

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 682**

51 Int. Cl.:

B01J 3/06 (2006.01)

C01B 32/25 (2007.01)

B23B 51/00 (2006.01)

B24D 3/00 (2006.01)

B24B 53/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2011 PCT/JP2011/068279**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2012 WO12023473**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2011 E 11818115 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2607307**

54 Título: **Proceso para producción de diamante policristalino**

30 Prioridad:

19.08.2010 JP 2010184187

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

15.11.2018

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:

SUMIYA, HITOSHI;

YAMAMOTO, KATSUKO;

SATO, TAKESHI y

ARIMOTO, KEIKO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 689 682 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

Proceso para producción de diamante policristalino

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un método para fabricar un diamante policristalino y en particular a diamante policristalino que tiene alta dureza y alta resistencia usado adecuadamente para herramientas tales como una broca de corte, un rectificador y un troquel así como una broca, y un método de fabricar al mismo.

10

Antecedentes de la técnica

Para diamante policristalino convencional usado para herramientas tales como una broca de corte, un rectificador y un troquel, así como una broca, un elemento metálico del grupo del hierro tal como Fe, Co y Ni, carbonato tal como CaCO_3 , y similares se usan como un agente de sinterización para promover la sinterización de un material de origen, y cerámicas tales como SiC y similares se usan como un aglutinante para la unión de materiales de origen.

15

El diamante policristalino mencionado anteriormente se obtiene sinterizando polvos de diamante, que son materiales de origen, junto con un agente de sinterización en condiciones de alta presión y alta temperatura (generalmente, la presión es de aproximadamente 5 a 8 GPa y la temperatura es de aproximadamente 1300 a 2200 °C) en las que el diamante es termodinámicamente estable.

20

El diamante policristalino obtenido de ese modo contiene el agente de sinterización usado en el mismo. Tal agente de sinterización no tiene efectos pequeños en las características mecánicas tales como dureza y resistencia y en la resistencia al calor del diamante policristalino.

25

Sin embargo, también se ha mostrado que el diamante policristalino a partir del cual se ha eliminado el agente de sinterización que se ha mencionado anteriormente por tratamiento con ácido y el diamante sinterizado que es excelente en resistencia al calor para el cual se ha usado SiC como aglutinante resistente al calor, tienen una dureza y resistencia bajas y presentan características mecánicas insuficientes como material de herramienta.

30

Mientras tanto, un material de carbono que no es diamante tal como grafito, carbono vítreo o carbono amorfo se puede convertir directamente en diamante a una presión y temperatura ultra-elevadas, sin usar un agente de sinterización o similar. Al convertir directamente una fase que no es de diamante en una fase de diamante y realizar de forma simultánea la sinterización, se obtiene un diamante monofásico policristalino.

35

F. P. Bundy, J. Chem. Phys., 38 (1963) pp. 631-643 (NPL 1), M. Wakatsuki, K. Ichinose, T. Aoki, Japan. J. Appl. Phys., 11 (1972) pp. 578-590 (NPL 2), y S. Naka, K. Horii, Y. Takeda, T. Hanawa, Nature, 259 (1976) p. 38 (NPL3) divulgan diamante policristalino obtenido por conversión directa de grafito que sirve como material de origen a una presión ultra-elevada tal como de 14 GPa a 18 GPa y una temperatura ultra-elevada de 2727 °C (3000 K) o más elevada.

40

Sin embargo, cada diamante policristalino que se ha mencionado anteriormente, se produce mediante calentamiento eléctrico directo en el que un material de carbono que no es diamante conductor tal como grafito se calienta alimentando directamente una corriente a través del mismo, y por lo tanto inevitablemente permanece el grafito sin convertir. Además, un tamaño de partícula de diamante no es uniforme y la sinterización tiende a ser parcialmente insuficiente. Por lo tanto, las características mecánicas tales como dureza y resistencia no son lo suficientemente elevadas y solo se obtiene un policristal similar a una pieza, y por lo tanto no se ha conseguido un uso práctico.

45

T. Irifune, H. Sumiya, "New Diamond and Frontier Carbon Technology," 14 (2004) p. 313 (NPL 4) y Sumiya, Irifune, SEI Technical Review, 165 (2004) p. 68 (NPL 5) divulgan un método para obtener diamante policristalino denso y de pureza elevada mediante conversión directa y sinterización mediante calentamiento indirecto a una presión ultra-elevada no inferior a 12 GPa y una temperatura ultra-elevada no inferior a 2200 °C, con el uso de grafito altamente cristalino, de pureza elevada como un material de partida. Aunque el diamante obtenido con este método tiene una dureza muy elevada, sus características prácticas tales como resistencia al desgaste, resistencia a la ruptura, y resistencia a la propagación de fisuras han sido insuficientes e inestables.

50

55

También se conocen diamantes policristalinos producidos de forma natural (carbonado, ballas y similares) y algunos se usan como una broca. Por otro lado, la variación en el material es grande y el rendimiento también es pequeño, y por lo tanto no se usan demasiado en la industria.

60

Dependiendo de algunas aplicaciones, se usa diamante monocristalino. Sin embargo, el uso del mismo se limita al uso para una herramienta ultra sofisticada o una herramienta resistente al desgaste de precisión debido a limitaciones en términos de dimensiones y costes, y por lo tanto las aplicaciones y condiciones para su uso están limitadas por la capacidad de ruptura y anisotropía en las características mecánicas del diamante monocristalino. SUMIYA H ET AL., SEI TECHNICAL REVIEW, SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, OSAKA, JP, vol. 66, abril de

65

2008, páginas 85-91 se refiere a la microestructura y las propiedades mecánicas de los diamantes nano-policristalinos de alta dureza. SUMIYA H *ET AL.*, HIGH PRESSURE RESEARCH, GORDON AND BREACH, NEW YORK, US, vol. 26, n.º 2, junio de 2006, páginas 63-69 se refiere a las condiciones y mecanismos de formación de diamantes nano-policristalinos en la transformación directa de grafito y carbono no grafito a alta presión y temperatura. El documento US3401019A se refiere a un proceso para sintetizar diamantes. El documento GB1115648A se refiere a diamantes sintéticos.

Listado de citas

10 Bibliografía de no patente

- NPL 1: F. P. Bundy, J. Chem. Phys., 38 (1963) pp. 631-643
 NPL 2: M. Wakatsuki, K. Ichinose, T. Aoki, Japan. J. Appl. Phys., 11 (1972) pp. 578-590
 NPL 3: S. Naka, K. Horii, Y. Takeda, T. Hanawa, Nature, 259 (1976) p. 38
 15 NPL 4: T. Irifune, H. Sumiya, "New Diamond and Frontier Carbon Technology," 14 (2004) p. 313
 NPL 5: Sumiya, Irifune, SEI Technical Review, 165 (2004) p. 68

Sumario de la invención

20 Problema técnico

La presente invención se realizó para resolver los problemas de la técnica convencional mencionada anteriormente, y un objeto de la misma es proporcionar un método de fabricación de un diamante policristalino que tenga una dureza elevada y una resistencia elevada, para que se pueda usar de forma adecuada como una herramienta tal como una broca de corte, un rectificador y un troquel así como una broca.

Solución al problema

La presente invención se refiere a un método para fabricar diamante policristalino de acuerdo con la reivindicación 1.

Efectos ventajosos de la invención

Como se ha descrito anteriormente, la presente invención proporciona un método de fabricación de un diamante policristalino que tiene dureza elevada y resistencia elevada, para que se pueda usar de forma adecuada como una herramienta tal como una broca de corte, un rectificador y un troquel así como una broca.

Descripción de realizaciones

(Ejemplo de Referencia)

El diamante policristalino de acuerdo con un ejemplo de referencia incluye diamante cúbico (en lo sucesivo en el presente documento denominado diamante c) y diamante hexagonal (en lo sucesivo en el presente documento denominado diamante h), y una proporción de intensidad de pico de difracción por rayos X de un (100) plano de diamante h con respecto a intensidad de pico de difracción por rayos X para un (111) plano de diamante c (en lo sucesivo en el presente documento denominada una proporción h/c) no es inferior a un 0,01 % y no es superior a un 0,5 %.

El diamante policristalino en el ejemplo de referencia que tiene la proporción h/c no inferior a un 0,01 % tiene una dureza y resistencia más elevadas que el diamante policristalino que no contiene diamante h (es decir, que tiene la proporción h/c de un 0 %) o el diamante policristalino que tiene la proporción h/c inferior a un 0,01 %, y que de forma específica tiene una resistencia, resistencia a la ruptura, resistencia al desgaste, y similares, más elevadas.

En el presente documento, diamante c se refiere a diamante cuya estructura cristalina es cúbica, y diamante h se refiere a diamante cuya estructura cristalina es hexagonal. El diamante c y el diamante h se distinguen entre sí basándose en un patrón de un pico de difracción determinado por difracción de rayos X. En particular, en la difracción de rayos X del diamante policristalino que contiene diamante c y diamante h, se obtiene un patrón en el que un patrón de un pico de difracción de diamante c y un patrón de un pico de difracción de diamante h se mezclan. En la presente solicitud, una proporción de diamante h con respecto a diamante c se expresa por una proporción h/c, que es una proporción de intensidad del pico de difracción de rayos X del (100) plano de diamante h con respecto a la intensidad del pico de difracción de rayos X para el (111) plano de diamante c.

(Primera Realización)

Se proporciona un método de fabricación de diamante policristalino de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con el método de fabricación de diamante policristalino en la presente realización, se obtiene diamante

policristalino con una dureza y resistencia elevadas (específicamente, resistencia, resistencia transversal, resistencia al desgaste, similares) incluyendo diamante c (diamante cúbico) y diamante h (diamante hexagonal) y que tiene la proporción h/c (una proporción de intensidad del pico de difracción de rayos X del (100) plano de diamante h con respecto a la intensidad del pico de difracción de rayos X para el (111) plano de diamante c) no inferior a un 0,01 %.

5 (Etapa de Preparación de Material de Carbono que No es Diamante)

10 El método de fabricación de diamante policristalino en la presente realización incluye inicialmente la etapa de preparación de un material de carbono que no es diamante que tiene un grado de grafitización no inferior a 0,39 y no superior a 0,58. Un material de carbono que no es diamante preparado en la presente etapa de preparación es grafito pulverizado.

15 En el presente documento, un grado de grafitización P de un material de carbono que no es diamante se encuentra como sigue a continuación. Como resultado de la difracción de rayos X de un material de carbono que no es diamante, se mide un espaciado interplanar d_{002} de un (002) plano de grafito que representa un material de carbono que no es diamante y una proporción p de una parte de estructura turbostrática del material de carbono que no es diamante se calcula basándose en la Ecuación (1) que sigue a continuación.

$$20 \quad d_{002} = 3,440 - 0,086 \times (1-p^2) \quad \dots (1)$$

El grado de grafitización P se calcula a partir de la proporción p de la parte de estructura turbostrática obtenida de ese modo, basándose en la Ecuación (2) que sigue a continuación.

$$25 \quad P = 1-p \quad \dots (2)$$

Desde un punto de vista de supresión de crecimiento de un grano cristalino, un material de carbono que no es diamante preferentemente no contiene un metal de los elementos del grupo de hierro que represente una impureza. Además, desde un punto de vista de supresión de crecimiento de un grano cristalino y conversión promovida a diamante, el contenido de hidrógeno (H), oxígeno (O) o similares que represente una impureza es preferentemente bajo.

(Etapa de Conversión de Material de Carbono que No es Diamante en Diamante c y Diamante h y Sinterización de Material de Carbono que No es Diamante)

35 El método de fabricación de diamante policristalino en la presente realización incluye a continuación la etapa de convertir directamente el material de carbono que no es diamante que se ha mencionado anteriormente en diamante cúbico y diamante hexagonal y sinterización del material de carbono que no es diamante, sin añadir ninguno de un agente de sinterización y un aglutinante, en condiciones de presión y temperatura en las que el diamante está termodinámicamente estable.

40 Al colocar el material de carbono que no es diamante que se ha mencionado anteriormente en condiciones de presión y temperatura en las que el diamante es termodinámicamente estable sin añadir ninguno de un agente de sinterización y un aglutinante, el material de carbono que no es diamante se convierte directamente en diamante c y diamante h y se sinteriza, y de ese modo se obtiene diamante policristalino con una dureza y resistencia elevadas que tiene la proporción h/c no inferior a un 0,01 %.

50 En el presente documento, el agente de sinterización se refiere a un catalizador que promueve la sinterización de un material que sirve como un material de origen, y un metal de los elementos del grupo de hierro tal como Co, Ni y Fe, carbonato tal como CaCO_3 , y similares se usan a modo de ejemplo. Un aglutinante se refiere a un material para materiales de unión que sirven como materiales de origen, y cerámicas tales como SiC se usan a modo de ejemplo.

55 Las condiciones de presión y temperatura a las que el diamante es termodinámicamente estable se refieren a tales condiciones de presión y temperatura en la que una fase de diamante es una fase termodinámicamente estable en un material a base de carbono. Tales condiciones de sinterización que se pueden realizar sin añadir ninguno de un agente de sinterización y un aglutinante se refieren de forma específica a una presión no inferior a 16 GPa y una temperatura de 2200 °C a 2300 °C.

60 Un aparato de generación de alta presión y alta temperatura usado en el método de fabricación de diamante policristalino en la presente realización no está limitado en particular siempre y cuando sea un aparato capaz de alcanzar condiciones de presión y temperatura en las que una fase de diamante es una fase termodinámicamente estable, sin embargo, desde un punto de vista de aumento de la productividad y operabilidad, es preferente un tipo de cinta o un tipo de yunque. Además, un recipiente para adaptar un material de carbono que no es diamante que no es un material de origen no está limitado en particular siempre y cuando esté formado a partir de material resistente a presión elevada y temperatura elevada, y por ejemplo, de forma adecuada se usa Ta o similar.

65

Ejemplos

(Ejemplos 1 a 6, Ejemplos Comparativos 1 a 2)

Como se muestra en la Tabla 1, como materiales de carbono que no son diamante se preparó una pluralidad de polvos de grafito con diferentes grados de grafitización y tamaño de partícula.

A continuación, cada uno de la pluralidad de materiales de carbono que no son diamante que se han mencionado anteriormente se sometió a tratamiento a presión elevada y temperatura elevada en condiciones tales como una presión de 16 GPa y una temperatura de 2200 °C (que eran una presión y la temperatura a la que el diamante era termodinámicamente estable), sin añadir ninguno de un agente de sinterización y un aglutinante, usando un aparato de generación de presión elevada y temperatura elevada.

Se evaluaron la dureza, resistencia transversal, y resistencia al desgaste de cada una de la pluralidad de diamantes policristalinos obtenidos. La dureza es dureza de Knoop medida con el uso de un medidor de dureza de Knoop, en una condición tal que se aplicó una carga de 4,9 N durante 10 segundos. La resistencia transversal se midió con un probador de resistencia a la flexión de tres puntos. La resistencia al desgaste se midió con una amoladora de diamante en una condición tal que una carga se estableció en 3 kg/mm², y se mostró con un valor con respecto a un valor en el Ejemplo 1 que se definió como 1,0. En el presente documento, un valor relativo más elevado indica una resistencia al desgaste más elevada. La Tabla 1 resume los resultados.

Tabla 1

	Material de Carbono que No es Diamante		Diamante Policristalino			
	Grado de Grafitización	Tamaño de Partícula (nm)	Proporción de h/c (%)	Dureza de Knoop (GPa)	Resistencia Transversal (kg/mm ²)	Resistencia al Desgaste (Valor Relativo)
Ejemplo 1	0,39	150	0,5	130	330	1,0
Ejemplo 2	0,43	135	0,3	140	330	1,05
Ejemplo 3	0,46	160	0,2	139	310	1,15
Ejemplo 4	0,54	205	0,1	138	310	1,1
Ejemplo 5	0,56	203	0,03	128	290	0,95
Ejemplo 6	0,58	210	0,01	135	260	1,0
Ejemplo Comparativo 1	0,59	260	< 0,01	124	220	0,7
Ejemplo Comparativo 2	0,65	370	< 0,01	129	200	0,75

Haciendo referencia a la Tabla 1, se encontró que los diamantes policristalinos (Ejemplos 1 a 6) que tienen la proporción h/c no inferior a un 0,01 % tenían todos una dureza, resistencia transversal, y resistencia al desgaste más elevadas que los diamantes policristalinos (Ejemplos Comparativos 1 a 2) que tienen la proporción h/c inferior a un 0,01 % y que tenían características de resistencia y de resistencia al desgaste excelente.

Además, la resistencia a la ruptura y la dureza de las muestras en los Ejemplos 1, 3, 6 y las muestras en los Ejemplos Comparativos 1, 2 a una temperatura elevada se evaluaron. Cada medición se realizó en una corriente de Argón. La Tabla 2 resume los resultados.

Tabla 2

	Resistencia a la Flexión (kg/mm ²)				Dureza de Knoop (GPa)		
	25 °C	800 °C	1000 °C	1200 °C	25 °C	600 °C	800 °C
Ejemplo 1	330	320	330	340	130	122	117
Ejemplo 3	310	310	300	330	139	131	126
Ejemplo 6	260	260	250	260	135	122	121
Ejemplo Comparativo 1	220	220	210	190	124	121	96
Ejemplo Comparativo 2	200	190	185	165	129	108	91

Con referencia a estos resultados, los diamantes policristalinos que tienen la proporción h/c no inferior a un 0,01 % (Ejemplos 1, 3, 6) conseguían resistencia a la ruptura y dureza elevadas incluso a una temperatura elevada y su tasa de disminución con el aumento de temperatura era menor que la de los diamantes policristalinos (Ejemplos Comparativos 1, 2) que tienen la proporción h/c inferior a un 0,01 %. La resistencia a la ruptura en un intervalo de temperaturas no inferior a 800 °C y no superior a 1200 °C de lo mencionado anteriormente (Ejemplos 1, 3, 6) no disminuye en un 10 % o más a partir del valor a temperatura ambiente (25 °C), y la dureza a 800 °C no disminuye en un 20 % o más en comparación con un valor a temperatura ambiente (25 °C). Además, la resistencia a la ruptura a 1200 °C en los Ejemplos 1, 3, 6 es superior a la resistencia a la ruptura a temperatura ambiente (25 °C).

10 (Ejemplo 7)

El diamante policristalino obtenido en cada uno de los Ejemplos 1 a 6 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 2 que se han mencionado anteriormente se soldó a una espiga hecha de metal, y se fabricó una herramienta de rayado que tenía 4 puntos en un extremo de la punta (que tenía un plano cuadrangular). Cada herramienta de rayado fabricada se usó para formar 200 ranuras de rayado con una longitud de 50 mm en un sustrato de zafiro a una carga de 20 g. A partir de ese momento, una cantidad de desgaste del diamante policristalino en la parte del extremo de la punta de cada herramienta de rayado se observó con microscopio electrónico. A continuación, la cantidad de desgaste de la herramienta de rayado fabricada a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 era 0,80 veces o inferior, en comparación con la de la herramienta de rayado fabricada a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 a 2.

(Ejemplo 8)

El diamante policristalino obtenido en cada uno de los Ejemplos 1 a 6 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 2 que se han mencionado anteriormente se internó en una varilla hecha de metal, y se fabricó un rectificador con una punta individual en un extremo de la punta (que tenía una forma cónica). Cada rectificador fabricado se desgastó con un método en estado húmedo usando una piedra de amolar de WA (alúmina blanca) en condiciones tales que se consigue la velocidad periférica de la piedra de amolar de 30 m/segundo y una profundidad de corte de 0,05 mm. A partir de ese momento, una cantidad de desgaste de cada rectificador se midió con un calibrador de altura, y la cantidad de desgaste del calibrador fabricado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 era 0,85 veces o inferior, en comparación con la del rectificador fabricado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 a 2.

(Ejemplo 9)

El diamante policristalino obtenido en cada uno de los Ejemplos 1 a 6 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 2 que se han mencionado anteriormente se internó en un marco redondo fabricado con metal, y se fabricó un troquel con un diámetro del orificio de Φ 20 μ m. Cada troquel fabricado se usó para trefilado de Cu a una velocidad lineal de 500 m/minuto. En el presente documento, un periodo de tiempo de trefilado hasta que el diámetro del orificio del troquel fabricado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 se desgasta hasta Φ 20,2 μ m fue 1,12 veces o superior, en comparación con el del troquel fabricado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 a 2.

(Ejemplo 10)

El diamante policristalino obtenido en cada uno de los Ejemplos 1 a 6 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 2 que se han mencionado anteriormente se internó en un marco redondo fabricado con metal, y se fabricó un orificio con un diámetro del orificio de Φ 200 μ m, una altura del orificio de 5 mm, y una media aritmética de rugosidad Ra de Una superficie del orificio de 290 nm. Cada orificio fabricado se usó para formar una boquilla de chorro de agua con una presión de descarga de agua de 200 MPa, y se evaluó el rendimiento en el corte de una placa inoxidable con un grosor de 10 mm. Un periodo de tiempo, durante el cual se podría realizar el corte hasta que el diámetro del orificio formado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 aumentara hasta Φ 300 μ m, fue 1,15 veces o superior, en comparación con el del orificio formado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 a 2. (Ejemplo 11)

El diamante policristalino obtenido en cada uno de los Ejemplos 1 a 6 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 2 que se han mencionado anteriormente se soldó a un metal de base superduro, y se fabricó una herramienta de corte con un ángulo de 90° en el extremo de la punta y un radio de curvatura en el extremo de la punta (R) de 100 nm. Cada herramienta de corte fabricadas se usó para trabajar una placa de metal obtenida mediante metalizado de níquel a un a la edad de cobre de 30 mm de grosor hasta un grosor de 20 μ m, con el fin de formar hendiduras con una profundidad de 5 μ m a cabeceos de 5 μ m. En el presente documento, un periodo de tiempo hasta que el extremo de la punta de la herramienta de corte fabricada a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 se desgasta 1 μ m fue 1,30 veces o superior, en comparación con las de la herramienta de corte fabricada a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 a 2.

(Ejemplo 12)

El diamante policristalino obtenido en cada uno de los Ejemplos 1 a 6 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 2 que se han mencionado anteriormente se soldó a una varilla superdura, y se fabricó un taladro con un diámetro de Φ 1 mm y una longitud de filo de 3 mm. Cada taladro fabricado se usó para taladrar una placa con un grosor de 1,0 mm, preparada a partir de carburo cementado (WC-Co) en condiciones tales que las revoluciones del taladro eran de 400 rpm y la alimentación de 2 μ m/vez. El número de orificios que se pudieron taladrar hasta que el taladro fabricado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 se desgastó o se rompió fue 1,20 veces o superior, en comparación con los del taladro fabricado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 a 2.

(Ejemplo 13)

El diamante policristalino obtenido en cada uno de los Ejemplos 1 a 6 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 2 que se han mencionado anteriormente se soldó a una varilla superdura, y se fabricó una herramienta de amolado con forma de disco con un diámetro de Φ 3 mm y un ángulo de 60° en el borde de la amoladora. Cada herramienta de amolado fabricada se usó para formar una hendidura en forma de V en una superficie fabricada a partir de carburo cementado (WC-Co) para un periodo de tiempo de trabajo de 2 horas en condiciones tales que se producen revoluciones de 4000 rpm y una profundidad de corte de 2 μ m, y en ese momento se examinó una cantidad de desgaste un borde de la amoladora. La cantidad de desgaste del borde de la amoladora de la herramienta de amolado fabricada a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 fue 0,7 veces o inferior, en comparación con la de la herramienta de amolado fabricada a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 a 2.

(Ejemplo 14)

El diamante policristalino obtenido en cada uno de los Ejemplos 1 a 6 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 2 que se han mencionado anteriormente se unió a un marco hecho de metal para fabricar de ese modo una guía de electrodo de mecanizado por descarga eléctrica. Un alambre de electrodo con un diámetro del alambre de 70 μ m se alimentó a una tasa de 10 m/minuto y se examinó una cantidad de desgaste de una parte de orificio de guía después de 100 horas. La cantidad de desgaste del taladro fabricado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 fue 0,8 veces o inferior, en comparación con la del taladro fabricado a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 a 2.

(Ejemplo 15)

El diamante policristalino obtenido en cada uno de los Ejemplos 1 a 6 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 2 que se han mencionado anteriormente se usó para fabricar una rueda de rayado con un diámetro de Φ 3,5 y un grosor de 0,6 mm. Cada rueda de rayado fabricada se usó para realizar un ensayo de rayado con el uso de un sustrato de cerámica a una tasa de alimentación de 100 mm/segundo y una carga de prensado de 2,5 kg, y se examinó una cantidad de desgaste durante 50 horas. La cantidad de desgaste de la rueda de rayado fabricada a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 fue 0,75 veces o inferior, en comparación con la de la rueda de rayado fabricada a partir de los diamantes policristalinos de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 a 2.

Haciendo referencia a los Ejemplos 7 a 15 que se han mencionado anteriormente, se encontró que el diamante policristalino de acuerdo con la presente invención (Ejemplos 1 a 6) presentaba dureza, resistencia and Y resistencia al desgaste magníficamente superiores a las del diamante policristalino convencional (Ejemplos Comparativos 1 a 2), y por lo tanto era muy útil como un material para una herramienta de rayado, un rectificador, un troquel, un orificio, una herramienta de corte, una herramienta de corte giratorio tal como un taladro o una fresa de espiga, una herramienta de amolado, una guía de electrodo, y una rueda de rayado.

Se debería entender que las realizaciones y los ejemplos que se divulgan en el presente documento son ilustrativos y no limitantes en cada aspecto. El alcance de la presente invención se define por los términos de las reivindicaciones, en lugar de por la descripción que se ha mencionado anteriormente, y pretende incluir cualquier modificación dentro del alcance y significado equivalente a los términos de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar diamante policristalino, que comprende las etapas de:

- 5 preparar un material de carbono que no es diamante que tiene un grado de grafitización no inferior a 0,39 y no superior a 0,58, y que tiene un tamaño de partícula de 135 nm a 210 nm, el material de carbono que no es diamante siendo grafito pulverizado; y
- 10 convertir directamente dicho material de carbono que no es diamante en diamante cúbico y diamante hexagonal y sinterizar el material de carbono que no es diamante, sin la adición de ninguno de un agente de sinterización y un aglutinante, en condiciones de presión y temperatura en las que el diamante es termodinámicamente estable, las condiciones de presión y temperatura siendo una presión no inferior a 16 GPa y una temperatura de 2200 °C a 2300 °C.