ta). Las impurezas se pueden introducir en el procedimiento de fabricación a través de las materias primas químicas esenciales, carburo de tungsteno (WC), carburo de cromo (Cr_3C_2) y níquel (Ni), o también pueden ser introducidos involuntariamente en el procedimiento de fabricación, por ejemplo, por un aglutinante, antiespumantes, herramientas, cámaras de procedimiento, etc., utilizados en la fabricación del polvo, o de otras formas conocidas por los expertos en la técnica y así, finalmente, contaminar el polvo en aerosol en una medida insignificante, como se indicó anteriormente.

La invención se refiere además a un procedimiento para fabricar un polvo en aerosol de acuerdo con la invención; dicho procedimiento comprende las siguientes etapas del procedimiento que son individualmente conocidas *per se*:

Suministro de los carburos primarios WC, Cr_3C_2 , así como Ni y preparación de una mezcla de polvos a partir de los componentes antes mencionados, que, además de las posibles impurezas ya comentadas en detalle anteriormente, solo se compone de WC en el intervalo del 60% al 75% en peso, Cr_3C_2 en el intervalo del 14% al 22 % en peso y Ni en el intervalo del 11% al 23% en peso. El tamaño de partícula estándar de los carburos primarios antes mencionados, que pueden servir como materias primas para la fabricación de un polvo en aerosol según la invención, se encuentra en el intervalo de 0.5 μm a 4 μm , en especial 2 μm a 3 μm , de manera particularmente preferida 2.5 μm , en cuyo caso también, naturalmente, pueden utilizarse ventajosamente otros carburos primarios con tamaños de partícula que se desvían de estos.

Se ha demostrado aquí que los pequeños tamaños de partícula de los carburos primarios en el intervalo de aproximadamente 0.5 μm a 4 μm tienen una influencia masivamente positiva en el comportamiento de abrasión y, por tanto, el comportamiento de desgaste, en particular de los discos de freno. Estas pequeñas partículas de carburo primario se distribuyen de manera muy uniforme y homogénea en la capa asperjada y, al mismo tiempo, están dispuestas muy cerca unas de otras en la capa y, por lo tanto, forman un patrón de distribución denso de partículas de carburo primario en la capa. Si, por el contrario, se utilizan por ejemplo partículas primarias más grandes con la misma fracción de masa, estas se encuentran distribuidas en la capa de manera menos densa, menos uniforme y menos homogénea, lo que conduce a que, cuando la capa está sometida a un esfuerzo mecánico, por ejemplo, en el caso de los discos de freno durante el frenado, la capa asperjada tiende a formar surcos, lo que favorece el desgaste prematuro. También se ha demostrado que la micro-dureza de las capas se puede mejorar significativamente con tamaños de partículas primarias pequeños en comparación con las capas que se asperjaron con carburo primario significativamente más grande.

A partir de la mezcla en polvo, un líquido, en particular un disolvente como isohexano u otro disolvente adecuado conocido *per se*, y adicionalmente de modo preferible uno o más aditivos que pueden ser, por ejemplo, un aglutinante y/o un antiespumante y/u otro aditivo conocido *per se* por el experto de la fabricación de polvo, se prepara luego una suspensión y la suspensión se homogeneiza.

A partir de la suspensión homogeneizada, mediante secado por aspersión se prepara una torta de polvo, en particular un aglomerado, preferiblemente comprimiendo la mezcla seca y luego sinterizando la mezcla preferiblemente comprimida. La torta de polvo sinterizada finalmente se rompe y/o muele para obtener un material en polvo.

Dependiendo de la aplicación específica, el material en polvo se clasifica finalmente seleccionando una distribución de tamaño de grano predefinida por medio de un procedimiento de clasificación y luego se puede usar para la aplicación prevista, por ejemplo, para el revestimiento térmico de un disco de freno para un vehículo.

En la siguiente tabla 1, se da como ejemplo una composición química de un ejemplo de realización particularmente preferido de un polvo en aerosol según la invención, que ha demostrado ser sobresaliente en los ensayos. Todos los porcentajes son porcentajes en peso.

Tabla 1: Composición química de un polvo en aerosol según la invención.

C	Ni	Cr	Co	Fe	W
6.29 %	15.03 %	14.93 %	0.15 %	0.08 %	Resto

La Tabla 2 muestra la distribución del tamaño de partícula del polvo en aerosol según la Tabla 1 en μm . Como de costumbre, "0.47 % en el intervalo -63 + 53" significa que el 0.47 % de los granos del polvo clasificado son mayores de 53 μm y menores de 63 μm ; es decir, 0.47% de los tamaños de grano se ubican en el intervalo entre 53 μm y 63 μm .

Tabla 2: Distribución del tamaño de partícula del polvo en aerosol de acuerdo con la Tabla 1.

μm	% en peso
+63	0.00
-63+53	0.47
-53+45	4.88
-45+20	81.61
-20	13.04

El polvo en aerosol se puede utilizar preferiblemente para fabricar un sustrato con una capa asperjada térmica a base de carburo de tungsteno, en cuyo caso, según la presente invención, la capa asperjada térmica, aparte de las impurezas, contiene WC en el intervalo de 60 % a 75 % en peso, Cr_3C_2 en el intervalo de 14 % a 22 % en peso, y Ni en el intervalo de 11 % a 23 % en peso. El sustrato es preferiblemente un disco de freno para un vehículo; por ejemplo, para un vehículo terrestre o un avión, en cuyo caso el sustrato también puede ser otro sustrato que debe estar provisto de un revestimiento de fricción.

Además de los componentes químicos técnicamente esenciales carburo de tungsteno (WC), carburo de cromo (Cr_3C_2) y níquel (Ni), como impurezas técnicamente medibles, la capa asperjada del sustrato también puede contener las impurezas ya mencionadas en la descripción del polvo en aerosol; es decir, puede contener hasta aproximadamente 0.5 % en peso de impurezas de Fe y/o como máximo los elementos químicos resumidos a continuación bajo la abreviatura TAO como impurezas: Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, V, Mn, Co, Cu, Zn, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Rh, Pd, Cd, In, Sn, Hf, Ta, Ti, Pb.

Además de estas impurezas, que provienen naturalmente de las impurezas correspondientes del polvo en aerosol, la capa asperjada térmica de un sustrato también puede contener hasta aproximadamente un 1 % en peso de oxígeno (O), que puede alcanzar la capa asperjada y enlazarse allí durante el procedimiento de aspersión, por ejemplo, mediante oxidación de uno o más componentes del polvo en aerosol o de otra manera. En especial, el contenido de oxígeno puede estar entre el 0.1 % y el 0.5 % o entre el 0.5 % y el 1 % en peso.

Dependiendo del procedimiento de aspersión que se seleccione para preparar la capa asperjada, también pueden entrar más impurezas marginales en la capa por el mismo procedimiento de aspersión. Por ejemplo, es posible que al utilizar un procedimiento HVOF en el que se puede quemar queroseno u otro combustible orgánico o inorgánico para generar la energía térmica, el carbono adicional del combustible puede entrar en la capa en una cantidad de hasta aproximadamente un máximo de 0.1 % en peso.

La fracción total de impurezas de TAO en la capa asperjada también es aproximadamente de máximo 0.5 % en peso, de modo que en una capa asperjada, además de los componentes químicos técnicamente esenciales, carburo de tungsteno (WC), carburo de cromo (Cr_3C_2) y níquel (Ni), puede estar contenido un máximo de algo más de 2 % en peso, de impurezas propiamente no deseadas, aparte de las impurezas marginales; es decir, un máximo de 0.5 % en peso de Fe y un total de un máximo de 0.5 % de impurezas del grupo de elementos definido anteriormente por la abreviatura TAO, y un máximo de hasta 1% de oxígeno, y eventualmente de modo adicional hasta un 0.1% de carbono adicional, dependiendo del procedimiento de aspersión.

En la práctica, Fe puede estar presente, por ejemplo, principalmente de modo aproximado entre 0.05% y 0.5 % en peso en la capa asperjada de un sustrato de la presente invención, sin mostrar una influencia técnicamente esencial para la invención en las propiedades de las capas asperjadas. Siempre que el contenido de impurezas de Fe no supere el 0.5 % en peso, en particular se garantiza de forma fiable la necesaria resistencia a la corrosión de la capa asperjada. Y las otras propiedades de la capa, como porosidad, micro- y macro-dureza o también, por ejemplo, la resistencia a la tracción adhesiva de las capas asperjadas prácticamente tampoco se ven influenciada por una impureza de Fe tan baja por Fe o por las otras impurezas resumidas en TAO ni tampoco por el oxígeno enlazado en la capa durante el procedimiento de aspersión ni por el carbono adicional.

El cobalto (Co) puede estar presente, por ejemplo, además de Fe, en hasta casi un 0.5 % en peso; en la práctica, hasta aproximadamente un 0.05%, un 0.1% o entre un 0.1% y casi un 0.5% en peso.

No hace falta decir que, en el caso ideal, no hay impurezas; es decir, ni Fe ni un elemento del grupo TAO, ni oxígeno, carbono o cualquier otra impureza, están contenidas en una capa asperjada según la invención, pero esto difícilmente se puede lograr en la práctica.

En una aplicación que es particularmente importante en la práctica, la capa asperjada térmica se genera mediante un procedimiento de aspersión por llama de alta velocidad (HVOF, High Velocity Oxygen Fuel), aunque en principio también se puede usar ventajosamente cualquier otro procedimiento de aspersión térmica conocido *per se*, como otro procedimiento de aspersión por llama, aspersión de gas frío, aspersión de plasma u otro procedimiento de aspersión térmica.

Una capa asperjada generada según el procedimiento de acuerdo con la invención tiene una microdureza significativamente mejorada en comparación con la técnica anterior, que en particular es superior, por ejemplo, en 50 HV 0.3 a otras capas asperjadas que son conocidas del estado de la técnica, por ejemplo, para discos de freno. Es decir, la microdureza de una capa asperjada térmica según la presente invención está en el intervalo de 1000 a 1200 HV 0.3, preferiblemente entre 1100 y 1200 HV 0.3, en especial a 1160 HV 0.3.

La macrodureza de tales capas asperjadas generadas según la invención también es significativamente mejor que la de las capas conocidas y puede encontrarse, por ejemplo, al menos en 1 a 2 unidades (escala de macrodureza HR 15N) más alta, de modo que una macrodureza de una capa asperjada térmica generada con el procedimiento inventivo de la invención está preferiblemente en el intervalo de 90 a 93 HR 15N. Además, la resistencia a la tracción de las capas asperjadas térmicas generadas según la invención también pudo mejorarse significativamente y se encuentra de manera particularmente preferida en el intervalo de 65 MPa a 75 MPa y, por lo tanto, es al menos 5 MPa más alta que la resistencia a la tracción de las correspondientes capas asperjadas conocidas del estado de la técnica.

La porosidad de la capa asperjada térmica generada de acuerdo con la presente invención está ventajosamente en el intervalo de 0.5 % a 1.5 % en volumen, preferiblemente 1 % en volumen, de modo que la porosidad en comparación con las capas asperjadas conocidas pudo reducirse en al menos 1 % en volumen; es decir, en comparación con el estado de la técnica se reduce en aproximadamente al menos la mitad.

Además de las mejoras ya mencionadas, las capas asperjadas generadas según la invención se caracterizan en particular por menos defectos, de modo que las capas asperjadas generadas según la invención tienen una susceptibilidad mucho menor a la sub-corrosión, una ductilidad significativamente mayor y, en comparación con las capas asperjadas conocidas, un riesgo mucho menor de agrietamiento en la capa.

En resumen, todo esto conduce al hecho de que, en las capas generadas según la invención puede prescindirse por completo de un postratamiento adicional, tal como se requiere obligatoriamente en el estado de la técnica, por ejemplo, según DE 102009008114 A1.

Finalmente, la invención se refiere a un procedimiento para fabricar una capa asperjada térmica sobre un sustrato, que comprende las siguientes etapas procedimentales: proporcionar un polvo en aerosol según la invención según la presente descripción. Suministro de un sustrato, en particular un disco de freno en bruto para un vehículo. Revestimiento del sustrato mediante un procedimiento de aspersión térmica, preferiblemente mediante un procedimiento HVOF utilizando un polvo en aerosol de la presente invención. En un procedimiento según la invención, los parámetros del procedimiento para la aspersión térmica se seleccionan de manera que se logre una eficiencia de deposición sobre el sustrato en el intervalo del 60 % al 65 %, preferiblemente entre el 50 % y el 55 %.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Polvo en aerosol a base de carburo de tungsteno para el revestimiento térmico de un sustrato, donde el polvo en aerosol contiene, aparte de las impurezas, WC en el intervalo de 60 % a 75 % en peso, Cr_3C_2 en el intervalo de 14 % a 22 % en peso y Ni en el intervalo de 11 % a 23 % en peso, caracterizado porque el tamaño de partícula del carburo primario WC y Cr_3C_2 está en el intervalo de 0.5 μm a 4 μm .
- 10 2. Polvo en aerosol según la reivindicación 1, en el que la fracción de WC en el polvo en aerosol está en el intervalo de 63 % a 70 % en peso, preferiblemente 67 % en peso.
3. Polvo en aerosol según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la fracción de Cr_3C_2 en el polvo en aerosol está en el intervalo de 17 % a 19 % en peso, preferiblemente 18 % en peso.
- 15 4. Polvo en aerosol según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la fracción de Ni en el polvo en aerosol está en el intervalo de 13 % a 20 % en peso, preferiblemente 15 % en peso.
- 20 5. Polvo en aerosol según una de las reivindicaciones anteriores, en el que un tamaño de partícula nominal del polvo en aerosol está en el intervalo de -45 μm a +11 μm , en particular en el intervalo de -45 μm a + 20 μm y/o en cuyo caso el tamaño de partícula de los carburos primarios está en el intervalo de 2 μm a 3 μm , preferiblemente en 2.5 μm .
- 25 6. Procedimiento para fabricar un polvo en aerosol según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las siguientes etapas procedimentales:
 - suministro de WC, Cr_3C_2 y Ni y preparación de una mezcla de polvo, que aparte de las impurezas, se compone de WC en el intervalo de 60 % a 75 % en peso, de Cr_3C_2 en el intervalo de 14 % a 22 % en peso y de Ni en el intervalo de 11 % a 23 % de peso;
 - 30 - preparación de una suspensión que comprende la mezcla de polvos, un disolvente y un aditivo y homogeneización de la suspensión;
 - preparación de una torta de polvo, en particular de aglomerado, mediante secado por aspersión de la suspensión;
 - sinterización de la torta de polvo;
 - 35 - romper y/o triturar la torta de polvo sinterizada hasta obtener un material en polvo;
 - suministro del polvo en aerosol seleccionando una distribución de tamaño de partícula predefinida mediante un procedimiento de clasificación, caracterizado porque un tamaño de partícula del carburo primario WC y Cr_3C_2 está en el intervalo de 0,5 μm a 4 μm .
- 40 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que el disolvente es iso-hexano y el aditivo es un aglutinante y/o un antiespumante.
- 45 8. Procedimiento para fabricar una capa asperjada térmica sobre un sustrato, que comprende los siguientes pasos procedimentales:
 - suministro de un polvo en aerosol según una de las reivindicaciones 1 a 5;
 - suministro de un sustrato, en particular un disco de freno en bruto para un vehículo;
 - 50 - revestimiento del sustrato mediante un procedimiento de aspersión térmica, preferiblemente mediante un procedimiento HVOF utilizando el polvo en aerosol.