(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 752 147**

(51) Int. CI.:

C01B 32/05 (2007.01)
B01J 3/06 (2006.01)
C04B 35/52 (2006.01)
C04B 35/628 (2006.01)
C22C 26/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.12.2013 PCT/JP2013/082706**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **12.06.2014 WO14088068**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2013 E 13859687 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019 EP 2930144**

(54) Título: **Cuerpo de diamante policristalino, método de fabricación del mismo y herramienta**

(30) Prioridad:

06.12.2012 JP 2012267202

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.04.2020

(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:

SATO, TAKESHI;
YAMAMOTO, KATSUKO;
IKEDA, KAZUHIRO y
SUMIYA, HITOSHI

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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 de diamante policristalino, método de fabricación del mismo, y herramienta

Campo técnico

La presente invención se refiere a un cuerpo de diamante policristalino, un método para fabricarlo, y una herramienta. En particular, la presente invención se refiere a un cuerpo de diamante policristalino usado para un elemento de resistencia al desgaste para realizar trabajo plástico usando un lubricante, un método para fabricarlo, y una herramienta hecha del cuerpo de diamante policristalino.

Antecedentes de la invención

Convencionalmente, se ha usado diamante para elementos de resistencia al desgaste representados por una matriz de estirado, a causa de su dureza sumamente alta y excelente resistencia al desgaste.

Por ejemplo, la Patente japonesa publicada número 09-124394 describe un elemento resistente al desgaste en el que una sustancia que servirá como un cuerpo base está recubierta con una película de diamante mediante un método CVD.

Además, la Patente japonesa publicada número 2009-174039 describe un elemento deslizante en el que una superficie de un material base está recubierta con una película de carbono parecida a diamante por un método de deposición química de vapor por plasma.

US 2011/0061942 A1 describe compactos policristalinos que tienen material dispuesto en espacios intersticiales.

Lista de citas

Documento de Patente

DP 1: Patente japonesa publicada número 09-124394

DP 2: Patente japonesa publicada número 2009-174039

DP 3: US 2011/0061942 A1

Resumen de la invención

Problema técnico

Sin embargo, el diamante se desgasta rápidamente cuando su superficie de rozamiento tiene una temperatura sumamente alta. Por ejemplo, cuando se incrementa la velocidad de estirado de alambre de una matriz de estirado hecha de diamante, se produce rápidamente desgaste del diamante. Se considera que, debido a que la superficie de rozamiento tiene una temperatura alta, el diamante reacciona con oxígeno o un elemento a trabajar, y por ello se produce el denominado desgaste de reacción. Consiguientemente, cuando se usa diamante para un elemento de resistencia al desgaste, el elemento de resistencia al desgaste tiene una duración corta.

La presente invención se ha realizado con el fin de resolver dicho problema. Un objeto principal de la presente invención es proporcionar un cuerpo de diamante policristalino que tiene una mayor duración que los cuerpos de diamante policristalino convencionales cuando se produce rozamiento, un método para fabricarlo, y una herramienta.

Solución del problema

Un cuerpo de diamante policristalino según la presente invención se describe en la reivindicación 1.

Una herramienta según la presente invención se describe en la reivindicación 2.

Un método para fabricar un cuerpo de diamante policristalino según la presente invención que incluye el paso de fabricar una mezcla mezclando un material fuente de grafito y un material fuente de mezcla se describe en la reivindicación 3.

Un método para fabricar un cuerpo de diamante policristalino según la presente invención que incluye el paso de fabricar un material de carbono provisto de capa de recubrimiento recubriendo una superficie de polvo de un material fuente de grafito con una capa de recubrimiento se describe en la reivindicación 4.

Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, se puede proporcionar un cuerpo de diamante policristalino que tiene una mayor duración cuando se produce rozamiento, un método para fabricarlo, y una herramienta que utiliza el cuerpo de diamante policristalino.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de flujo que representa un método para fabricar un cuerpo de diamante policristalino según la presente realización.

La figura 2 es un diagrama de flujo que representa una modificación del método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según la presente realización.

La figura 3 es una vista para ilustrar una matriz en los ejemplos 1 a 2 de la presente invención.

Descripción de realizaciones

[Descripción de una realización de la invención de la presente Solicitud]

Como resultado de profundos estudios para resolver dicho problema, los autores de la presente invención han hallado que un elemento de resistencia al desgaste puede tener una mayor duración usando un cuerpo de diamante policristalino al que se añade al menos un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, y en el que los granos de cristal tienen un tamaño de grano medio menor o igual a 500 nm, para un elemento de resistencia al desgaste para realizar trabajo plástico usando un lubricante.

En un cuerpo de diamante policristalino según una realización de la presente invención, se le añade al menos un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, y los granos de cristal tienen un tamaño de grano medio menor o igual a 500 nm.

Por ello, el desgaste del cuerpo de diamante policristalino puede suprimirse, y el cuerpo de diamante policristalino puede tener una mayor duración cuando se produce rozamiento.

El cuerpo de diamante policristalino anterior contiene al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple, un carburo y un óxido del elemento, y al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple, un carburo y un óxido del elemento puede precipitar en los límites de grano de los granos de cristal como una primera fase. Además, el cuerpo de diamante policristalino anterior puede incluir una segunda fase que contiene una sustancia simple, un carburo o un óxido del elemento, y se dispone en los límites de grano de los granos de cristal como la primera fase. Además, puede obtenerse una dureza Knoop superior o igual a 90 GPa cerca de los límites de grano. Aquí, el término "cerca de los límites de grano" se refiere a una zona en la primera fase en la que, cuando se realiza medición de dureza Knoop a una carga de prueba de 0,5 N usando un microindentador Knoop, una indentación Knoop no se extiende más allá de un límite de grano y no llega, por ejemplo, a otro grano de cristal adyacente como la primera fase. Se hace notar que, en este caso, se puede obtener una dureza Knoop superior o igual a 90 GPa en cualquier zona de la primera fase. Como el elemento anterior, se añade hierro en cantidad superior o igual a 0,5 ppm y menor o igual a 70 ppm. Como el elemento anterior, se puede añadir estroncio en cantidad superior o igual a 40 ppm y menor o igual a 80 ppm. Como el elemento anterior, se puede añadir hierro y estroncio en cantidad superior o igual a 40,5 ppm y menor o igual a 100 ppm en total.

Una herramienta según la realización de la presente invención puede usar el cuerpo de diamante policristalino según la realización de la presente invención.

Un método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según la realización de la presente invención incluye los pasos de: fabricar una mezcla mezclando un material fuente de grafito y un material fuente de mezcla; fabricar un material de carbono triturando y mezclando la mezcla; y convertir directamente el material de carbono a un cuerpo de diamante policristalino.

Por ello, puede fabricarse el cuerpo de diamante policristalino descrito anteriormente. El material fuente de mezcla anterior contiene al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple, un carburo y un óxido del elemento.

Un método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según la realización de la presente invención incluye los pasos de: fabricar un material de carbono provisto de capa de recubrimiento recubriendo una superficie de polvo de un material fuente de grafito; y convertir directamente el material de carbono provisto de capa de recubrimiento a un cuerpo de diamante policristalino.

Por ello, puede fabricarse el cuerpo de diamante policristalino descrito anteriormente.

En el paso anterior de fabricar el material de carbono provisto de capa de recubrimiento, la superficie del polvo del material fuente de grafito puede recubrirse con el elemento con un método de pulverización. En el paso anterior de fabricar el material de carbono provisto de capa de recubrimiento, la capa de recubrimiento contiene al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple, un carburo y un óxido del elemento. El elemento anterior es hierro añadido en cantidad superior o igual a 0,5 ppm y menor o igual a 70 ppm. En el paso anterior de conversión directa, se pueden usar las condiciones de una presión superior o igual a 10 GPa e inferior o igual a 30 GPa, y una temperatura de calentamiento superior o igual a 1500°C e inferior o igual a 3000°C.

[Detalles de la realización de la invención de la presente Solicitud]

A continuación, se describirá la realización de la presente invención. En el cuerpo de diamante policristalino de la presente realización, se le añade hierro (Fe) como un elemento cuyo sulfuro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, y los granos de cristal como la primera fase tienen un tamaño de grano medio menor o igual a 500 nm. Fe se encuentra en la segunda fase dispuesta en los límites de grano de los granos de cristal como la primera fase. Aquí, la primera fase se hace de una fase única de diamante que no contiene sustancialmente un ligante, un adyuvante de sinterización, un catalizador y análogos. Por otra parte, la segunda fase no contiene sustancialmente un ligante, un adyuvante de sinterización, un catalizador y análogos, y se hace de una sustancia simple, un carburo o un óxido de Fe.

Es decir, el cuerpo de diamante policristalino de la presente realización tiene una estructura cristalina compacta con sumamente pocos vacíos en la que los granos de cristal hechos de una sola fase de diamante y que tienen un tamaño de grano medio menor o igual a 500 nm están acoplados directa y firmemente uno a otro. La segunda fase conteniendo el elemento añadido se forma en los límites de grano de los granos de cristal anteriores. Consiguientemente, el cuerpo de diamante policristalino anterior tiene excelentes propiedades de dureza incluso a una temperatura alta.

Cuando Fe (incluyendo una sustancia simple, un carburo y un óxido del mismo) añadido al cuerpo de diamante policristalino anterior queda expuesto en una superficie del cuerpo de diamante policristalino y es calentado por rozamiento o análogos, reacciona con cloro (Cl) contenido en un lubricante que contiene cloro y produce cloruro de hierro ($FeCl_3$). Dado que $FeCl_3$ tiene un punto de fusión de 302°C, cuando el cuerpo de diamante policristalino se calienta al punto de fusión anterior o más, el cloruro se funde a líquido. Consiguientemente, cuando el cuerpo de diamante policristalino se usa como una herramienta y produce rozamiento con un elemento a trabajar, $FeCl_3$ es licuado por el calor de rozamiento, y así el cuerpo de diamante policristalino y el elemento a trabajar están en contacto uno con otro al menos en una porción de una superficie de contacto entre ellos, interponiéndose entremedio el cloruro de hierro que tiene un esfuerzo cortante bajo y está licuado. Por ello, el coeficiente de rozamiento de la superficie de contacto anterior se reduce, y, por ello, puede reducirse la cantidad de desgaste del cuerpo de diamante policristalino cuando se usa para un elemento de resistencia al desgaste. Por lo tanto, el cuerpo de diamante policristalino y la herramienta equipada con el cuerpo de diamante policristalino pueden tener duraciones más largas.

Una concentración de Fe en el cuerpo de diamante policristalino anterior es superior o igual a 0,5 ppm y menor o igual a 70 ppm. Por ello, el cuerpo de diamante policristalino puede tener una dureza alta (una dureza Knoop superior o igual a 90 GPa) incluso cerca de la segunda fase, y también puede lograr el efecto producido por Fe descrito anteriormente. Se hace notar que el efecto producido por Fe descrito anteriormente no aparece de forma significativa en un cuerpo de diamante policristalino que tiene una concentración de Fe de menos de 0,5 ppm. Por otra parte, un cuerpo de diamante policristalino que tiene una concentración de Fe de más de 70 ppm tiene una dureza Knoop inferior a 90 GPa cerca de la segunda fase, y por ello su dureza es insuficiente para uso en una herramienta.

Por los ejemplos descritos más adelante se ha confirmado que un cuerpo de diamante policristalino en el que granos de cristal hechos de una sola fase de diamante tienen un tamaño de grano medio de 200 nm y al que se añade 0,2 ppm de Fe como elemento añadido, y un cuerpo de diamante policristalino en el que el tamaño de grano medio es 200 nm y al que se añade 20 ppm de Fe tienen duraciones más largas como matrices de estirado, en comparación con las matrices de estirado convencionales. Sin embargo, se considera que se logrará el mismo efecto adoptando un cuerpo de diamante policristalino en el que granos de cristal hechos de una sola fase de diamante tienen un tamaño de grano medio menor o igual a 500 nm y que tiene una concentración de Fe superior o igual a 0,5 ppm y menor o igual a 70 ppm.

La herramienta según la presente realización está equipada con el cuerpo de diamante policristalino de la presente realización, y se usa para realizar trabajo plástico usando un lubricante. Los ejemplos de la herramienta pueden incluir una matriz de estirado, un trazador y análogos. Como se ha descrito anteriormente, cuando el cuerpo de diamante policristalino de la presente realización se usa, por ejemplo, como una herramienta de resistencia al desgaste y produce rozamiento con un elemento a trabajar, conjuntamente con un lubricante que contiene cloro, se produce $FeCl_3$ por el calor de rozamiento. Consiguientemente, cuando la herramienta de la presente realización produce rozamiento con el elemento a trabajar, la herramienta está en contacto con el elemento a trabajar en al menos una porción de una superficie de contacto entre ellos, estando interpuesto entre ellos el cloruro de hierro que

tiene un esfuerzo cortante bajo y está licuado. Por ello, el coeficiente de rozamiento de la superficie de contacto anterior se reduce, y, por ello, la cantidad de desgaste del cuerpo de diamante policristalino puede reducirse. Por lo tanto, la herramienta según la presente realización puede tener una mayor duración al realizar trabajo plástico usando un lubricante.

A continuación, el método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según la presente realización se describirá con referencia a la figura 1. El método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según la presente realización incluye los pasos de: fabricar una mezcla (S01) mezclando un material fuente de grafito y metal Fe en polvo como un elemento cuyo sulfuro tiene un punto de fusión 100 a 500°C; fabricar un material de carbono (S02) triturando y mezclando la mezcla; y convertir directamente el material de carbono en un cuerpo de diamante policristalino (S03) en condiciones de temperatura alta y presión alta.

En primer lugar, en el paso (S01), un material fuente de grafito y metal Fe en polvo se preparan y mezclan para fabricar una mezcla. Como el material fuente de grafito, se prepara uno que tiene una concentración de impurezas sumamente baja. El metal Fe en polvo se prepara en una cantidad con la que su concentración en la mezcla se pone a una concentración predeterminada de Fe en el cuerpo de diamante policristalino. Específicamente, con el fin de fabricar un cuerpo de diamante policristalino conteniendo 30 ppm de Fe, el material fuente de grafito y el metal Fe en polvo se preparan de tal manera que la concentración en la mezcla sea 30 ppm.

A continuación, en el paso (S02), la mezcla del material fuente de grafito y el metal Fe en polvo fabricado en el paso anterior (S01) se tritura y mezcla con un molino planetario de bolas, para fabricar un material de carbono en polvo.

A continuación, en el paso (S03), el material de carbono fabricado en el paso anterior (S02) es convertido directamente a un cuerpo de diamante policristalino, usando un generador de temperatura alta y presión superalta. La conversión a un cuerpo de diamante policristalino se lleva a cabo en condiciones de una presión superior o igual a 10 GPa y una temperatura superior o igual a 1500°C. Por ello, puede obtenerse un cuerpo de diamante policristalino al que se añade Fe a 30 ppm. Aquí, el cuerpo de diamante policristalino incluye la primera fase como granos de cristal hechos de una sola fase de diamante que no contiene sustancialmente un ligante, un adyuvante de sinterización, un catalizador y análogos, y que tiene un tamaño de grano medio menor o igual a 500 nm. El cuerpo de diamante policristalino también incluye la segunda fase en la que Fe es segregado como una sustancia simple, un carburo o un óxido. La segunda fase se forma en los límites de grano de los granos de cristal como la primera fase. Se indica que, en este paso (S03), los valores límite superior de la presión y la temperatura pueden ponerse a cualesquiera valores en los que el diamante es termodinámicamente estable, y los valores límite superior de la presión y la temperatura los determina realmente el generador de temperatura alta y presión superalta usado. Por ejemplo, los límites superiores que permiten una fabricación industrialmente estable son una presión de aproximadamente 30 GPa y una temperatura de aproximadamente 3000°C.

Se ha confirmado mediante los ejemplos descritos más adelante que el cuerpo de diamante policristalino obtenido en el paso (S03) en condiciones de una presión de aproximadamente 15 GPa y una temperatura de aproximadamente 2300°C tiene una mayor duración como matriz de estirado, en comparación con las matrices de estirado convencionales. Sin embargo, se considera que puede obtenerse un cuerpo de diamante policristalino que tiene las mismas propiedades incluso en condiciones de una presión superior o igual a aproximadamente 10 GPa y una temperatura superior o igual a aproximadamente 1500°C.

Como se ha descrito anteriormente, el cuerpo de diamante policristalino según la presente realización incluye la primera fase como granos de cristal hechos de una sola fase de diamante y que tienen un tamaño de grano medio menor o igual a 500 nm, y la segunda fase que se forma en los límites de grano de los granos de cristal y en la que se segrega Fe. Consiguientemente, el cuerpo de diamante policristalino según la presente realización tiene excelentes propiedades de resistencia al desgaste producidas por contener Fe, además de propiedades de alta dureza del diamante.

Aunque los granos de cristal hechos de una sola fase de diamante tienen un tamaño de grano medio menor o igual a 500 nm en el cuerpo de diamante policristalino según la presente realización, el tamaño de grano medio es preferiblemente menor o igual a 300 nm. Por ello, el cuerpo de diamante policristalino puede tener otra estructura cristalina compacta con sumamente pocos vacíos, y puede tener propiedades de dureza más excelentes.

Aunque se forma la segunda fase y Fe constituye la segunda fase en el cuerpo de diamante policristalino de la presente realización, la presente invención no se limita a ello. A condición de que Fe sea segregado como la segunda fase en los límites de grano de los granos de cristal hechos de una sola fase de diamante, Fe puede constituir la segunda fase como al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple, un carburo y un óxido. Específicamente, al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple, un carburo y un óxido de Fe puede precipitar en los límites de grano de la primera fase. Además, al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple, un carburo y un óxido de Fe puede cristalizar en los límites de grano de la primera fase. En el método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino de la presente realización, dependiendo de la temperatura del paso (S03), por ejemplo, granos de Fe cerca del grafito dentro del material de carbono pueden cristalizar como un carburo de Fe, y otros granos de Fe pueden cristalizar como una

sustancia simple de Fe. También en este caso, el cuerpo de diamante policristalino puede tener el efecto de mejorar la resistencia al desgaste por Fe.

Además, aunque se añade Fe al cuerpo de diamante policristalino de la presente realización, la presente invención no se limita a ello. Puede añadirse cualquier elemento al cuerpo de diamante policristalino de la presente invención a condición de que su sulfuro o cloruro tenga un punto de fusión de 100 a 500°C.

Aquí, la razón de adoptar un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C es que, cuando el cuerpo de diamante policristalino se usa para un elemento de resistencia al desgaste, la temperatura de una porción de contacto entre el cuerpo de diamante policristalino y un elemento a trabajar llega hasta aproximadamente 1000°C, por el calor de rozamiento. Es decir, dado que el cuerpo de diamante policristalino contiene un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, puede producir un sulfuro o cloruro líquido en una interfaz de la porción de contacto anterior, y reducir el coeficiente de rozamiento.

Cuando se realiza trabajo plástico usando un lubricante que contiene cloro como se ha descrito anteriormente, el cuerpo de diamante policristalino puede contener cualquier elemento cuyo cloruro tenga un punto de fusión de 100 a 500°C. Por otra parte, cuando el trabajo plástico se lleva a cabo usando un lubricante que contiene azufre, el cuerpo de diamante policristalino puede contener cualquier elemento cuyo sulfuro tenga un punto de fusión de 100 a 500°C. En este caso, el cuerpo de diamante policristalino y el elemento a trabajar están en contacto uno con otro en al menos una porción de la superficie de contacto entre ellos, interponiéndose entre ellos un sulfuro que tiene un esfuerzo cortante bajo y está licuado. Así, el coeficiente de rozamiento de la superficie de contacto puede reducirse.

Se indica que el cuerpo de diamante policristalino de la presente invención es suficiente a condición de que contenga un elemento cuyo sulfuro o cloruro tenga un punto de fusión inferior a una temperatura que se supone que se alcanzará por el rozamiento con el elemento a trabajar cuando se use como una herramienta. En otros términos, cualquier elemento puede añadirse al cuerpo de diamante policristalino a condición de que su sulfuro o cloruro tenga un punto de fusión que es menor que la temperatura del cuerpo de diamante policristalino que se alcance cuando se produzca rozamiento. Un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión inferior o igual a 500°C se añade a un cuerpo de diamante policristalino usado para una aplicación de trabajo en la que la temperatura alcanzada es de aproximadamente 500°C. Un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión bajo de 100 a 500°C, es hierro. Además, como un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión alto de 500 a 1000°C, por ejemplo, se puede adoptar uno seleccionado de estroncio (Sr), sodio (Na) y análogos.

Además, se puede añadir múltiples elementos cuyos sulfuros o cloruros tienen diferentes puntos de fusión. Por ello, incluso en un caso donde hay un cambio en el calor de rozamiento generado entre la herramienta que utiliza el cuerpo de diamante policristalino anterior y el elemento a trabajar, el desgaste del cuerpo de diamante policristalino puede reducirse logrando una mayor duración. Aquí, se hace notar que un compuesto formado combinando los múltiples elementos cuyos sulfuros o cloruros tienen diferentes puntos de fusión puede precipitar en los límites de grano en el cuerpo de diamante policristalino. En este caso, dado que los sulfuros o cloruros de los elementos y el compuesto tienen diferentes puntos de fusión, también hay una posibilidad de que un sulfuro o cloruro líquido no pueda producirse suficientemente cuando el cuerpo de diamante policristalino produzca rozamiento. En un caso en el que se añaden múltiples elementos cuyos sulfuros o cloruros tienen diferentes puntos de fusión, es preferible seleccionar los elementos a añadir, las cantidades a añadir, y análogos, considerando la observación anterior.

El cuerpo de diamante policristalino anterior contiene un elemento cuyo sulfuro y cloruro tienen puntos de fusión de 100 a 500°C. Por ello, puede proporcionarse un cuerpo de diamante policristalino y una herramienta capaz de mejorar la resistencia al desgaste, independientemente de si un lubricante usado durante el trabajo plástico es un lubricante que contiene cloro o un lubricante que contiene azufre.

Se hace notar que, cuando un elemento añadido al cuerpo de diamante policristalino es Sr en el caso anterior, es preferible poner su concentración a más o igual a 40 ppm y menor o igual a 80 ppm. Cuando un elemento añadido es Na, es preferible poner su concentración a más o igual a 0,1 ppm y menos o igual a 50 ppm. Además, cuando se añaden Fe y Sr, es preferible poner su concentración total a más o igual a 40,5 ppm y menos o igual a 100 ppm. Además, cuando un elemento añadido es Ag o Cu, es preferible poner su concentración a más o igual a 0,1 ppm y menos o igual a 100 ppm. Si cada elemento tiene una concentración que es menor que un valor límite inferior, el efecto de suprimir el desgaste del cuerpo de diamante policristalino y prolongar su duración no puede lograrse de forma significativa. Además, si cada elemento tiene una concentración superior a un valor límite superior, la dureza cerca de una zona donde cada elemento es segregado es inferior a 90 GPa, y, por ello, el cuerpo de diamante policristalino no es adecuado para uso en una herramienta que requiere una dureza alta.

Aunque el metal Fe en polvo se usa como un elemento añadido en el paso (S01) en el método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según la presente realización, la presente invención no se limita a solamente Fe. Se puede fabricar una mezcla mezclando un material fuente de grafito y un material fuente de mezcla que contiene al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple, un carburo y un óxido de un elemento añadido. También de esta manera, se puede obtener un cuerpo de diamante policristalino que tiene propiedades iguales a las del cuerpo de diamante policristalino de la presente realización.

Además, aunque el material de carbono se fabrica triturando y mezclando la mezcla usando un molino planetario de bolas en el paso (S02) en el método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según la presente realización, la presente invención no se limita a ello. El material de carbono puede fabricarse por cualquier método capaz de triturar y mezclar la mezcla con alta uniformidad.

Además, aunque el material de carbono se fabrica triturando y mezclando el metal Fe en polvo y el material fuente de grafito en el método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según la presente realización, la presente invención no se limita a ello. Con referencia a la figura 2, por ejemplo, se fabrica (S11) un material de carbono provisto de recubrimiento recubriendo una superficie de polvo de un material fuente de grafito con Fe, y el material de carbono provisto de recubrimiento es convertido directamente a un cuerpo de diamante policristalino (S12) en condiciones de temperatura alta y presión alta. La superficie del polvo del material fuente de grafito puede recubrirse con Fe, por ejemplo, con un método de pulverización, un método de evaporación o análogos. El cuerpo de diamante policristalino según la presente invención también se puede fabricar de esta manera.

A continuación, se describirán ejemplos de la presente invención.

Ejemplos

Se fabricaron cuerpos de diamante policristalino según los Ejemplos 1 y 2 con un método descrito más adelante. En primer lugar, se fabricó el cuerpo de diamante policristalino del Ejemplo 1 mezclando una sustancia simple de Fe en polvo y un material fuente de grafito para fabricar una mezcla, y convertir la mezcla en un cuerpo de diamante policristalino a una presión de 15 GPa y a una temperatura de 2300°C. El cuerpo de diamante policristalino del Ejemplo 1 tenía 20 ppm de Fe añadido, y tenía un tamaño de grano medio de 200 nm.

El cuerpo de diamante policristalino del Ejemplo 2 de referencia se fabricó mezclando una sustancia simple de Na en polvo y un material fuente de grafito para fabricar una mezcla, y convertir la mezcla en un cuerpo de diamante policristalino a una presión de 15 GPa y a una temperatura de 2300°C. El cuerpo de diamante policristalino del Ejemplo 2 tenía 0,3 ppm de Na añadido, y tenía un tamaño de grano medio de 200 nm.

Se fabricó un cuerpo de diamante policristalino de un ejemplo comparativo convirtiendo un material fuente de grafito en un cuerpo de diamante policristalino a una presión de 15 GPa y a una temperatura de 2300°C, sin añadir un elemento añadido. El cuerpo de diamante policristalino del ejemplo comparativo tenía un tamaño de grano medio de 200 nm.

Se midieron las resistencias al desgaste de los cuerpos de diamante policristalino de los Ejemplos 1, 2 y del ejemplo comparativo obtenido como se ha descrito anteriormente, mediante una técnica descrita a continuación.

Se evaluaron las resistencias al desgaste de los cuerpos de diamante policristalino de los Ejemplos 1, 2 y del ejemplo comparativo, cuando se usaron para matrices para realizar estirado (estirado de alambre) en SUS316. Con referencia a la figura 3, una matriz 1 que tiene un agujero 3 con un diámetro de agujero de ϕ30 µm en la que cada uno de los cuerpos de diamante policristalino 2 de los Ejemplos 1, 2 y del ejemplo comparativo se aplicó a una superficie de trabajo, se usó para estirar SUS316 a una velocidad de estirado de alambre de 1000 m/minuto, y se midió el tiempo de estirado empleado hasta que el diámetro de agujero de la matriz 1 se expandió a ϕ30,5 µm. En esta ocasión, un lubricante conteniendo cloro se usó como lubricante.

Como resultado de la medición, se pudo confirmar que el tiempo de estirado anterior es cuatro veces más largo en las matrices que utilizan cuerpos de diamante policristalino 2 de los Ejemplos 1, 2, que el de la matriz que utiliza un cuerpo de diamante policristalino 2 del ejemplo comparativo. Es decir, se pudo confirmar que los cuerpos de diamante policristalino de los Ejemplos 1, 2 tienen duraciones más largas porque contienen un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión inferior o igual a 1000°C.

Aunque la realización y los ejemplos de la presente invención se han descrito anteriormente, la realización y los ejemplos descritos anteriormente también pueden ser modificados de varias maneras. Además, el alcance de la presente invención no se limita a la realización y los ejemplos descritos anteriormente. El alcance de la presente invención se define por el alcance de las reivindicaciones.

Aplicabilidad industrial

El cuerpo de diamante policristalino, el método para fabricarlo, y la herramienta de la presente invención son especialmente ventajosos aplicados a un elemento de resistencia al desgaste para realizar trabajo plástico usando un lubricante.

Lista de signos de referencia

1: matriz; 2: cuerpo de diamante policristalino; 3: agujero.

REIVINDICACIONES

1. Un cuerpo de diamante policristalino conteniendo al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple de al menos un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, un carburo de al menos un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, y un óxido de al menos un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, y

en el que los granos de cristal del cuerpo de diamante policristalino tienen un tamaño de grano medio de menos o igual a 500 nm, e

incluyendo una segunda fase dispuesta en los límites de grano de dichos granos de cristal como una primera fase, formándose la segunda fase de al menos uno seleccionado del grupo que consta de la sustancia simple, el carburo y el óxido,

donde, como dicho elemento, se añade hierro en cantidad superior o igual a 0,5 ppm y menor o igual a 70 ppm.

2. Una herramienta que utiliza un cuerpo de diamante policristalino según la reivindicación 1.

3. Un método para fabricar un cuerpo de diamante policristalino para realizar trabajo plástico usando un lubricante conteniendo cloro o conteniendo azufre, incluyendo los pasos de:

fabricar una mezcla mezclando un material fuente de grafito y un material fuente de mezcla que contiene al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple de al menos un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, un carburo de al menos un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, y un óxido de un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C donde, como dicho elemento, se añade hierro en cantidad superior o igual a 0,5 ppm y menor o igual a 70 ppm;

fabricar un material de carbono triturando y mezclando dicha mezcla; y

convertir directamente dicho material de carbono en un cuerpo de diamante policristalino incluyendo granos de cristal y una segunda fase dispuesta en los límites de grano de dichos granos de cristal como una primera fase, formándose la segunda fase de al menos uno seleccionado del grupo que consta de la sustancia simple, el carburo y el óxido.

4. Un método para fabricar un cuerpo de diamante policristalino para realizar trabajo plástico usando un lubricante conteniendo cloro o conteniendo azufre, incluyendo los pasos de:

fabricar un material de carbono provisto de capa de recubrimiento recubriendo una superficie de polvo de un material fuente de grafito con una capa de recubrimiento que contiene al menos uno seleccionado del grupo que consta de una sustancia simple de al menos un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, un carburo de al menos un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C, y un óxido de un elemento cuyo sulfuro o cloruro tiene un punto de fusión de 100 a 500°C donde, como dicho elemento, se añade hierro en cantidad superior o igual a 0,5 ppm y menor o igual a 70 ppm; y

convertir directamente dicho material de carbono provisto de capa de recubrimiento en un cuerpo de diamante policristalino incluyendo granos de cristal y una segunda fase dispuesta en los límites de grano de dichos granos de cristal como una primera fase, formándose la segunda fase de al menos uno seleccionado del grupo que consta de la sustancia simple, el carburo y el óxido.

5. El método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según la reivindicación 4, donde, en dicho paso de fabricar dicho material de carbono provisto de capa de recubrimiento, la superficie del polvo de dicho material fuente de grafito se recubre con dicho elemento mediante un método de pulverización.

6. El método para fabricar el cuerpo de diamante policristalino según alguna de las reivindicaciones 3 a 5, donde, en dicho paso de conversión directa, se usan las condiciones de una presión superior o igual a 10 GPa e inferior o igual a 30 GPa, y una temperatura de calentamiento superior o igual a 1500°C e inferior o igual a 3000°C.

FIG.1

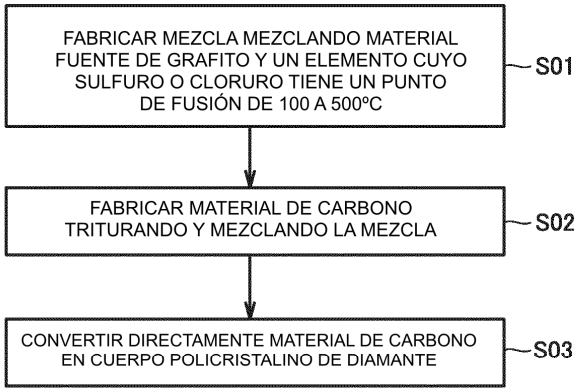

FIG.2

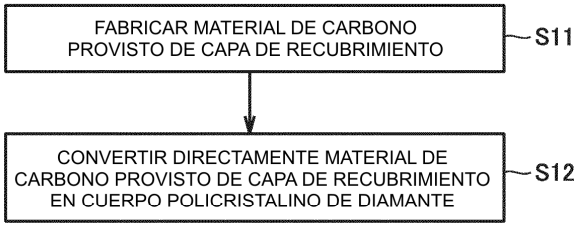
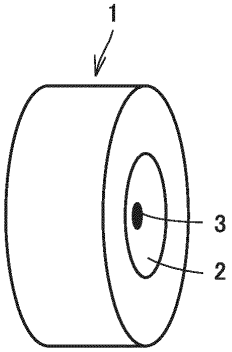
FIG.3