

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 994**

51 Int. Cl.:

C22C 26/00 (2006.01)

B22F 3/17 (2006.01)

B24D 3/08 (2006.01)

C22C 1/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2005 E 05717382 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013 EP 1702082**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de segmentos diamantados para herramientas de corte**

30 Prioridad:

09.01.2004 FR 0400171

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

15.01.2014

73 Titular/es:

**KLAUS EICHE DIAMANTWERKZEUGE GMBH
(100.0%)**

**Marie-Curie Str. 10
79211 Denzlingen, DE**

72 Inventor/es:

FALLYER, EMMANUEL

74 Agente/Representante:

POLO FLORES, Carlos

ES 2 437 994 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

Procedimiento de fabricación de segmentos diamantados para herramientas de corte

5 **Ámbito técnico de la invención**

La invención se refiere a un procedimiento de fabricación por sinterización de un segmento diamantado para una herramienta de corte, que consiste en realizar sucesivamente:

- 10 - una mezcla de polvos metálicos con partículas de diamante,
- una preconformación por compresión en frío de la mezcla para obtener una preforma manipulable,
- una presinterización en caliente la preforma para eliminar los residuos de compactación y desoxidar la preforma al
- 15 tiempo que se realiza un comienzo de la sinterización.

Estado de la técnica

La fabricación de segmentos diamantados para herramientas de corte se basa en la metalurgia de polvos, que

20 consiste en consolidar, mediante un efecto térmico y mecánico, polvos metálicos de composición predeterminada con granos de diamante natural o sintético. El producto obtenido es un cuerpo de metal sinterizado que presenta unas características que dependen de la naturaleza de los polvos metálicos de base y de las condiciones de sinterización.

25 Las diferentes técnicas comúnmente utilizadas para la fabricación de segmentos diamantados son las siguientes:

- Sinterización libre: la consolidación se lleva a cabo en un horno bajo una atmósfera neutra o reductora sin aporte de energía mecánica,
- 30 - Sinterización a presión: la consolidación se lleva a cabo en un horno bajo una atmósfera neutra o reductora con aporte de energía adicional por presión (gas o mecánica).

La técnica de sinterización libre se lleva a cabo a una temperatura comprendida entre 900 °C y 1200 °C, y a presión atmosférica. La duración de los ciclos de fabricación es bastante larga (unas pocas horas) y la compacidad obtenida

35 por el material sinterizado es del orden de entre el 92 % y el 95 %. Por otro lado, la porosidad residual de las piezas después de la sinterización podría degradar la resistencia mecánica del material sinterizado y del diamante. En efecto, la estabilidad térmica del diamante se ve muy afectada cuando la temperatura a presión baja supera los 1000 °C.

40 La técnica de sinterización con carga mecánica se lleva a cabo a una temperatura comprendida entre 700 °C y 1200 °C, y una presión comprendida entre 250 y 400 bar (25 a 40 MPa). La duración del ciclo es del orden de 15 minutos y la compacidad se encuentra comprendida entre el 97 % y el 99 %. Esta técnica requiere una importante cantidad de mano de obra y la utilización de pistones de grafito para generar la carga mecánica aumenta el coste de los materiales.

45 La técnica de sinterización con carga por presión de gas se lleva a cabo a una temperatura comprendida entre 700 °C y 1000 °C, y una presión comprendida entre 2000 y 2500 bar (200 a 250 MPa). La compacidad obtenida se encuentra entre el 99 % y el 100 %, con duraciones de ciclo de unas pocas horas. Esta técnica también requiere mucha mano de obra, además de cuantiosas inversiones para la instalación de fabricación.

50 Cualquiera que sea la técnica de sinterización utilizada, las etapas convencionales de fabricación de segmentos diamantados por sinterización son las siguientes:

- mezcla de polvos metálicos con los granos de diamante,
- 55 - preconformación de los productos por prensado en frío que provoca la compactación de la mezcla,
- ensamblaje de las celdas de sinterización,
- sinterización libre o con carga
- recuperación de los productos sinterizados,
- acabado de los productos sinterizados.

La presencia de diamante en los segmentos diamantados obliga a los fabricantes a trabajar a temperaturas tan bajas como sea posible con el fin de evitar la degradación del diamante. Además, con el objetivo de lograr una vida útil y unas cualidades de corte correctas, la porosidad residual debe ser pequeña, en particular inferior al 2 %.

5

Estos dos requisitos conducen a las siguientes limitaciones:

- utilización de un procedimiento de sinterización con aplicación de presión;
 - utilización de polvos finos y costosos que presenten una granulometría inferior a 50 micrómetros, lo que permite
- 10 reducir las condiciones de sinterización.

El resultado es un coste adicional muy significativo de la fabricación de segmentos diamantados en comparación con la sinterización libre.

- 15 Existen polvos metálicos que se utilizan habitualmente en la metalurgia de polvos, baratos pero más gruesos, en particular por encima de 50 micrómetros. Estos materiales no se pueden utilizar para las herramientas de corte diamantadas, fabricados de acuerdo con una de las técnicas de sinterización descritas anteriormente, dado que la temperatura y la presión utilizadas resultan demasiado bajas para lograr reducir adecuadamente la porosidad de la estructura sinterizada.

20

El documento CH 471 641 describe un procedimiento de fabricación de herramientas diamantadas que utiliza un polvo comprimido en frío y que contiene un carburo duro y un metal ferroso, siendo la temperatura de impregnación al menos igual a la temperatura de fusión del cobre y como máximo igual a 1130 °C.

- 25 El documento FR 1438728 da a conocer un procedimiento de fabricación que consiste en sinterización, forja y tratamiento térmico.

Objeto de la invención

- 30 Un primer objeto de la invención consiste en desarrollar un procedimiento de fabricación de segmentos diamantados para herramientas de corte, a base de polvos metálicos sinterizados, que permita obtener una estructura homogénea con baja porosidad residual y con propiedades mecánicas mejoradas.

- 35 De acuerdo con la invención, este objetivo se logra con el procedimiento de la reivindicación 1, en el cual la preforma es objeto, después de la presinterización, de una operación de forja mediante la aplicación en matriz cerrada de una presión mecánica comprendida entre 400 MPa y 700 MPa, siendo el tiempo de aplicación de la citada presión inferior a 5 segundos, y siendo la temperatura de forja inferior a 1000 °C. La porosidad residual de la pieza forjada es inferior al 2 %.

- 40 La matriz se calienta previamente a una temperatura comprendida entre 200 °C y 450 °C, y la presión mecánica de forja se aplica a la preforma por medio del punzón de una prensa. Preferentemente, la preforma es objeto, antes de la presinterización, de un desparafinado entre 420 °C y 560 °C, seguido por un enfriamiento bajo una corriente de nitrógeno.

- 45 Un segundo objeto de la invención consiste en la utilización de un polvo metálico barato que contenga hierro como aglutinante en la fabricación de segmentos diamantados por sinterización en caliente, que permita eliminar la porosidad con el fin de aumentar la densidad de la estructura.

- 50 Para este fin, el aglutinante comprende una mezcla de entre el 50 % y el 100 % en peso de un polvo de acero que contiene Fe, C, Ni y Mo, con una granulometría inferior a 300 micrómetros, y entre el 0 % y el 50 % en peso un elemento A que puede ser bronce, carburo de wolframio o cualquier otro elemento o compuesto destinado a modificar las características del aglutinante.

La composición del polvo de acero es la siguiente, en % en peso:

55

- 90 % - 97 % de Fe,
- 0,01 % - 0,1 % de C,
- 1 % - 3 % de Ni,
- 0,1 % - 0,8 % de Mo,

- Opcionalmente otros elementos tales como cromo, vanadio o manganeso.

En el caso de que el elemento A sea bronce, la composición del polvo de acero es, preferentemente, en % en peso:

- 5 - 1,8 % - 2 % de Ni,
 - contenido de C inferior al 0,06 %,
 - 0,5 % - 0,6 % de Mo,
 - 0,15 % - 0,25 % de Mn,
 - el resto Fe

10

con el 20 % de bronce. El bronce del elemento A puede ser, ventajosamente, bronce irregular 90/10 con una granulometría inferior a una malla de 400.

En el caso de que el elemento A sea carburo de wolframio, la composición del polvo de acero es, preferentemente, en % en peso:

- 15 - 1,5 % - 2 % de Ni,
 - 1,35 % - 1,65 % de Cu,
 - contenido de C inferior al 0,01 %,
- 20 - 0,45 % - 0,6 % de Mo,

con el 10 % de carburo de wolframio. El carburo de wolframio del elemento A presenta una granulometría inferior a 35 micrómetros.

25 Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas y características se extraerán más claramente de la descripción que viene a continuación de las formas particulares de realización de la invención, dadas a título de ejemplos no limitativos y representadas en los dibujos anexos, en los que:

30

La figura 1 es un diagrama sinóptico de las etapas del procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención; La figura 2 muestra una vista en sección esquemática de la etapa de forja en matriz cerrada y en caliente.

Descripción detallada de la invención

35

La invención se refiere a la utilización de la técnica de forja con el fin de aplicar una presión elevada a las piezas preformadas a partir de polvos metálicos, llevados a altas temperaturas, que permite cerrar completamente la porosidad de estos materiales. La densificación del metal se obtiene como consecuencia de la transmisión de energía dinámica en caliente. Esta técnica de forja resulta particularmente adecuada para la fabricación de

40

segmentos diamantados, utilizando mezclas de polvos metálicos de bajo coste en sustitución de los aglutinantes tradicionales sinterizados.

A continuación se expondrán dos ejemplos de composiciones de polvos metálicos utilizadas en el procedimiento de acuerdo con la invención.

45

Ejemplo 1: Polvo con base de acero y bronce

Mezcla del 80 % en peso de un polvo de acero a base de:

- 50 • Fe: >90 %
- C: < 0,06 %
- Ni: 1 % - 2 %
- Mo: 0,5 % - 0,6 %
- Mn: 0,15 % - 0,25 %

55

Granulometría:

+ 250 μ : 0 %
150 μ - 250 μ < 18 %

45 μ - 150 μ : el resto
<45 μ : 15 - 30 %

y del 20 % en peso de bronce irregular 90/10 < malla 400.

5

Esta mezcla resulta particularmente adecuada para la producción de herramientas para el corte de hormigón duro. La composición en diamante es variable y se adapta en función del tipo de corte, del diámetro de la herramienta y de la potencia de la máquina.

10 **Ejemplo 2: Polvo a base de acero y carburo de wolframio**

Mezcla del 90 % en peso de un polvo de acero que comprende:

- Fe: >90 %
- 15 • C: < 0,01 %
- Ni: 1,58 % - 1,93 %
- Cu: 1,35 % - 1,65 %
- Mo: 0,45 % - 0,55 %

20 Granulometría:

- + 212 μ : 0 %
- 180 μ - 212 μ < 2 %
- 150 μ - 180 μ : el resto
- 25 150 μ - 212 μ : <12 %
- 45 μ - 150 μ : el resto
- <45 μ : 10 - 30 %

y del 10 % en peso de carburo de wolframio que presenta una granulometría inferior a 35 μ .

30

Esta mezcla resulta particularmente adecuada para la producción de herramientas para el corte de asfalto. La composición en diamante es variable y se adapta en función del tipo de corte, del diámetro de la herramienta y de la potencia de la máquina. La adición de diversos elementos, tales como grafito, aleaciones de hierro carburadas o no, bronce, cobre, etc. permite obtener propiedades que hacen que estos aglutinantes resulten adecuados para

35 cualquier aplicación de corte en la herramienta diamantada.

En la figura 1 se ilustran las diversas etapas del procedimiento de fabricación de segmentos diamantados:

Etapa 1: preparación y mezcla de los polvos

40

Los polvos metálicos de acuerdo con uno de los dos ejemplos 1 o 2 se mezclan en primer lugar entre sí y con las partículas de diamante en una proporción predeterminada.

Etapa 2: compresión en frío

45

Esta operación de compactación por compresión en frío de la mezcla se lleva a cabo de manera convencional con un molde apropiado en una prensa hidráulica o mecánica, con el fin de obtener una preforma manipulable. Las presiones varían típicamente entre 100 y 600 MPa, en función de la naturaleza de los polvos metálicos de la mezcla.

50 Etapa 3: presinterización

Esta operación tiene el objetivo principal de eliminar los residuos orgánicos de la compactación, desoxidar las piezas y lograr el comienzo de la sinterización.

55 En primer lugar, se lleva a cabo un desparafinado entre 420 °C y 560 °C durante un período comprendido entre 5 y 30 minutos.

A continuación, se produce la presinterización en un horno entre 820 °C y 900 °C durante un período comprendido entre 3 y 30 minutos, bajo un flujo de gas reductor. Opcionalmente, la presinterización se lleva a cabo en el mismo

recinto que el desparafinado.

Tras el enfriamiento, los segmentos presinterizados pueden recibir una capa de protección contra la oxidación. Para este propósito se utiliza un aerosol de grafito de tipo D17A. Una vez enfriadas las piezas, finalmente se lleva a cabo un recalentamiento bajo gas neutro o reductor a la temperatura de forja, por ejemplo 870 °C.

Etapa 4: forja para el cierre de las porosidades

La operación de forja se realiza mediante la aplicación de una presión en una matriz cerrada, previamente calentada entre 200 °C y 450 °C y lubricada. La prensa utilizada puede ser una prensa de tornillo, mecánica o hidráulica.

La presión mecánica se aplica sobre la pieza PR presinterizada a través de un punzón 10, como se ilustra en la figura 2. Las presiones varían en función de las condiciones de trabajo y el material. En los ejemplos anteriores, los valores son los siguientes:

15

- presión de forja comprendida entre 400 MPa y 700 MPa,
- temperatura de forja efectiva a la entrada de la matriz del orden de entre 750 °C y 850 °C,
- tiempo de aplicación de la presión inferior a 5 segundos.

20 Etapa 5: tratamientos posteriores

A continuación, las piezas forjadas se lijan y se enfrían, opcionalmente con un tratamiento térmico y un mecanizado final.

25 La utilización la técnica de forja de acuerdo con la invención es menos costosa que la sinterización convencional bajo carga mecánica, ya que permite utilizar polvos baratos más gruesos, con granulometrías más o menos superiores a 50 micrómetros, al tiempo que se mantiene una temperatura relativamente moderada del orden de entre 750 °C y 950 °C con el fin de evitar la degradación del diamante. Además, las propiedades mecánicas se mejoran significativamente gracias a la obtención de una compacidad superior al 98 %

30

El paso de una densidad de 7,6 a 7,85 (100 % de densidad) da lugar a un aumento del 40% de la resistencia a la tracción, mientras que el alargamiento de rotura se multiplica por 5. La reducción de la porosidad multiplica la resiliencia por 6, al tiempo que varía ligeramente, entre el 95 % y el 98 %, la compacidad obtenida en una sinterización convencional.

35

La mezcla de polvo de acuerdo con el ejemplo 1 o 2 citados anteriormente se puede forjar fácilmente, y puede reemplazar ventajosamente a los aglutinantes tradicionales sinterizados con el fin de producir segmentos diamantados para herramientas de corte.

40 Preferentemente, la preforma se manipula en un flujo de gas para lograr una protección contra la oxidación.

La mezcla de polvos contiene entre el 50 % y el 100 % en peso de un polvo de acero que contiene Fe, C, Ni y Mo, con una granulometría inferior a 300 micrómetros.

45 Además, el polvo de acero puede contener entre el 0,1 % y el 0,8 % de Mn, o entre el 1 % y el 2 % de Cu.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación por sinterización de un segmento diamantado para una herramienta de corte, que consiste en realizar sucesivamente:
- 5
- una mezcla de polvos metálicos con partículas de diamante,
 - una preconformación por compresión en frío de la mezcla para obtener una preforma manipulable,
 - y una presinterización en caliente la preforma para eliminar los residuos de compactación y desoxidar la preforma al tiempo que se realiza un comienzo de la sinterización,
- 10
- en el cual la preforma es objeto, después de la presinterización, de una operación de forja mediante la aplicación en matriz cerrada de una presión mecánica comprendida entre 400 MPa y 700 MPa, siendo el tiempo de aplicación de la citada presión inferior a 5 segundos, y siendo la temperatura de forja inferior a 1000 °C.
- 15 2. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la matriz se calienta previamente una temperatura comprendida entre 200 °C y 450 °C.
3. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la presión mecánica de forja se aplica a la preforma por medio de un conjunto de matriz-punzón.
- 20 4. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la preforma es objeto, antes de la presinterización, de un desparafinado entre 420 °C y 560 °C.
5. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** la preforma se recubre después de su enfriamiento con una capa de grafito para protegerla contra la oxidación.
- 25 6. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** la preforma se manipula en un flujo de gas para protegerla contra la oxidación.
- 30 7. Procedimiento de fabricación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la mezcla de polvos metálicos contiene:
- entre el 50 % y el 100 % en peso de un polvo de acero que contiene Fe, C, Ni y Mo, con una granulometría inferior a 300 micrómetros,
- 35 - y entre el 0 % y el 50 % en peso de un elemento A que puede ser bronce, carburo de wolframio o cualquier otro elemento destinado a modificar las características de la matriz metálica.
8. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** la composición del polvo de acero es, en % en peso:
- 40
- 90 % - 97 % de Fe,
 - 0,01 % - 0,1 % de C,
 - 1 % - 3 % de Ni,
 - 0,1 % - 0,8 % de Mo.
- 45 9. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** el polvo de acero contiene además entre el 0,1 % y el 0,8 % de Mn.
10. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** la
- 50 composición del polvo de acero es, en % en peso:
- 1,8 % - 2 % de Ni,
 - contenido de C inferior al 0,06 %,
 - 0,5 % - 0,6 % de Mo,
- 55 - 0,15 % - 0,25 % de Mn,
- el resto Fe
- con el 20 % de bronce.

11. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** la composición del polvo de acero contiene entre el 1 % y el 2 % de Cu.

12. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** la composición del polvo de acero es, en % en peso:

- 1,5 % - 2 % de Ni,
- 1,35 % - 1,65 % de Cu,
- contenido de C inferior al 0,01 %,

10 - 0,45 % - 0,6 % de Mo,

con el 10 % de carburo de wolframio.

13. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el bronce del elemento A es bronce irregular 90/10.

14. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** el carburo de wolframio del elemento A presenta una granulometría inferior a 35 micrómetros.

20 15. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la temperatura de forja se encuentra comprendida, preferentemente, entre 750 °C y 900 °C.

16. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la porosidad residual de la pieza forjada es inferior al 2 %.

25

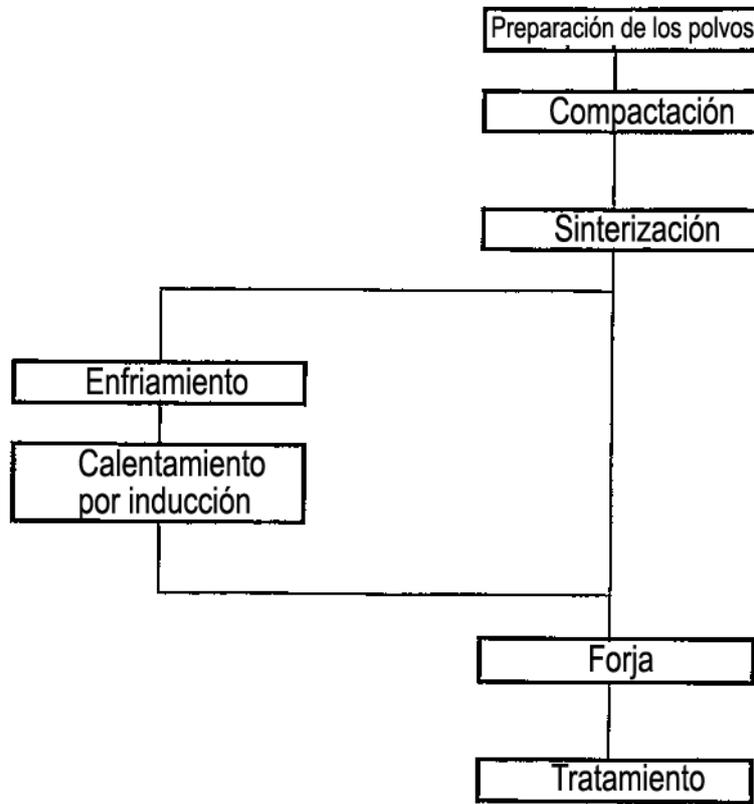


FIG. 1

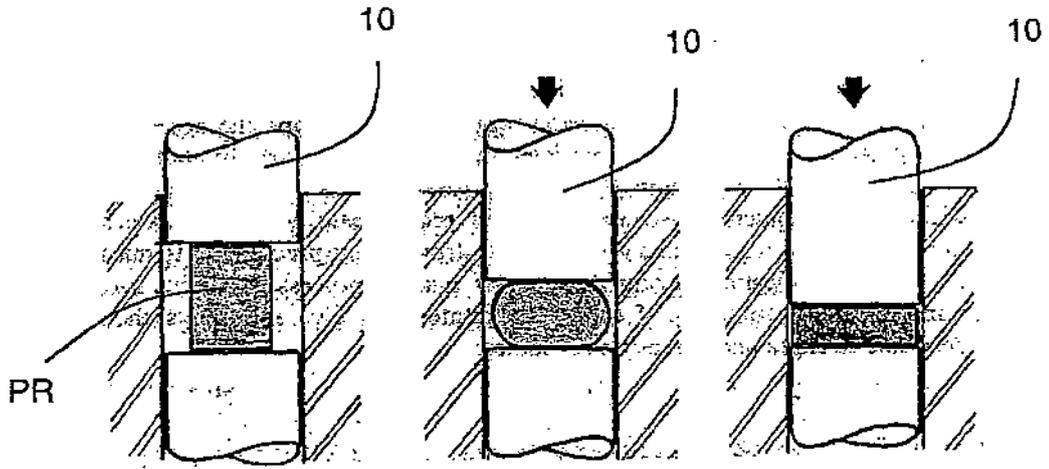


FIG. 2