

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 856 932**

51 Int. Cl.:

C04B 35/528 (2006.01)

C04B 35/645 (2006.01)

B23B 27/14 (2006.01)

B23B 27/20 (2006.01)

C01B 32/25 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2015 PCT/JP2015/057643**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015 WO15166730**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2015 E 15785684 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2021 EP 3138827**

54 Título: **Cuerpo sinterizado compuesto**

30 Prioridad:

30.04.2014 JP 2014093395

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

28.09.2021

73 Titular/es:

**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD
(100.0%)**

**5-33 Kitahama 4-chome Chuo-ku
Osaka-shi, Osaka 541-0041, JP**

72 Inventor/es:

**SATOH, TAKESHI y
SUMIYA, HITOSHI**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 856 932 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

Cuerpo sinterizado compuesto

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un cuerpo sinterizado compuesto que contiene diamante. Específicamente, la presente invención se refiere a un cuerpo sinterizado compuesto que contiene diamante usado adecuadamente como un material para una herramienta resistente al desgaste, una herramienta de corte y similares.

10

Antecedentes de la técnica

15

El diamante es una sustancia de máxima dureza entre las sustancias que existen en la tierra, y por lo tanto, se ha usado un cuerpo sinterizado que incluye diamante como un material para una herramienta resistente al desgaste, una herramienta de corte y similares.

20

La patente japonesa abierta a consulta pública núm. 2003-292397 (PTD 1) describe un cuerpo policristalino de diamante que es un cuerpo sinterizado compuesto de diamante convertido y sinterizado a partir de una sustancia de carbono de una estructura estratificada de tipo grafito bajo presión ultra alta y temperatura ultra alta sin la adición de un coadyuvante de sinterización y un catalizador, en donde un tamaño promedio de partícula de diamante no es mayor que 100 nm y una pureza no es menor que 99 %. La patente japonesa abierta a consulta pública núm. 2003-292397 (PTD 1) también describe un método para fabricar el cuerpo policristalino de diamante mediante la conversión directa sin la adición de un coadyuvante de sinterización y un catalizador, al poner una sustancia de carbono no diamante en una celda de presión que incluye medios de calentamiento indirecto y realizar el calentamiento y el prensado.

25

La publicación internacional núm. 2009/099130 (PTD 2) describe un cuerpo policristalino de diamante obtenido mediante su conversión y sinterización a partir de carbono tipo no diamante bajo presión ultra alta y temperatura ultra alta sin la adición de un coadyuvante de sinterización y un catalizador, en donde un tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman el cuerpo policristalino de diamante es mayor que 50 nm y menor que 2500 nm, y una pureza no es menor que 99 %, y un tamaño de partícula D90 de diamante no es mayor que (tamaño promedio de partícula+tamaño promedio de partícula x0,9).

30

La patente japonesa abierta a consulta pública núm. 9-142933 (PTD 3) describe un cuerpo sinterizado de diamante que incluye de 0,1 a 30 % en volumen de una sustancia compuesta por un óxido y/o un oxocarburo y/o un carburo de un elemento de tierras raras, y el resto diamante.

35

La patente japonesa abierta a consulta pública núm. 2005-239472 (PTD 4) describe un cuerpo sinterizado de diamante de alta resistencia y de alta resistencia al desgaste que incluye partículas de diamante sinterizado que tienen un tamaño promedio de partícula no mayor que 2 µm, y el resto una fase aglutinante, en donde una tasa de contenido de las partículas de diamante sinterizado en el cuerpo sinterizado de diamante no es menor que 80 % en volumen y no mayor que 98 % en volumen, la fase aglutinante incluye cobalto y al menos uno o más tipos de elementos que se seleccionan del grupo que consiste en titanio, zirconio, hafnio, vanadio, niobio, tantalio, cromo y molibdeno, una tasa de contenido de cobalto en la fase aglutinante no es menor que 50 % en masa y menor que 99,5 % en masa, una tasa de contenido de al menos uno o más tipos de elementos en la fase aglutinante no es menor que 0,5 % en masa y menor que 50 % en masa, una parte o la totalidad de al menos uno o más tipos de elementos que se seleccionan del grupo que consiste en titanio, circonio, hafnio, vanadio, niobio, tántalo, cromo y molibdeno está presente como partículas de carburo que tienen un tamaño promedio de partícula no mayor que 0,8 (µm, la estructura de las partículas de carburo es discontinua y las partículas de diamante sinterizado adyacentes se acoplan entre sí.

45

El documento JP 2011 190124 2- p A (PTD 5) describe un policristal de diamante.

50

Lista de referencias

Documento de patente

55

PTD 1: Patente japonesa abierta a consulta pública núm. 2003-292397

PTD 2: Publicación internacional núm. 2009/099130

PTD 3: Patente japonesa abierta a consulta pública núm. 9-142933

PTD 4: Patente japonesa abierta a consulta pública núm. 2005-239472

60

PTD 5: documento JP 2011 190124 A

Resumen de la invención

Problema técnico

5 Los cuerpos policristalinos de diamante descritos en la patente japonesa abierta a consulta pública núm. 2003-292397 (PTD 1) y la publicación internacional núm. 2009/099130 (PTD 2) tenían tal problema que cuando los cuerpos policristalinos de diamante se aplican a un troquel de trefilado que es una herramienta resistente al desgaste, la resistencia a la tracción en el momento del trefilado aumenta, el diámetro del alambre después del trefilado disminuye y ocurre frecuentemente una rotura del alambre debido al desgaste local. Los cuerpos policristalinos de diamante también tenían tal problema que cuando los cuerpos policristalinos de diamante se aplican a una rueda de trazado o a una broca para excavación que es una herramienta de corte, la vida útil de la herramienta se acorta debido al desgaste local, el astillamiento causado por impacto y similares.

10
15 Los cuerpos sinterizados de diamante descritos en La patente japonesa abierta a consulta pública núm. 9- 142933 (PTD 3) y la patente japonesa abierta a consulta pública núm. 2005-239472 (PTD 4) tenían un problema tal que cuando los cuerpos sinterizados de diamante se aplican a un troquel de trefilado que es una herramienta resistente al desgaste, un coeficiente de fricción se incrementa debido a un óxido de un metal y un metal en los cuerpos sinterizados y, por lo tanto, aumenta una resistencia al trefilado, disminuye un diámetro del alambre después del trefilado y ocurre frecuentemente una rotura del alambre. Los cuerpos sinterizados de diamante también tenían un problema tal que cuando los cuerpos sinterizados de diamante se aplican a una rueda de trazado o a una broca para excavación que es una herramienta de corte, un coeficiente de fricción se incrementa debido a un óxido de un metal y un metal en los cuerpos sinterizados y, por lo tanto, aumenta una resistencia al corte y la vida útil de la herramienta se acorta debido a la fractura interna causada por la expansión térmica del metal en los cuerpos sinterizados.

20
25 Por lo tanto, un objeto es proporcionar un cuerpo sinterizado compuesto que contiene diamante de alta resistencia al desgaste, alta resistencia al desgaste local y alta resistencia al astillamiento usado adecuadamente como un material para una herramienta resistente al desgaste, una herramienta de corte y similares, mientras se suprime el desgaste local, el astillamiento causado por impacto, un aumento en el coeficiente de fricción causado por un componente no diamante en el cuerpo sinterizado y la fractura interna causada por expansión térmica.

30 Solución al problema

La presente invención proporciona un cuerpo sinterizado compuesto de acuerdo con la reivindicación 1.

35 Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, se puede proporcionar un cuerpo sinterizado compuesto que contiene diamante de alta resistencia al desgaste, alta resistencia al desgaste local y alta resistencia al astillamiento, usado adecuadamente como un material para una herramienta resistente al desgaste, una herramienta de corte y similares, mientras se suprime el desgaste local, el astillamiento causado por impacto, un aumento en el coeficiente de fricción causado por un componente no diamante en el cuerpo sinterizado y la fractura interna causada por expansión térmica.

40 Breve descripción de las figuras

45 La Figura 1 es una fotografía de microscopio electrónico de barrido que muestra un ejemplo de una sección transversal especificada arbitrariamente de un cuerpo sinterizado compuesto de acuerdo con un ejemplo de referencia.

Descripción de las modalidades

50 Descripción de la modalidad de la presente invención

Un cuerpo sinterizado compuesto que es un ejemplo de referencia es un cuerpo sinterizado compuesto que incluye una fase de diamante y una fase de carbono no diamante, una tasa de ocupación de fase de carbono no diamante que es mayor que 0 % y no mayor que 30 %, la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante es un porcentaje de un área de la fase de carbono no diamante sobre un área total de una sección transversal especificada arbitrariamente del cuerpo sinterizado compuesto.

55 El cuerpo sinterizado compuesto de la presente invención incluye la fase de diamante y la fase de carbono no diamante y la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante es mayor que 10 % y no mayor que 30 %, el cuerpo sinterizado compuesto de la presente invención tiene una alta resistencia al desgaste, un alta resistencia al desgaste local y una alta resistencia al astillamiento.

60 En el cuerpo sinterizado compuesto de la presente invención, un tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante no es menor que 50 nm y no es mayor que 1000 nm. Como resulta do, la resistencia al desgaste, la resistencia al desgaste local y la resistencia al astillamiento se incrementa. En el cuerpo sinterizado compuesto de la presente invención, un tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado que forman la fase de carbono no diamante no es menor que 100 nm y no es mayor que

2000 nm. Como resultado, la resistencia al desgaste, la resistencia al desgaste local y la resistencia al astillamiento se incrementan.

5 La dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto de la presente invención no es menor que 50 GPa. Como resultado, la resistencia al desgaste y la resistencia al astillamiento se incrementan.

Detalles de la modalidad de la presente invención

10 Cuerpo sinterizado compuesto

10

Con referencia a la Figura 1, un cuerpo sinterizado compuesto 10 de un ejemplo de referencia es un cuerpo sinterizado compuesto 10 que incluye una fase de diamante 11 y una fase de carbono no diamante 12, en donde una tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante es mayor que 0 % y no mayor que 30 %, y la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante es un porcentaje de un área de la fase de carbono no diamante 12 sobre un área total de una sección transversal especificada arbitrariamente del cuerpo sinterizado compuesto 10.

15

Dado que el cuerpo sinterizado compuesto 10 del presente ejemplo de referencia incluye la fase de diamante 11 y la fase de carbono no diamante 12 y la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante es mayor que 0 % y no mayor que 30 %, el cuerpo sinterizado compuesto 10 del presente ejemplo de referencia tiene una alta resistencia al desgaste, una alta resistencia al desgaste local y una alta resistencia al astillamiento.

20

La fase de diamante 11 del cuerpo sinterizado compuesto 10 se forma por partículas de diamante sinterizado. La presencia de la fase de diamante 11 se reconoce como un campo brillante en la observación de una sección transversal (una sección transversal especificada arbitrariamente, y lo mismo se aplica también a la siguiente descripción) del cuerpo sinterizado compuesto 10 mediante un SEM (microscopio electrónico de barrido) o un TEM (microscopio electrónico de transmisión), y se identifica con análisis de composición y análisis de estructura cristalina por difracción de rayos X.

25

La fase de carbono no diamante 12 del cuerpo sinterizado compuesto 10 se forma por partículas de carbono no diamante sinterizado. La presencia de la fase de carbono no diamante 12 se reconoce como un campo oscuro en la observación de la sección transversal del cuerpo sinterizado compuesto 10 mediante el SEM o el TEM, y se identifica con análisis de composición y análisis de la estructura cristalina por difracción de rayos X. El carbono no diamante en la presente descripción se refiere a carbono sólido que tiene una morfología de fase distinta a la del diamante, e incluye grafito, carbono amorfo y similares.

30

La tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante se refiere a un porcentaje del área de la fase de carbono no diamante 12 sobre área total de una sección transversal especificada arbitrariamente del cuerpo sinterizado compuesto 10. La tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante se calcula como un porcentaje del área de la fase de carbono no diamante 12 reconocida como un campo oscuro en la observación de la sección transversal del cuerpo sinterizado compuesto 10 por el SEM o el TEM, sobre una suma (que corresponde al área total de la sección transversal) del área de la fase de diamante 11 reconocida como un campo brillante y el área de la fase de carbono no diamante 12 reconocida como un campo oscuro.

35

40

Desde la perspectiva de mejorar la resistencia al desgaste local y la resistencia al astillamiento del cuerpo sinterizado compuesto 10, la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante no es mayor que 30 %, preferentemente no mayor que 20 % y con mayor preferencia no mayor que 15 %. Además, desde la perspectiva de mejorar la resistencia al desgaste del cuerpo sinterizado compuesto 10, la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante no es menor que 10 %.

45

Se prefiere que el cuerpo sinterizado compuesto 10 incluya sustancialmente solo la fase de diamante 11 y la fase de carbono no diamante 12, y no incluya los otros componentes tales como un coadyuvante de sinterización y un catalizador. Específicamente, se prefiere que, además de la fase de diamante 11 y la fase de carbono no diamante 12, el cuerpo sinterizado compuesto 10 incluya solo una impureza incluida inevitablemente en la fase de diamante 11 y la fase de carbono no diamante 12. Dado que dicho cuerpo sinterizado compuesto 10 no incluye sustancialmente los otros componentes tales como, por ejemplo, un coadyuvante de sinterización y un catalizador, excepto la fase de diamante 11 y la fase de carbono no diamante 12, el cuerpo sinterizado compuesto 10 no se afecta por estos otros componentes, y por lo tanto, la resistencia al desgaste, la resistencia al desgaste local y la resistencia al astillamiento se pueden mantener a un nivel alto.

50

55

Desde la perspectiva de mejorar la resistencia al desgaste local y la resistencia al astillamiento del cuerpo sinterizado compuesto 10, un tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante 11 del cuerpo sinterizado compuesto 10 no es mayor que 1000 nm y con mayor preferencia no es mayor que 500 nm. Además, desde la perspectiva de mejorar la resistencia al desgaste, el tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado no es menor que 50 nm. Aquí, el tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante 11 se obtiene al tomar una fotografía bajo una condición que permite distinguir entre la fase de diamante 11, la fase de carbono no diamante 12 y un límite de grano entre estas, en la observación de la sección transversal del cuerpo sinterizado compuesto 10 por el SEM o el TEM, y posteriormente, al realizar el procesamiento de imágenes (como la binarización) para calcular un promedio de áreas de las respectivas partículas de

60

65

diamante sinterizado que forman la fase de diamante 11 y calcular el diámetro de un círculo que tiene la misma área que esta área.

5 Desde la perspectiva de mejorar la resistencia al desgaste local y la resistencia al astillamiento del cuerpo sinterizado compuesto 10, el tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado que forman la fase de carbono no diamante 12 del cuerpo sinterizado compuesto 10 no es mayor que 2000 nm y con mayor preferencia no es mayor que 300 nm. Además, desde la perspectiva de mejorar la resistencia al desgaste, el tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado no es menor que 100 nm. Aquí, el tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado que forman la fase de carbono no diamante 12 se obtiene al tomar una fotografía bajo una condición que permite distinguir entre la fase de diamante 11, la fase de carbono no diamante 12 y un límite de grano entre estas, en la observación de la sección transversal del cuerpo sinterizado compuesto 10 por el SEM o el TEM, y posteriormente, al realizar el procesamiento de imágenes (como la binarización) para calcular un promedio de áreas de las respectivas partículas de carbono no diamante sinterizado que forman la fase de carbono no diamante 12 y calcular el diámetro de un círculo que tiene la misma área que esta área

15 Desde la perspectiva de mejorar la resistencia al desgaste del cuerpo sinterizado compuesto 10, la dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto 10 no es menor que 50 GPa, y con mayor preferencia no es menor que 70 GPa. Aquí, la dureza Knoop se mide a una carga de medición de 9,8 N (1,0 kgf) mediante el uso de un indentador Knoop.

20 Método para fabricar el cuerpo sinterizado compuesto

Un método para fabricar el cuerpo sinterizado compuesto 10 de la presente modalidad no se limita particularmente. Sin embargo, desde la perspectiva de fabricar un cuerpo sinterizado compuesto 10 que tiene una alta resistencia al desgaste, una alta resistencia al desgaste local y una alta resistencia al astillamiento de una manera eficiente y a bajo costo, el método para fabricar el cuerpo sinterizado compuesto 10 de la presente modalidad incluye preferentemente una etapa de preparación de la materia prima para preparar la materia prima de carbono no diamante o una mezcla de la materia prima de carbono no diamante y la materia prima de diamante como una materia prima, y una etapa de formación del cuerpo sinterizado compuesto para formar un cuerpo sinterizado compuesto mediante la sinterización de la materia prima antes mencionada bajo condiciones de temperatura y presión a las que se forma una fase de diamante.

30 La materia prima de carbono no diamante preparada en la etapa de preparación de la materia prima puede ser un polvo o un cuerpo moldeado. Sin embargo, desde la perspectiva de formar un cuerpo sinterizado compuesto homogéneo, la materia prima no diamante es preferentemente un polvo, y un tamaño promedio de partícula del polvo es preferentemente no mayor que 5000 nm y con mayor preferencia no es mayor que 2000 nm. Además, desde la perspectiva de formar un cuerpo sinterizado compuesto con alta calidad y alta pureza, la materia prima de carbono no diamante es preferentemente grafito, y una pureza del grafito es preferentemente no menor que 99 % en masa, y con mayor preferencia no es menor que 99,5 % en masa.

40 Desde la perspectiva de formar un cuerpo sinterizado compuesto homogéneo, la materia prima de diamante preparada en la etapa de preparación de la materia prima es preferentemente un polvo, y el tamaño promedio de partícula del polvo es preferentemente no mayor que 5000 nm y con mayor preferencia no es mayor que 1000 nm. Además, desde la perspectiva de formar un cuerpo sinterizado compuesto con alta calidad y alta pureza, una pureza de la materia prima de diamante es preferentemente no menor que 90 % en masa y con mayor preferencia no es menor que 95 % en masa.

45 En la etapa de formación del cuerpo sinterizado compuesto, las condiciones de sinterización no se limitan particularmente mientras que las condiciones de sinterización sean las condiciones de una temperatura y una presión bajo las que se forme una fase de diamante. Sin embargo, desde la perspectiva de formar eficientemente la fase de diamante y ajustar fácilmente la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante, las condiciones de una temperatura no menor que 1800 °C y no mayor que 2300 °C y una presión no menor que 8 GPa y no mayor que 16 GPa se prefieren. Un equipo generador de alta temperatura y alta presión para generar dichas alta temperatura y alta presión no se limita particularmente, y los ejemplos del equipo generador de alta temperatura y alta presión incluyen un equipo de tipo correa, un equipo de tipo cúbico, un equipo de tipo esfera dividida y similares.

EJEMPLOS

55 Ejemplo 1 - ejemplo de referencia

1. Preparación de la materia prima

60 Como materia prima, se prepararon 0,4 g de un cuerpo moldeado de grafito que tiene una densidad de 1,85 g/cm³ y una pureza de 99,95 % en masa.

2. Formación del cuerpo sinterizado compuesto

65

Mediante el uso del equipo generador de alta temperatura y alta presión, el cuerpo moldeado de grafito mencionado anteriormente que sirve como la materia prima se sinterizó bajo las condiciones de sinterización de una temperatura de 1900 °C, una presión de 15 GPa y 100 minutos, para de esta manera obtener un cuerpo sinterizado compuesto.

5 3. Evaluación de las propiedades del cuerpo sinterizado compuesto

Con el análisis de contraste de una sección transversal del cuerpo sinterizado compuesto por el SEM, se reconocieron e identificaron una fase de diamante y una fase de carbono no diamante en el cuerpo sinterizado compuesto. Se calculó una tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante a partir de la observación por el SEM mencionada anteriormente. Entonces, la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante fue del 1 %. Se calculó un tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante a partir de la observación por el SEM mencionada anteriormente. Entonces, el tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado fue de 50 nm. Se calculó un tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono sinterizado que forman la fase de carbono no diamante a partir de la observación por el SEM mencionada anteriormente. Entonces, el tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado fue de 80 nm. Se midió la dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto bajo una carga de 9,8 N mediante el uso de un indentador Knoop. Entonces, la dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto fue de 95 GPa. Además, este cuerpo sinterizado compuesto se usó para fabricar un troquel de trefilado que tiene un tamaño de abertura de 20 µm, y se estiró SUS 304 (acero inoxidable) a una velocidad de trefilado de 1000 m/min. Los valores relativos de una frecuencia de rotura del alambre y una distancia de trefilado hasta que el tamaño de la abertura del troquel de trefilado aumentó a 20,5 µm fueron de 0,50 y 150, respectivamente, al suponer que los valores de la frecuencia de rotura del alambre y la distancia de trefilado en el caso de un cuerpo sinterizado compuesto en el Ejemplo Comparativo 1 descrito más abajo fueron de 1,00 y 100, respectivamente. Aquí, un valor relativo menor de la frecuencia de rotura del alambre y un valor relativo mayor de la distancia de trefilado son de mayor preferencia porque la resistencia al desgaste y la resistencia al desgaste local son altas. Además, el cuerpo sinterizado compuesto se soldó a un metal base superduro, y se fabricó una herramienta de corte que tenía un ángulo del extremo de la punta de 90° y un radio de curvatura del extremo de la punta (R) de 100 nm, y una placa de cobre de 30 mm de grosor se recubrió con níquel hasta un grosor de 20 µm para obtener una placa de metal niquelada y se formaron ranuras que tenían una profundidad de 5 µm en la placa de metal con pasos de 10 µm. Se evaluó el estado de astillamiento (agrietamiento y astillamiento) de la porción del extremo de la punta cuando el extremo de la punta de la herramienta de corte se desgastó en 10 µm en términos de cantidad de astillamiento. Un valor relativo de la cantidad de astillamiento en la herramienta de corte fue de 0,8, al suponer que el valor de la cantidad de astillamiento en la herramienta de corte en el caso del cuerpo sinterizado compuesto en el Ejemplo Comparativo 1 descrito más abajo fue de 1,0. Aquí, un valor relativo menor de la cantidad de astillamiento es de mayor preferencia porque la resistencia al astillamiento es alta. El resultado se resumió en la Tabla 1.

Ejemplo 2 - ejemplo de referencia

1. Preparación de la materia prima

40 Como materia prima, se prepararon 0,4 g de un cuerpo moldeado de grafito similar al del Ejemplo 1.

2. Formación del cuerpo sinterizado compuesto

45 Mediante el uso del equipo generador de alta temperatura y alta presión, el cuerpo moldeado de grafito mencionado anteriormente que sirve como la materia prima se sinterizó bajo las condiciones de sinterización de una temperatura de 2200 °C, una presión de 11 GPa y 100 minutos, para de esta manera obtener un cuerpo sinterizado compuesto.

3. Evaluación de las propiedades del cuerpo sinterizado compuesto

50 De manera similar al Ejemplo 1, se reconocieron e identificaron una fase de diamante y una fase de carbono no diamante en el cuerpo sinterizado compuesto. La Figura 1 muestra una fotografía de SEM de una sección transversal del cuerpo sinterizado compuesto en el presente Ejemplo. La tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante fue del 4 %, y el tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante fue de 70 nm, y el tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado que forman la fase de carbono no diamante fue de 110 nm y la dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto fue de 80 GPa. Además, los valores relativos de la frecuencia de rotura del alambre y la distancia de trefilado en el troquel de trefilado evaluados de manera similar al Ejemplo 1 fueron de 0,25 y 135, respectivamente. El valor relativo de la cantidad de astillamiento en la herramienta de corte evaluada de manera similar al Ejemplo 1 fue de 0,5. El resultado se resumió en la Tabla 1.

Ejemplo 3

1. Preparación de la materia prima

65 Como materia prima, se prepararon 0,4 g de un polvo mixto. El polvo mixto se obtuvo mediante la mezcla uniforme de un polvo de grafito que tiene un tamaño promedio de partícula de 1500 nm y una pureza del 99,95 % en masa y un polvo de

diamante que tiene un tamaño promedio de partícula de 1000 nm y una pureza del 99,9 % en masa a una relación de masa de 1:4 mediante el uso de un molino de bolas.

2. Formación del cuerpo sinterizado compuesto

5

Mediante el uso del equipo generador de alta temperatura y alta presión, el polvo mixto mencionado anteriormente que sirve como la materia prima se sinterizó bajo las condiciones de sinterización de una temperatura de 2200 °C, una presión de 11 GPa y 50 minutos, para de esta manera obtener un cuerpo sinterizado compuesto.

10

3. Evaluación de las propiedades del cuerpo sinterizado compuesto

De manera similar al Ejemplo 1, se reconocieron e identificaron una fase de diamante y una fase de carbono no diamante en el cuerpo sinterizado compuesto. La tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante fue del 10 %, y el tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante fue de 500 nm, y el tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado que forman la fase de carbono no diamante fue de 800 nm, y la dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto fue de 60 GPa. Además, los valores relativos de la frecuencia de rotura del alambre y la distancia de trefilado en el troquel de trefilado evaluados de manera similar al Ejemplo 1 fueron de 0,25 y 120, respectivamente. El valor relativo de la cantidad de astillamiento en la herramienta de corte evaluada de manera similar al Ejemplo 1 fue de 0,6. El resultado se resumió en la Tabla 1.

15

20

Ejemplo 4

1. Preparación de la materia prima

25

Como materia prima, se prepararon 0,4 g de un polvo mixto uniforme de manera similar al Ejemplo 3, excepto que la relación de mezcla entre un polvo de grafito y un polvo de diamante fue una relación de masa de 9:11.

2. Formación del cuerpo sinterizado compuesto

30

Mediante el uso del equipo generador de alta temperatura y alta presión, el polvo mixto mencionado anteriormente que sirve como la materia prima se sinterizó bajo las condiciones de sinterización de una temperatura de 2200 °C, una presión de 11 GPa y 50 minutos, para de esta manera obtener un cuerpo sinterizado compuesto.

3. Evaluación de las propiedades del cuerpo sinterizado compuesto

35

De manera similar al Ejemplo 1, se reconocieron e identificaron una fase de diamante y una fase de carbono no diamante en el cuerpo sinterizado compuesto. La tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante fue del 30 %, y el tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante fue de 800 nm, y el tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado que forman la fase de carbono no diamante fue de 1300 nm y la dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto fue de 55 GPa.

40

Además, los valores relativos de la frecuencia de rotura del alambre y la distancia de trefilado en el troquel de trefilado evaluados de manera similar al Ejemplo 1 fueron de 0,20 y 110, respectivamente. El valor relativo de la cantidad de astillamiento en la herramienta de corte evaluada de manera similar al Ejemplo 1 fue de 0,7. El resultado se resumió en la Tabla 1.

45

Ejemplo comparativo 1

1. Preparación de la materia prima

50

Como materia prima, se prepararon 0,4 g de un cuerpo moldeado de grafito similar al del Ejemplo 1.

2. Formación del cuerpo sinterizado compuesto

55

Mediante el uso del equipo generador de alta temperatura y alta presión, el cuerpo moldeado de grafito mencionado anteriormente que sirve como la materia prima se sinterizó bajo las condiciones de sinterización de una temperatura de 2200 °C, una presión de 15 GPa y 100 minutos, para de esta manera obtener un cuerpo sinterizado compuesto.

3. Evaluación de las propiedades del cuerpo sinterizado compuesto

60

Mediante el uso de un método similar al del Ejemplo 1, se reconoció e identificó una fase de diamante en el cuerpo sinterizado compuesto. Sin embargo, no se reconoció una fase de carbono no diamante. Específicamente, la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante fue del 0 %. El tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante fue de 50 nm y la dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto fue de 120 GPa. Además, los valores relativos de la frecuencia de rotura del alambre y la distancia de trefilado en el troquel de trefilado evaluados de manera similar al Ejemplo 1 fueron de 1,00 y 100, respectivamente. El valor relativo de la cantidad

65

de astillamiento en la herramienta de corte evaluada de manera similar al Ejemplo 1 fue de 1,0. El resultado se resumió en la Tabla 1.

Ejemplo comparativo 2

5

1. Preparación de la materia prima

Como materia prima, se prepararon 0,4 g de un cuerpo moldeado de grafito similar al del Ejemplo 1.

10

2. Formación del cuerpo sinterizado compuesto

Mediante el uso del equipo generador de alta temperatura y alta presión, el cuerpo moldeado de grafito mencionado anteriormente que sirve como la materia prima se sinterizó bajo las condiciones de sinterización de una temperatura de 1900 °C, una presión de 11 GPa y 300 minutos, para de esta manera obtener un cuerpo sinterizado compuesto.

15

3. Evaluación de las propiedades del cuerpo sinterizado compuesto

De manera similar al Ejemplo 1, se reconocieron e identificaron una fase de diamante y una fase de carbono no diamante en el cuerpo sinterizado compuesto. La tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante fue del 40 %, y el tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante fue de 150 nm, y el tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado que forman la fase de carbono no diamante fue de 200 nm y la dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto fue de 45 GPa. Además, los valores relativos de la frecuencia de rotura del alambre y la distancia de trefilado en el troquel de trefilado evaluados de manera similar al Ejemplo 1 fueron de 0,17 y 80, respectivamente. El valor relativo de la cantidad de astillamiento en la herramienta de corte evaluada de manera similar al Ejemplo 1 fue de 1,2. El resultado se resumió en la Tabla 1.

25

[Tabla 1]

	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo 1*	Ejemplo 2*	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo Comparativo 2	
Materia prima	Cuerpo Moldeado de Grafito (g)	0,4	0,4	-	-	0,4	
	Polvo de Grafito [G] (g)	-	-	0,08	0,18	-	
	Polvo de Diamante [D] (g)	-	-	0,32	0,22	-	
	Relación de Masa de la Mezcla [G:D]	-	-	1:4	9:11	-	
Condiciones de Sinterización	Temperatura (°C)	2200	2200	2200	2200	1900	
	Presión (GPa)	15	15	11	11	11	
	Tiempo (min)	100	100	100	50	300	
Propiedades del Cuerpo Sinterizado Compuesto	Tasa de Ocupación de la Fase de Carbono No Diamante (%)	0	1	4	10	40	
	Tamaño Promedio de Partícula de las Partículas de Diamante Sinterizado (nm)	50	50	70	500	800	
	Tamaño Promedio de Partícula de las Partículas de Carbono no Diamante (nm)	-	80	110	800	1300	
	Dureza Knoop (GPa)	120	95	80	60	55	
	Troquel de Trefilado	Frecuencia de Rotura del Alambre	1,00	0,50	0,25	0,20	0,17
		Distancia de Trefilado	100	150	135	120	80
	Herramienta de Corte	Cantidad de Astillamiento	1,0	0,8	0,5	0,6	1,2
						0,7	

*= ejemplo de referencia

- 5 Con referencia a la Tabla 1, quedó claro que el cuerpo sinterizado compuesto que incluye la fase de diamante y la fase de carbono no diamante y tiene una tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante mayor que 0 % y no mayor que 30 % como se muestra en cada uno de los Ejemplos 1 a 4 tenían menor frecuencia de rotura del alambre, mayor distancia de trefilado y menor cantidad de astillamiento, es decir, mayores resistencia al desgaste, resistencia al desgaste local y resistencia al astillamiento, que el cuerpo sinterizado compuesto que incluye solo la fase de diamante como se muestra en el Ejemplo Comparativo 1 (es decir, el cuerpo sinterizado compuesto que tiene una tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante del 0 %) y el cuerpo sinterizado compuesto que incluye la fase de diamante y la fase de carbono no diamante y que tiene una tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante del 40 % como se muestra en el Ejemplo Comparativo 2.
- 10 Debe entenderse que la modalidad y los ejemplos descritos en la presente descripción son ilustrativos y no son restrictivos en ningún sentido. El alcance de la presente invención se define por los términos de las reivindicaciones, en lugar de la descripción anterior, y se pretende que incluya cualquier modificación dentro del alcance de las reivindicaciones.
- 15 Lista de signos de referencia
- 10 cuerpo sinterizado compuesto; 11 fase de diamante; 12 fase de carbono no diamante.

REIVINDICACIONES

1. Un cuerpo sinterizado compuesto que comprende una fase de diamante y una fase de carbono no diamante, una tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante no menor que 10 % y no mayor que 30 %, la tasa de ocupación de la fase de carbono no diamante es un porcentaje de un área de la fase de carbono no diamante sobre un área total de una sección transversal especificada arbitrariamente del cuerpo sinterizado compuesto, un tamaño promedio de partícula de las partículas de diamante sinterizado que forman la fase de diamante no es menor que 50 nm y no es mayor que 1000 nm, y un tamaño promedio de partícula de las partículas de carbono no diamante sinterizado que forman la fase de carbono no diamante no es menor que 100 nm y no es mayor que 2000 nm, y la dureza Knoop del cuerpo sinterizado compuesto, que se mide con una carga de medición de 9,8 N, no es menor que 50 GPa.

FIGURA 1

