



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 362 265**

(51) Int. Cl.:

C04B 41/85 (2006.01)

C30B 31/06 (2006.01)

C23C 16/44 (2006.01)

C23C 16/56 (2006.01)

C23C 30/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **00935754 .2**

(96) Fecha de presentación : **15.03.2000**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1300380**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2003**

(54) Título: **Revestimiento de material compuesto adhesivo para diamante y materiales que contienen diamante y método para producir dicho revestimiento.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.06.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.06.2011

(73) Titular/es: **Hardide Limited**
Unit 11, Wedgwood Road
Bicester, Oxfordshire OX26 4UL, GB

(72) Inventor/es: **Lakhotkin, Jury Viktorovich y**
Kuzmin, Vladimir Petrovich

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Revestimiento de material compuesto adhesivo para diamante y materiales que contienen diamante y método para producir dicho revestimiento

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a un sistema superficial compuesto sobre materiales que contienen diamantes naturales o sintéticos. Proporciona alta adhesión al ligante en herramientas y artículos de diamantes, y alta resistencia al desgaste y a los productos químicos. Más específicamente, las realizaciones de la invención se refieren a un revestimiento compuesto de múltiples capas sobre diamantes naturales o sintéticos o materiales que portan
10 diamantes, con mejor adhesión al ligante metálico en herramientas o artículos. Otras realizaciones pueden consistir en una capa externa de wolframio y capas internas de carburo de wolframio.

Técnica anterior

- 15 En el funcionamiento de una herramienta de diamante, algunos granos de diamante que todavía retienen capacidad de trabajo se separan del ligante y se desprenden de la herramienta. Algunos granos de diamante se fracturan y destruyen debido a la presencia de grietas y poros superficiales. Por lo tanto, la herramienta de diamante no dura mucho tiempo en estado utilizable.

- 20 El desprendimiento de los granos de diamante es el resultado de su débil adhesión al ligante usado para fijar los granos a la herramienta. La fractura quebradiza se desarrolla como grietas extendidas en los cristales de diamante debido a las tensiones que ocurren durante el uso de las herramientas o artículos procedentes de defectos en los diamantes usados en la industria (presencia de micro-grietas y poros superficiales). Por lo tanto, una de las formas de mejorar la eficacia de una herramienta de diamante es aumentar la resistencia de ligado entre el grano de diamante y la matriz (ligante) en la herramienta de diamante y aumentar la resistencia del grano de diamante en sí misma (reforzando la superficie defectuosa de un grano de diamante). Otro objetivo es aumentar la adhesión de
25 diamantes cortados para joyería a su engaste en el curso de soldarlos al mismo.

- Los revestimientos adhesivos se aplican al grano de diamante para aumentar la adhesión del grano al metal y a las matrices cerámicas, por ejemplo, revestimientos que consisten en metales del grupo del hierro (níquel, cobalto y sus aleaciones), los cuales, sin embargo, no aseguran una buena adhesión del diamante a estos revestimientos. Además, los metales del grupo del hierro estimulan la conversión del diamante en grafito a alta temperatura, es decir, bajo el efecto de estos metales el volumen del diamante disminuye. Un método simple y ampliamente usado de aplicar estos revestimientos es la deposición electroquímica o química en disoluciones acuosas.

- 30 Por ejemplo, la solicitud de patente internacional WO 97/09469 describe un procedimiento para la producción de una herramienta de diamante semejante a un lápiz por metalización de una estructura con granos de diamante embebidos por níquel electrolítico. El níquel electrolítico es un revestimiento adhesivo mediante el cual los granos de diamante se ligan al ligante metálico en la herramienta. Sin embargo, la resistencia de la adhesión del revestimiento de níquel al diamante no difiere sustancialmente de la adhesión del ligante metálico al diamante, ya que el ligante se produce usualmente a partir de una aleación cobre-níquel.

- Los revestimientos que forman carburos son aplicados a la superficie de diamantes industriales para aumentar la durabilidad de las herramientas de maquinado, corrección y perforación. Casi todos los metales de transición - Ti, Zr, V, Nb, Cr, Mo - interaccionan activamente con el diamante formando los correspondientes carburos. Pero los carburos resultantes tienen propiedades protectoras insuficientes (la velocidad de difusión del carbono a través del carburo es alta, lo cual provoca la grafitización del diamante y por tanto la pérdida de resistencia; y las propiedades mecánicas de los carburos a altas temperaturas de operación de la herramienta de diamante son bajas).

- 45 El wolframio puede ser un material protector único ya que sus carburos tienen propiedades de resistencia máximas a altas temperaturas y son una excelente barrera contra la difusión del carbono debido a las fuerzas extremas del enlace interatómico del wolframio y el diamante. Por ejemplo, el documento WO 97/06339 describe el reforzamiento de herramientas que contienen diamantes, las cuales están revestidas con materiales que contienen partículas de carburo de wolframio, y carburo de wolframio con cobalto o mezclas metal-cerámicas, tales como carburos y nitruros de metales. Las partículas se introducen en el revestimiento mediante un método metalúrgico, por ejemplo por soldadura. En general, la adhesión de la capa combinada a una partícula de diamante no es fuerte. Por otra parte, las propiedades mecánicas de las partículas de diamante se deterioran a la temperatura de sinterización, especialmente cuando se usan diamantes sintéticos.

- La patente GB 614396 describe un procedimiento para la metalización de diamantes o materiales refractarios similares. Consiste en una limpieza química mediante, por ejemplo, tetracloruro de carbono, una limpieza física mediante bombardeo de iones a vacío y en una deposición del metal requerido. Sin embargo, el método de deposición física en estado de vapor no es ideal para reforzar diamantes ya que los agregados de partículas ionizadas no se introducen en las grietas y otros defectos apantallados tipo hendiduras situados en la superficie del diamante, de modo que esta superficie no se cementa. Por otra parte, la adhesión de películas físicamente

depositadas al diamante es baja a pesar de los bien desarrollados procedimientos de limpieza de superficies, puesto que la capa adhesiva de carburo no se forma usualmente mediante este método. Sólo el método de deposición química en fase de vapor puede resolver el problema de una buena adhesión al diamante, así como su reforzamiento sanando sus defectos superficiales.

- 5 El documento WO 99/16729 describe el reforzamiento de granos de diamante usados en herramientas mediante la aplicación de una película de diamante, la cual rellena los defectos superficiales de los diamantes industriales. Sin embargo, la superficie del revestimiento de diamante tiene una baja resistencia de adhesión a la matriz metálica en la producción de una herramienta de diamante.

Esencia de la invención

- 10 El objetivo de la presente invención es reforzar los defectos superficiales de diamantes naturales y sintéticos y sus composiciones, y al mismo tiempo aumentar su adhesión al ligante en la herramienta o artículo de diamante. Estos objetivos se consiguen mediante la aplicación de revestimientos de carburo de wolframio a diamantes y materiales que portan diamantes a bajas temperaturas, a las cuales las propiedades mecánicas de los diamantes o sus composiciones no son afectadas.

- 15 Uno de los aspectos de la presente invención es un revestimiento de partículas de diamante o materiales que portan diamantes, el cual puede ser una monocapa de wolframio o una monofase de carburo de wolframio, que consiste en monocarburo de wolframio WC, en el que tanto el wolframio como el monocarburo de wolframio están aleados con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso.

- 20 El revestimiento puede ser un revestimiento bicapa, siendo la capa interna monocarburo de wolframio y la capa externa wolframio.

- El revestimiento puede ser un revestimiento de múltiples capas (multilaminar), que contiene una capa externa de wolframio y capas internas de carburo de wolframio. En la parte superior del sustrato que porta diamante y la capa interna de monocarburo de wolframio, el revestimiento puede contener capas sucesivas de semi-carburo de wolframio W₂C, subcarburo de wolframio W₃C, una mezcla de subcarburos de wolframio W₃C y W₁₂C, y subcarburo wolframio W₁₂C. El revestimiento adhesivo de múltiples capas puede carecer de la capa externa de wolframio.

- 25 La relación de espesores de la capa interna de carburo a la capa metálica externa de wolframio puede variar de 1:1 a 1:100 para un espesor de dichas capas de revestimiento de 0,1 a 10 µm.

- 30 Las funciones de las capas individuales del revestimiento compuesto de múltiples capas difieren. La capa externa de wolframio asegura la mejor adhesión al ligante metálico en la herramienta o artículo de diamante. El reemplazamiento de wolframio con sus carburos en la capa externa provoca el deterioro de la adhesión del ligante. La capa interna de monocarburo de wolframio es necesaria para asegurar la adhesión del revestimiento compuesto a los materiales que portan diamantes. La capa intermedia puede contener semicarburo de wolframio o la serie completa de carburos intermedios, W₂C, W₃C y W₁₂C, para proporcionar un suave gradiente de contenido de carbono desde monocarburo de wolframio a wolframio metálico, y para asegurar la adhesión de la capa interna a la externa. Además, el efecto de reforzamiento de la combinación se implanta más radicalmente con el revestimiento de múltiples capas.

- 35 La formación de la fase de carburo comienza en las áreas defectuosas de la superficie de diamante. Esto da lugar al relleno parcial de los defectos de la superficie del diamante con carburos de wolframio y al reforzamiento de los cristales. Por otra parte, cuando las capas de carburo se forman limitan la posterior progresión de la difusión del carbono desde el grano de diamante hacia el revestimiento, impidiendo así la pérdida de resistencia del cristal de diamante.

- Otro aspecto de la presente invención es el procedimiento de aplicación de dichos revestimientos a un sustrato que consiste en diamantes y materiales que portan diamantes.

- 45 El método de difusión, que se usa con frecuencia para la metalización de diamantes mediante dichos metales refractarios de transición, no se usa para la metalización con wolframio ya que requiere una temperatura de calentamiento por encima de 1400°C. Se sabe que a temperaturas superiores a 1100°C casi todos los grupos de diamantes naturales y sintéticos industriales pierden resistencia.

- 50 Para reducir la temperatura de aplicación de revestimientos de carburo de wolframio mediante el procedimiento de difusión se sugiere el uso de una carga especial, la cual hace posible asegurar el crecimiento de revestimientos compuestos de carburo de wolframio sobre diamantes a una velocidad aceptable a una temperatura de 700°C o mayor.

- 55 La carga propuesta contiene polvo de wolframio con o sin una carga inerte, por ejemplo óxido de aluminio, y con materiales que contienen flúor dentro de los límites de 0,003-5,0% en peso. La composición y espesor del revestimiento de múltiples capas se modifican variando el tiempo y la temperatura a la cual los cristales de diamante se mantienen en la carga, así como el contenido de flúor en la carga.

El polvo abrasivo de diamante o los artículos que portan diamante se mezclan con la carga de wolframio con o sin cargas inertes y con un contenido de flúor dentro de los límites de 0,003-5,0% en peso, y se colocan en un crisol de alundum. El crisol se coloca en un horno de vacío, en el cual se hace vacío hasta una presión de no más que 0,01 Pa. El horno se calienta a la temperatura especificada y se mantiene en ella durante el tiempo necesario para la creación de un revestimiento de múltiples capas de carburo de wolframio del espesor requerido sobre las superficies de diamante. Después de esto, el horno con el crisol se enfría a temperatura ambiente con evacuación continua. El crisol se extrae del horno y la carga de los artículos de diamante se extrae del crisol. Los artículos de diamante se separan a continuación de la carga por tamizado.

Otro procedimiento para aplicar dicho revestimiento de múltiples capas de carburo de wolframio es mantener los cristales de diamante o de otros materiales que portan diamantes en un reactor de deposición química en fase de vapor en un medio de hexafluoruro de wolframio e hidrógeno a una temperatura de 400-800°C y a una presión de la mezcla de reacción de 2-150 kPa. La mezcla de reacción puede contener un gas inerte, por ejemplo argón, hasta un 95% en volumen. El contenido de hidrógeno puede ser de hasta 99% y el contenido de hexafluoruro de wolframio de hasta 30%.

El polvo abrasivo de diamante y los artículos que portan diamante con la superficie desengrasada y limpia de toda contaminación se colocan en un reactor de flujo directo de deposición química en fase de vapor, el cual está equipado con un calentador eléctrico y un mezclador. El reactor químico se evacúa con la ayuda de una bomba con una trampa de nitrógeno líquido hasta una rarefacción máxima, después de lo cual se suministra al reactor hidrógeno o argón. Después de esto se pone en marcha el mezclador y el reactor con los artículos de diamante se calienta a la temperatura requerida. Se mantiene a esta temperatura durante 0,5-1 horas. A continuación, se fijan el caudal de hidrógeno necesario y la presión general requerida en el reactor. Después de esto, se ajusta el caudal requerido de hexafluoruro de wolframio precalentado a 30°C.

El polvo abrasivo de diamante u otros artículos que portan diamante se agitan constantemente y se mantienen en las condiciones especificadas durante el período requerido para la aplicación de la capa de wolframio. Entonces se detiene el suministro de hexafluoruro de wolframio y el polvo abrasivo o los artículos se calientan a una temperatura mayor (recocido) y se mantienen en ella durante el período requerido para la creación de una capa interna de carburo de wolframio. Después de esto, el reactor se enfría a temperatura ambiente con un suministro continuo de hidrógeno o argón y agitación. A continuación, se detiene el suministro de hidrógeno o de argón y se deja entrar aire en el reactor. El crisol con el polvo abrasivo de diamante o los artículos de diamante se extrae a continuación del reactor.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se mantienen a un vacío de 0,01 Pa y una temperatura de 750°C durante 1,5 h una carga de wolframio con un contenido de flúor de 0,1% en peso y diamantes naturales de tamaño 30-50 quilates, tomados en una relación en volumen 10:1, como resultado de lo cual se deposita sobre los diamantes un revestimiento de wolframio de 1,2 µm de espesor con un contenido de flúor de 0,004% en peso.

Ejemplo 2

Se mantienen a un vacío de 0,01 Pa y una temperatura de 1100°C durante 10 min una carga de wolframio con una carga inerte que contiene 1% en peso de flúor y diamantes naturales de tamaño 20-30 quilates, tomados en una relación en volumen de 10:1:1. Como resultado, se deposita sobre los diamantes un revestimiento de monocarburo wolframio WC de 0,2 µm de espesor y un contenido de flúor de 0,008% en peso.

Ejemplo 3

Se mantienen a un vacío de 0,01 Pa y una temperatura de 1050°C durante 1 h una carga de wolframio con una carga inerte, la cual contiene 0,85% en peso de flúor, y diamantes naturales de tamaño 20-30 quilates, tomados en una relación en volumen de 10:1:1. Como resultado, se deposita sobre los diamantes un revestimiento de monocarburo wolframio con una capa externa de wolframio, de un espesor total de 2,5 µm y un contenido total de flúor de 0,008% en peso.

Ejemplo 4

Se mantienen a un vacío de 0,01 Pa y una temperatura de 1050°C durante 11 min una carga de wolframio con un contenido de flúor de 0,7% en peso y diamantes sintéticos, de tamaño 400-315 µm, tomados en una relación en volumen de 12:1. Como resultado, se deposita sobre los diamantes un revestimiento bicapa de monocarburo de wolframio WC y semicarburo de wolframio W₂C con un espesor total de 0,15 µm y un contenido total de flúor de 0,009% en peso.

Ejemplo 5

5 Se mantienen a un vacío de 0,01 Pa y una temperatura de 980°C durante 19 min una carga de wolframio con una carga inerte que contiene 0,54% en peso de flúor, y diamantes sintéticos, de tamaño 160-125 μm , tomados en una relación en volumen de 15:2:1. Como resultado, se deposita sobre los diamantes un revestimiento de múltiples capas de monocarburo WC, semicarburo de wolframio W_2C y subcarburo de wolframio W_3C con un espesor total de 0,22 μm y un contenido total de flúor de 0,01% en peso.

Ejemplo 6

10 Se mantienen a un vacío de 0,01 Pa y una temperatura de 950°C durante 1,5 h una carga de wolframio con un contenido de flúor de 0,45% en peso y diamantes sintéticos, de tamaño 315-250 μm , tomados en una relación en volumen de 14:1. Como resultado, se deposita sobre los diamantes un revestimiento de múltiples capas de monocarburo WC, semicarburo de wolframio W_2C y subcarburo de wolframio W_3C y una capa externa de wolframio con un espesor total de 2,3 μm y un contenido total de flúor de 0,0011% en peso.

Ejemplo 7

15 Se mantienen diamantes naturales, de tamaño 30-50 quilates, en un reactor de deposición química en fase de vapor en una mezcla de hexafluoruro de wolframio e hidrógeno en una relación en volumen de 1:50 a una temperatura de 550°C y una presión total de la mezcla de reacción de 4 kPa durante 30 min. A continuación, se hace el vacío en el reactor hasta alcanzar una presión de 0,01 Pa y los cristales de diamante con el revestimiento de wolframio de 7 μm de espesor formado se recuecen a una temperatura de 1120°C durante 30 min. Como resultado, se forma un revestimiento bicapa de monocarburo de wolframio WC y una capa externa de wolframio con un contenido total de flúor de 0,005% en peso.

20

Ejemplo 8

25 Se mantienen diamantes naturales, de tamaño 20-30 quilates, en dicho reactor en una mezcla de hexafluoruro de wolframio e hidrógeno en una relación en volumen de 1:40 a una temperatura de 600°C y una presión total de la mezcla de reacción de 4 kPa durante 25 min. A continuación, se hace el vacío en el reactor hasta alcanzar una presión de 0,01 Pa y los cristales de diamante con el revestimiento de wolframio de 9 μm de espesor formado se recuecen a una temperatura de 1030°C durante 45 min. Como resultado, se forma un revestimiento de múltiples capas de monocarburo de wolframio WC, semicarburo de wolframio W_2C y una capa externa de wolframio con un contenido total de flúor de 0,006% en peso.

Ejemplo 9

30 Se mantienen diamantes sintéticos, de tamaño 400-315 μm , en dicho reactor en una mezcla de hexafluoruro de wolframio e hidrógeno en una relación en volumen de 1:50 a una temperatura de 570°C y una presión total de la mezcla de reacción de 4 kPa durante 20 min. A continuación, se hace el vacío en el reactor hasta alcanzar una presión de 0,01 Pa y los cristales de diamante con el revestimiento de wolframio de 5 μm de espesor formado se recuecen a una temperatura de 900°C durante 1 h. Como resultado, se forma un revestimiento de múltiples capas de monocarburo de wolframio WC, semi-carburo de wolframio W_2C , mezcla de subcarburos de wolframio W_3C y W_{12}C y una capa externa de wolframio con un contenido total de flúor de 0,009% en peso.

35

Aplicabilidad industrial

40 Los ensayos de resistencia a la fractura por compresión de diamantes naturales con el revestimiento aplicado según la presente invención (el método de aplastamiento) han mostrado un aumento medio del 12% de la resistencia de los granos de diamante en comparación con los cristales de diamante no revestidos. Se recomienda que esta invención se use para la producción de herramientas tipo corona y otras brocas y cortadoras. Los ensayos de producción de brocas con cristales de diamantes naturales revestidos según la presente invención han mostrado un aumento del 50% en la velocidad de perforación o en la profundidad de penetración sin reemplazar la broca.

45 El uso de diamantes revestidos con wolframio y carburos de wolframio durante la producción de una herramienta de monocristales parece prometedor. Se recomienda que los diamantes sintéticos o sus aglomerados sinterizados revestidos con carburos de wolframio se usen para producir herramientas de corte. Por ejemplo, las sierras de diamante con polvo abrasivo de diamante sintético revestido según la invención propuesta han mostrado una durabilidad dos veces superior que las no revestidas.

REIVINDICACIONES

1. Un revestimiento sobre diamantes y materiales que portan diamantes, que comprende una capa de wolframio aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso.
- 5 2. Un revestimiento sobre diamantes y materiales que portan diamantes, que comprende una capa de monocarburo de wolframio WC aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso.
3. Un revestimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** se aplica una capa de wolframio aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso en la parte superior de dicha capa de monocarburo de wolframio.
- 10 4. Un revestimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** se aplica una capa de semicarburo de wolframio W₂C aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso en la parte superior de dicha capa de monocarburo de wolframio.
5. Un revestimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** tiene una capa externa de wolframio aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso.
- 15 6. Un revestimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** se aplica una capa de subcarburo de wolframio W₃C aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso en la parte superior de dicha capa de semicarburo de wolframio.
7. Un revestimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** tiene una capa externa de wolframio aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso.
- 20 8. Un revestimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** se aplica una capa de subcarburo de wolframio W₁₂C aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso en la parte superior de la capa de subcarburo de wolframio W₃C.
9. Un revestimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** tiene una capa externa de wolframio aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso.
- 25 10. Un revestimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** se aplica una capa de subcarburo de wolframio W₁₂C aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso en la parte superior de la capa de semicarburo de wolframio W₂C.
11. Un revestimiento según la reivindicación 10, **caracterizado porque** tiene una capa externa de wolframio aleada con flúor en una cantidad de 0,0004 a 0,3% en peso.
- 30 12. Un revestimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 3, 5, 7, 9 y 11, **caracterizado porque** la capa interna de carburo de wolframio tiene un espesor de 0,1-10 μm y la capa externa de wolframio tiene un espesor de 0,1 -10 μm con una relación de espesores de las capa interna y externa de 1:1 a 1:100.
13. Un procedimiento para aplicar un revestimiento a un sustrato que consiste en diamantes o materiales que portan diamantes, que comprende colocar el sustrato en un medio de una carga que contiene wolframio en polvo y flúor en una cantidad de 0,003-5% en peso del peso de la carga, y calentar a 700-1200°C.
- 35 14. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a una temperatura de 700-800°C en una carga con un contenido en flúor de 0,003-0,7% en peso, lo que produce un revestimiento de wolframio aleado con flúor.
15. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 950-1200°C en una carga con un contenido en flúor de 0,05-3% en peso durante 10 minutos, lo que produce un revestimiento que consiste en monocarburo de wolframio WC aleado con flúor.
- 40 16. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 950-1200°C en una carga con un contenido en flúor de 0,05-3% en peso durante más de 10 minutos, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna de monocarburo de wolframio WC y una capa externa de wolframio.
17. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 920-1150°C en una carga con un contenido en flúor de 0,01-2,5% en peso durante 12 minutos, lo que produce un revestimiento de monocarburo de wolframio WC y semicarburo de wolframio W₂C.
- 45 18. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 920-1150°C en una carga con un contenido en flúor de 0,01-2,5% en peso durante más de 12 minutos, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna que contiene monocarburo de wolframio WC y semicarburo de wolframio W₂C, y una capa externa de wolframio.

19. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 900-1100°C en una carga con un contenido en flúor de 0,008-2,0% en peso durante 15 minutos, lo que produce un revestimiento que contiene monocarburo de wolframio WC, semicarburo de wolframio W₂C y subcarburo de wolframio W₃C.
- 5 20. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 900-1100°C en una carga con un contenido en flúor de 0,008-2,0% en peso durante más de 15 minutos, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna que contiene monocarburo de wolframio WC, semicarburo de wolframio W₂C y subcarburo de wolframio W₃C, y una capa externa de wolframio.
- 10 21. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 850-1050°C en una carga con un contenido en flúor de 0,005-1,5% en peso durante 17 minutos, lo que produce un revestimiento que contiene monocarburo de wolframio WC, semicarburo de wolframio W₂C y una mezcla de subcarburos de wolframio W₃C y W₁₂C.
- 15 22. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 850-1050°C en una carga con un contenido en flúor de 0,005-1,5% en peso durante más de 17 minutos, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna que contiene monocarburo de wolframio WC, semicarburo de wolframio W₂C y una mezcla de subcarburos de wolframio W₃C y W₁₂C, y una capa externa de wolframio.
- 20 23. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 800-1000°C en una carga con un contenido en flúor de 0,004-1,0% en peso durante 20 minutos, lo que produce una capa de revestimiento que contiene monocarburo de wolframio, semicarburo de wolframio W₂C y subcarburo de wolframio W₁₂C.
- 25 24. Un procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a 800-1000°C en una carga con un contenido en flúor de 0,004-1,0% en peso durante más de 20 minutos, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna que contiene monocarburo de wolframio WC, semicarburo de wolframio W₂C y subcarburo de wolframio W₁₂C, y una capa externa de wolframio.
- 30 25. Un procedimiento para aplicar un revestimiento a un sustrato que consiste en diamantes o materiales que portan diamantes, que comprende las etapas de:
- a) colocación del sustrato de diamante en un reactor de deposición química en fase de vapor con un mezclador,
 - b) realización de vacío en el reactor hasta una presión de 10 Pa,
 - c) calentamiento de dicho sustrato,
 - d) suministro de hexafluoruro de wolframio e hidrógeno al reactor,
 - e) mantenimiento del sustrato durante el tiempo que sea necesario para formar la capa de wolframio sobre el sustrato,
 - f) paro del suministro de hexafluoruro de wolframio e hidrógeno,
 - 35 g) realización de vacío en el reactor hasta una presión de 0,01 Pa,
 - h) recalentamiento (recocido) del sustrato hasta la temperatura necesaria para formar carburos de wolframio,
 - i) y mantenimiento del sustrato durante el tiempo necesario para que se formen los carburos de wolframio.
- 40 26. Un procedimiento según la reivindicación 25, **caracterizado porque** el procedimiento se lleva a cabo a una presión en el reactor de 2-150 kPa y una temperatura del sustrato de 400-800°C, la relación de hexafluoruro de wolframio a hidrógeno es 0,01-0,3, y el sustrato es recocido a 800-1200°C en un vacío de no más que 0,01 Pa.
- 45 27. Un procedimiento según la reivindicación 26, **caracterizado porque** el recocido del sustrato se lleva a cabo a 1100-1200°C, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna de monocarburo de wolframio WC y una capa externa de wolframio.
- 50 28. Un procedimiento según la reivindicación 26, **caracterizado porque** el recocido del sustrato se lleva a cabo a 1000-1100°C, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna de monocarburo de wolframio WC and semicarburo de wolframio W₂C y una capa externa de wolframio.
29. Un procedimiento según la reivindicación 26, **caracterizado porque** el recocido del sustrato se lleva a cabo a 950-1000°C, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna de monocarburo de wolframio WC, semicarburo de wolframio W₂C y subcarburo de wolframio W₃C, y una capa externa de wolframio.
30. Un procedimiento según la reivindicación 26, **caracterizado porque** el recocido del sustrato se lleva a cabo a 850-950°C, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna de monocarburo de wolframio WC, semicarburo de wolframio W₂C y una mezcla de subcarburos de wolframio W₃C y W₁₂C, y una capa externa de wolframio.

31. Un procedimiento según la reivindicación 26, **caracterizado porque** el recocido del sustrato se lleva a cabo a 800-850°C, lo que produce un revestimiento que consiste en una capa interna de monocarburo de wolframio WC, semicarburo de wolframio W₂C y subcarburo de wolframio W₁₂C, y una capa externa de wolframio.