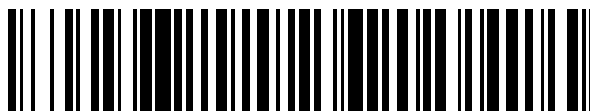


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 582**

51 Int. Cl.:

C23C 16/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2007** **E 07115583 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013** **EP 1897970**

54 Título: **Herramienta de corte recubierta y método para producirla**

30 Prioridad:

05.09.2006 JP 2006239719

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

24.10.2013

73 Titular/es:

TUNGALOY CORPORATION (100.0%)
11-1, Yoshima-Kogyodanchi, Iwaki-shi
Fukushima 970-1144, JP

72 Inventor/es:

WATANABE, JUN y
SONE, YOHEI

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO FACES, José

ES 2 426 582 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

Herramienta de corte recubierta y método para producirla.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una herramienta de corte recubierta que comprende un material de base que tiene una superficie recubierta con una película de recubrimiento. Más concretamente, la presente invención se refiere a una herramienta de corte recubierta compuesta por un material de base que tiene una superficie recubierta con una película de cristales columnares de TiCN que tiene una estructura específica, y que se utiliza ventajosamente para cortar acero al carbón, hierro colado dúctil, y otros.

Técnica anterior

Para realizar cortes se utiliza mucho una herramienta de corte recubierta, compuesta por un material de base compuesto por un material duro que tiene una superficie recubierta con una película de cristales columnares de TiCN depositada mediante un método de deposición química en fase de vapor (CVD) a una temperatura media, tal como una temperatura en el intervalo comprendido entre 700°C y 900°C, utilizando una gas materia prima que comprende CH₃CN en el que la película de cristales columnares de TiCN está recubierta con una película de óxido de aluminio.

Como herramienta de corte recubierta de la técnica anterior, existe una herramienta de corte con recubrimiento de superficie hecha de carburo cementado a base de carburo de tungsteno, que está recubierta con una primera capa compuesta por nitruro de titanio, una segunda capa compuesta por carbonitruro de titanio, una tercera capa compuesta por carbóxido de titanio, y una cuarta capa compuesta por óxido de aluminio (véase, por ejemplo, el documento de patente 1). Sin embargo, puesto que la herramienta de corte con recubrimiento de superficie hecha de carburo cementado a base de carburo de tungsteno está recubierta con una película de carbonitruro de titanio depositada mediante un método de CVD de media temperatura que utiliza un gas materia prima que comprende CH₃CN, la relación atómica entre carbono y la suma de carbono y nitrógeno contenidos en la película de carbonitruro de titanio $\{C/(C+N)\}$ es tan pequeña como 0,5 a 0,6. Por lo tanto, existe el problema de que la película de recubrimiento de carbonitruro de titanio tiene una dureza baja y por lo tanto no presenta una resistencia al desgaste satisfactoria.

Como otra herramienta de corte recubierta de la técnica anterior, existe una herramienta de corte recubierta que está recubierta con una película de TiCN que utiliza un gas materia prima que comprende CH₃CN y CH₄ (véase, por ejemplo, el documento de patente 2). Sin embargo, cuando la reacción para la deposición se lleva a cabo a una temperatura de 900°C o inferior, sólo reacciona el CH₃CN y casi nada de CH₄ experimenta la reacción química. Por lo tanto, la película de TiCN resultante no tiene una relación $C/(C+N)$ superior a 0,6, y por lo tanto la película de TiCN tiene una dureza baja y no presenta una resistencia al desgaste satisfactoria. Por otro lado, cuando la reacción se lleva a cabo a una temperatura superior a 900°C, la película de recubrimiento de TiCN resultante está compuesta por granos de cristal gruesos, y por lo tanto se reduce su tenacidad, lo que genera el problema de una baja resistencia a la fractura.

[Documento de patente 1] Publicación de patente japonesa no examinada N° Hei 07-328808 [Documento de patente 2] Publicación de patente japonesa no examinada N° Hei 06-158324

En el documento de EE.UU. 2001/036388 A1 se describe un método para producir una herramienta de corte recubierta, que comprende depositar una película de cristales columnares de TiCN mediante un método de CVD a una temperatura de 900°C, utilizando un gas materia prima que comprende nitrógeno, etano, acetonitrilo, titanio tetracloruro de carbono e hidrógeno.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

55 Problemas a ser resueltos por la invención

En los últimos años, en el campo del mecanizado, hay cada vez una mayor demanda de productos mecanizados de alta calidad, especialmente que tengan una precisión mejorada de la dimensión de mecanizado. Además, los materiales a cortar tienen cada año mayor dureza o resultan más difíciles de cortar, y, cuando tales materiales se cortan por medio de una herramienta de corte convencional, es probable que se produzca el retroceso de la posición del filo de la herramienta debido al desgaste o al descantillado de la porción de superficie con relieve, que conduce a la desventaja de que la dimensión de mecanizado de los materiales a cortar queda fuera del intervalo establecido en un tiempo de mecanizado corto. En los puntos de mecanizado, para mantener la precisión de la dimensión de mecanizado de los materiales a cortar dentro del intervalo establecido, la posición del filo de la herramienta se corrige con frecuencia, lo que reduce la eficacia de mecanizado. Por lo tanto, para los puntos de mecanizado resulta deseable una herramienta de corte con menor probabilidad de producir el retroceso de la posición del filo de la herramienta. En consecuencia, un objeto de la presente invención es proporcionar una

herramienta de corte recubierta con una excelente resistencia al desgaste y una excelente resistencia al descantillado así como una excelente resistencia a la fractura, de manera que sea poco probable que la herramienta de corte recubierta provoque el retroceso de la posición del filo de la herramienta debido al desgaste o al descantillado, y un método para producirla.

5

Medios para resolver los problemas

Los autores de la presente invención han llevado a cabo extensos e intensos estudios con miras a desarrollar una herramienta de corte recubierta poco susceptible de provocar el retroceso de la posición del filo de la herramienta debido al desgaste o al descantillado del filo de la herramienta. Como resultado, se ha descubierto que cuando se deposita una película de cristales columnares de TiCN sobre la superficie de un material de base mediante un método de CVD de media temperatura según la reivindicación 10, la película de cristales columnares de TiCN resultante aumenta su dureza sin disminuir su resistencia, en comparación con una película de TiCN convencional. La herramienta de corte recubierta obtenida mediante la presente invención tiene una excelente resistencia al desgaste y una excelente resistencia al descantillado así como una excelente resistencia a la fractura. Por lo tanto, queda suprimido el retroceso de la posición del filo de la herramienta debido al desgaste o al descantillado, por lo que resulta posible mantener una precisión de la dimensión de mecanizado y reducir las operaciones de corrección de la posición del filo de la herramienta debido al cambio de dimensión.

La herramienta de corte recubierta de la presente invención comprende un material de base que tiene una superficie recubierta con una película de recubrimiento, en la que la película de recubrimiento comprende al menos una capa compuesta por una película de cristales columnares de TiCN. Concretamente, en la presente invención, se forma una película de cristales columnares de TiCN directamente sobre un material de base o se forma a través de una película más interior formada en el material de base. La película de cristales columnares de TiCN tiene un tamaño medio de grano de 0,05 μm a 0,5 μm , medido en la dirección paralela a la superficie del material de base, y presenta un patrón de difracción de rayos X con un pico en un ángulo 2θ de difracción en el intervalo comprendido entre 121,5° y 122,6°, en el que el pico se atribuye a la cara cristalina (422) del cristal columnar de TiCN medido utilizando radiación CuK α .

Los ejemplos específicos de las herramientas de corte recubiertas de la presente invención incluyen la punta de corte, la fresa de espiga, el taladro y el escariador. El material de base utilizado en la herramienta de corte recubierta de la presente invención es un material que convencionalmente se ha utilizado como material de base en la herramienta de corte recubierta, y los ejemplos específicos incluyen carburo cementado, cermet, cerámica y materiales sinterizados de nitruro de boro cúbico. En la herramienta de corte recubierta de la presente invención resulta más preferente como material de base el carburo cementado, debido a la resistencia al desgaste y la resistencia a la fractura.

La película de recubrimiento que comprende una película de cristales columnares de TiCN de la presente invención está compuesta por al menos un elemento seleccionado de entre un carburo, un nitruro y un óxido de un elemento perteneciente al Grupo 4a (Ti, Zr, Hf), 5a (V, Nb, Ta) o 6a (Cr, Mo, W) de la Tabla Periódica o Al y una solución sólida mutua de los mismos. Los ejemplos específicos incluyen TiC, TiN, TiCN, TiCO, TiCNO, TiAlCO, TiAlCNO y Al₂O₃. Resulta preferente que toda la película de recubrimiento tenga un espesor medio de 7 μm a 25 μm . Cuando toda la película de recubrimiento tiene un espesor medio inferior a 7 μm , la resistencia al desgaste es mala. Por otra parte, cuando toda la película de recubrimiento tiene un espesor medio superior a 25 μm , la resistencia a la fractura es mala.

La relación atómica entre carbono y la suma de carbono y nitrógeno contenidos en la película de cristales columnares de TiCN de la presente invención $\{C/(C+N)\}$ es superior a la de una película de TiCN convencional, y la constante reticular de la película de cristales columnares de TiCN de la presente invención es superior a la de una película de TiCN convencional. Por esta razón, el ángulo 2θ de difracción de rayos X del pico de la película de cristales columnares de TiCN de la presente invención se desplaza hacia el lado del ángulo bajo, en comparación con el ángulo 2θ de difracción de rayos X del pico de la película TiCN convencional. Cuando la película de cristales columnares de TiCN de la presente invención se somete a difracción de rayos X utilizando radiación CuK α , la película de cristales columnares de TiCN presenta un patrón de difracción de rayos X con un pico en un ángulo 2θ de difracción en el intervalo comprendido entre 121,5° y 122,6°, en el que el pico se atribuye a la cara cristalina (422) del cristal columnar de TiCN. Cuando el ángulo 2θ de difracción del pico atribuido a la cara cristalina (422) de la película es inferior a 121,5°, la película de TiCN tiene una dureza alta de manera que se reduce la resistencia de la película. Por otro lado, cuando el ángulo 2θ de difracción es superior a 122,6°, la película de TiCN tiene una dureza baja, de manera que se reduce la resistencia al desgaste de la película. La película de cristales columnares de TiCN tiene un tamaño medio de grano de 0,05 μm a 0,5 μm , medido en la dirección paralela a la superficie del material de base. Cuando el tamaño medio de grano es inferior a 0,05 μm , los cristales columnares de TiCN son extremadamente finos y por lo tanto, propensos a la rotura. Por otro lado, cuando el tamaño medio de grano es superior a 0,5 μm , se reduce la resistencia a la fractura de la película de cristales columnares de TiCN. El tamaño medio de grano de la película de cristales columnares de TiCN en la dirección paralela a la superficie del material de base puede medirse observando la sección transversal de la película de recubrimiento en un microscopio electrónico de barrido o un microscopio electrónico de transmisión. En concreto, el tamaño de grano de la película de cristales

columnares de TiCN puede medirse fácilmente mediante un método en el que un material de base de carburo cementado que tiene una superficie recubierta con una película de recubrimiento se somete a tratamiento térmico en atmósfera de gas hidrógeno o de vacío a una temperatura de 1.100°C a 1.200°C durante 1 a 90 minutos para difundir la fase de unión metálica del material de base de carburo cementado a través del límite de grano en la película de recubrimiento de cristales columnares de TiCN, y a continuación, se observa en un MEB la sección transversal de pulido especular de la película de recubrimiento.

En la presente invención, resulta preferente que un valor de la mitad de la anchura del pico atribuido a la cara cristalina (422) de la película de cristales columnares de TiCN se encuentre en el intervalo comprendido entre 0,40° y 0,60°, ya que se mejora la resistencia a la fractura de la película de cristales columnares de TiCN. Cuando el valor de la mitad de la anchura del pico atribuido a la cara cristalina (422) de la película es 0,40° o más, el tamaño medio de grano de la misma es fino y se mejora la resistencia a la fractura de la misma. Cuando el valor de la mitad de la anchura del pico atribuido a la cara cristalina (422) de la película es superior a 0,60°, el tamaño medio de grano de la misma es demasiado fino y por lo tanto los cristales columnares de TiCN son propensos a la rotura. Por lo tanto, el valor de la mitad de la anchura del pico atribuido a la cara cristalina (422) de la película de cristales columnares de TiCN se encuentra preferentemente en el intervalo comprendido entre 0,40° y 0,60°. Puede medirse el valor de la mitad de la anchura del pico atribuido a la cara cristalina (422) de la película en las siguientes condiciones para la medición.

Rayos X característicos: radiación CuK α ;
Monocromador: Ni;
Ranura de divergencia: 1/2°;
Ranura de dispersión: 2/3°;
Ranura de recepción: 0,15 mm;
Intervalo de muestreo: 0,01°

En la presente invención, resulta preferente que la película de cristales columnares de TiCN presente un patrón de difracción de rayos X con la mayor intensidad en el pico atribuido a la cara cristalina (422), puesto que se potencia la tenacidad de la película de cristales columnares de TiCN, mejorando la resistencia al descantillado. En la presente invención, resulta preferente que la película de cristales columnares de TiCN tenga una relación C/(C+N) de 0,70 a 0,90. Cuando la relación C/(C+N) es 0,70 o más, se mejora la resistencia al desgaste, y, cuando la relación es superior a 0,90, la resistencia a la fractura tiende a disminuir.

La película de cristales columnares de TiCN de la presente descripción puede depositarse utilizando un gas materia prima que comprende una cadena hidrocarbonada de 2 a 20 átomos de carbono, excluyendo así el CH₄, un compuesto de cianógeno orgánico, tetracloruro de titanio, e hidrógeno a una temperatura de deposición de 700°C a 900°C. Concretamente, pueden mencionarse condiciones para la deposición de manera que la temperatura de deposición sea de 700°C a 900°C, la presión sea de 5 kPa a 10 kPa y el gas materia prima comprenda del 1,0% al 4,0% en moles de una cadena hidrocarbonada de 2 a 20 átomos de carbono, del 0,1% al 0,5% en moles de CH₃CN, del 1,0% al 4,0% en moles de TiCl₄, y el resto de H₂. El compuesto de cianógeno orgánico es tanto una fuente de carbono como una fuente de nitrógeno para la película de cristales columnares de TiCN y la cadena hidrocarbonada de 2 a 20 átomos de carbono es una fuente de carbono para la película de cristales columnares de TiCN. Los ejemplos específicos de cadenas hidrocarbonadas que tienen de 2 a 20 átomos de carbono incluyen hidrocarburos saturados con estructura de cadena, tales como C₂H₆ y C₃H₈, e hidrocarburos insaturados con estructura de cadena, tales como C₂H₄ y C₃H₆. La razón de excluir el CH₄ con 1 átomo de carbono de la cadena hidrocarbonada reside en que el CH₄ tiene una temperatura de descomposición alta, de manera que no puede ser una fuente de carbono en el método de CVD de media temperatura a una temperatura de deposición de 700°C a 900°C. Cuando el número de átomos de carbono de la cadena hidrocarbonada está en el intervalo comprendido entre 2 y 20, puede introducirse la cadena hidrocarbonada en una cámara de reacción en un estado gaseoso con otro gas materia prima en un método de CVD convencional. Esto se debe a que la temperatura de ebullición de la cadena hidrocarbonada de 2 a 20 átomos de carbono no es tan alta. Los átomos de carbono de la cadena hidrocarbonada son preferentemente de 2 a 6 y más preferentemente de 2 a 3. Los ejemplos específicos de los compuestos de cianógeno orgánicos incluyen CH₃CN (acetonitrilo), CH₃CH₂CN (propanonitrilo) y C₆H₅CN (benzonitrilo).

En la presente descripción, resulta preferente formar la película de cristales columnares de TiCN mediante un método de CVD de media temperatura a una temperatura de deposición de 700°C a 900°C. La razón es la siguiente. Cuando la temperatura de deposición es inferior a 700°C, es poco probable que continúe una reacción química para formar TiCN, por lo que el tiempo de deposición se prolonga, reduciendo la productividad de la película. Por otro lado, cuando la temperatura de deposición es superior a 900°C, el tamaño medio de grano de la película de cristales columnares de TiCN en la dirección paralela al material de base se hace más grueso, lo que deteriora la resistencia a la fractura de la película.

La herramienta de corte recubierta de la presente descripción puede producirse mediante un método para producir una herramienta de corte recubierta, que comprende las etapas de: elevar la temperatura de un material de base hasta una temperatura de deposición; depositar en el material de base una película de cristales columnares de TiCN mediante un método de CVD a una temperatura en el intervalo comprendido entre 700°C y 900°C utilizando un

gas materia prima que comprende una cadena hidrocarbonada de 2 a 20 átomos de carbono, un compuesto de cianógeno orgánico, tetracloruro de titanio, e hidrógeno; y enfriar el material de base recubierto con una película de recubrimiento.

En la presente invención, resulta preferente que la película de cristales columnares de TiCN tenga un espesor medio de 5 μm a 20 μm . Cuando el espesor medio de la película es inferior a 5 μm , la resistencia al desgaste en la superficie con relieve es mala. Por otro lado, cuando el espesor medio es superior a 20 μm , es probable que el filo de la herramienta se fracture. Resulta más preferente que la película de cristales columnares de TiCN tenga un espesor medio de 7 μm a 15 μm .

Puesto que el óxido de aluminio tiene una excelente resistencia a la oxidación, resulta preferente disponer una película exterior que comprende al menos una capa de película de óxido de aluminio. La película de cristales columnares de TiCN de la presente invención se forma preferentemente directamente en el material de base o se forma sobre la película de TiN más interior formada en el material de base. La película de óxido de aluminio de la presente invención tiene preferentemente un espesor medio de 1,5 μm a 10 μm , más preferentemente de 3 μm a 8 μm . Cuando el espesor medio de la película de óxido de aluminio es inferior a 1,5 μm , la herramienta de corte tiene una resistencia al desgaste de cráter poco satisfactoria en la cara de corte. Por otro lado, cuando el espesor medio es superior a 10 μm , es probable que el filo de la herramienta se fracture. Resulta preferente que la película de óxido de aluminio tenga una estructura cristalina de tipo- α , puesto que el óxido de α -aluminio es más estable a altas temperaturas que el óxido de aluminio de la otra estructura cristalina. La película de óxido de α -aluminio es poco susceptible de provocar la fractura o el descantillado cuando el filo de la herramienta está a una temperatura alta en el corte a alta velocidad, particularmente para acero al carbono o acero aleado.

Efecto de la invención

La herramienta de corte recubierta de la presente invención presenta una excelente resistencia al desgaste y una excelente resistencia al descantillado, así como una excelente resistencia a la fractura. Cuando se utiliza la herramienta de corte recubierta de la presente invención, el retroceso de la posición del filo debido al desgaste o al descantillado queda suprimido ventajosamente, por lo que resulta posible mantener una precisión de la dimensión de mecanizado del material a cortar y reducir las operaciones de corrección de la posición del filo de la herramienta.

Ejemplo 1

Como material de base, se preparó una punta de corte hecha de carburo cementado, que tiene una forma CNMG120412 especificada en JIS, y que tiene una composición: 91,5% en peso de WC-0,5% en peso de TiC-1,8% en peso de TaC-0,2% en peso de NbC-6,0% en peso de Co. Se sometió la porción de filo cortante del material de base a rectificado para su redondeo por medio de un cepillo de SiC, y a continuación se lavó la superficie del material de base. A continuación, se colocó el material de base resultante en una cámara de CVD con un sistema de calentamiento externo, y se depositó una película de recubrimiento sobre la superficie del material de base utilizando gas de alta pureza con una pureza de 99,5% en volumen o más, que se muestra en la Tabla 1 ó 2, en las condiciones de deposición que se muestran en la Tabla 1 ó 2, de manera que la película de recubrimiento estaba compuesta por las estructuras de película con el espesor medio que se muestra en la Tabla 3. La Tabla 1 muestra las condiciones de deposición para las películas interiores y la Tabla 2 muestra las condiciones de deposición para las películas exteriores, incluida una película intermedia y, en las muestras de la invención 1 a 6, se utilizó como gas materia prima una cadena hidrocarbonada de 2 ó 3 átomos de carbono.

TABLA 1

Nº de muestra	Tipo de película	Composición del gas materia prima (% en moles)	Temperatura (°C)	Presión (kPa)	Caudal (Umin)
Muestras de la invención 1,2	Película de TiN más interior	TiCl ₄ :2,4%,N ₂ :48,8%, H ₂ :48,8%	880	40,0	30,7
	Película de cristales columnares de TiCN	TiCl ₄ :1,5%,CH ₃ CN: 0,3%,C ₂ H ₆ :3,2%,H ₂ : 95,0%	880	8,0	15,8
Muestras de la invención 3,4	Película de TiN más interior	TiCl ₄ :2,4%,N ₂ :48,8%, H ₂ :48,8%	830	40,0	30,7
	Película de cristales columnares de TiCN	TiCl ₄ :3,0%,CH ₃ CN: 0,2%,C ₂ H ₄ :2,1%,H ₂ : 94,7%	830	8,0	15,7
Muestra de la invención 5	Película de TiN más interior	TiCl ₄ :2,4%,N ₂ :48,8%, H ₂ :48,8%	780	40,0	30,7
	Película de cristales columnares de TiCN	TiCl ₄ :3,0%,CH ₃ CN: 0,2%,C ₃ H ₆ :1,2%,H ₂ : 95,6%	780	8,0	15,7

5	Muestra de la invención 6	Película de TiN más interior	TiCl ₄ :2,4%,N ₂ :48,8%, H ₂ :48,8 %	780	40,0	30,7
		Película de cristales columnares de TiCN	TiCl ₄ :2,9%,CH ₃ CN: 0,1%,C ₃ H ₆ :1,6%,H ₂ : 95,4%	780	8,0	15,7
10	Muestras comparativas 1,2	Película de TiN más interior	TiCl ₄ :2,4%,N ₂ :48,8%, H ₂ :48,8 %	880	40,0	30,7
		Película de cristales columnares de TiCN	TiCl ₄ :1,1%,CH ₃ CN: 1,3,N ₂ :48,8%,H ₂ :48,8%	880	8,0	20,5
15	Muestra comparativa 3	Película de TiN más interior	TiCl ₄ :2,4%,N ₂ :48,8%, H ₂ :48,8 %	880	40,0	30,7
		Película de cristales columnares de TiCN	TiCl ₄ :3,0%,CH ₃ CN: 0,8%,H ₂ :96,2%	880	8,0	15,6
20	Muestras comparativas 4,5	Película de TiN más interior	TiCl ₄ :2,4%,N ₂ :48,8%, H ₂ :48,8 %	830	40,0	30,7
		Película de cristales columnares de TiCN	TiCl ₄ :3,0%,CH ₃ CN: 0,3%,H ₂ :96,7%	830	8,0	15,6
25	Muestra comparativa 6	Película de TiN más interior	TiCl ₄ :2,4%,N ₂ :48,8%, H ₂ :48,8 %	950	40,0	30,7
		Película de cristales columnares de TiCN	TiCl ₄ :1,2%,CH ₃ CN: 0,2%,CH ₄ :16,0%, HCl:2,7%,H ₂ :79,9%	950	24,0	18,8

TABLA 2

Nº de muestra	Tipo de película	Composición del gas materia prima (% en moles)	Temperatura (°C)	Presión (kPa)	Caudal (Umin)
35	Película intermedia (TiCO)	TiCl ₄ :2,2%,CO: 3,9%,H ₂ :93,9 %	980	18,7	12,8
	Película de óxido de aluminio (κ-Al ₂ O ₃)	AlCl ₃ :2,5%,CO ₂ : 4,5%,CO:4,4 %, HCl:4,0%,H ₂ S: 0,4%,H ₂ :84,2%	980	7,3	16,1
	Película de TiN más exterior	TiCl ₄ :0,8%,N ₂ : 49,6%,H ₂ :49,6 %	980	40,0	30,2
45	Película intermedia (TiAlCNO)	TiCl ₄ :0,9%,AlCl ₃ : 0,8%,N ₂ :44,8%, CO:0,9%,H ₂ :52,6%	1.000	8,0	33,5
	Película de óxido de aluminio (α-Al ₂ O ₃)	AlCl ₃ :0,9%,CO ₂ : 2,6%,CO:10,4%, HCl:6,5%,H ₂ S: 0,4%,H ₂ :79,2%	1.000	8,0	23,1
	Película de TiN más exterior	TiCl ₄ :0,8%,N ₂ : 49,6%,H ₂ :49,6 %	1.000	40,0	30,2

TABLA 3

Nº de muestra	Estructuras de película y espesor medio de cada película (μm)					Espesor medio de la capa de recubrimiento (μm)
	Película interior		Película exterior			
	Película de TiN más interior	Película de TiN más interior	Película intermedia (TiCO)	Película intermedia (TiCO)	Película intermedia (TiCO)	
Muestra de la invención 1	1,0	8,0	0,2(TiCO)	4,9(κ-Al ₂ O ₃)	0,5	14,6
Muestra de la invención 2	1,0	7,9	0,5(TiAlCNO)	4,7(α-Al ₂ O ₃)	0,3	14,4

5	Muestra de la invención 3	0,3	13,2	0,7(TiAlCNO)	9,4(α -Al ₂ O ₃)	0,3	23,9
	Muestra de la invención 4	0,3	18,8	0,6(TiAlCNO)	1,6(α -Al ₂ O ₃)	0,3	21,6
	Muestra de la invención 5	0,2	8,3	0,8(TiAlCNO)	3,1(α -Al ₂ O ₃)	0,4	12,8
10	Muestra de la invención 6	0,2	5,8	0,7(TiAlCNO)	1,8(α -Al ₂ O ₃)	0,2	8,7
	Muestra comparativa 1	1,0	7,9	0,2(TiCO)	4,8(κ -Al ₂ O ₃)	0,5	14,4
15	Muestra comparativa 2	1,1	8,0	0,6(TiAlCNO)	5,0(α -Al ₂ O ₃)	0,4	15,1
	Muestra comparativa 3	1,1	19,3	0,5(TiAlCNO)	3,9(α -Al ₂ O ₃)	0,2	25,0
	Muestra comparativa 4	0,3	10,1	0,8(TiAlCNO)	9,1(α -Al ₂ O ₃)	0,3	20,6
20	Muestra comparativa 5	0,3	6,1	0,8(TiAlCNO)	3,1(α -Al ₂ O ₃)	0,3	10,6
	Muestra comparativa 6	1,3	10,2	0,6(TiAlCNO)	4,1(α -Al ₂ O ₃)	0,3	16,5

Para las muestras de invención 1 a 6 y las muestras comparativas 1 a 6 obtenidas, se llevó a cabo un análisis de difracción de rayos X utilizando radiación CuK α para medir un ángulo 2 θ de difracción del pico atribuido a la cara cristalina (422) de la película de cristales columnares de TiCN, un valor de la mitad de la anchura del pico y una cara cristalina del pico en la que la película de cristales columnares de TiCN tiene la mayor intensidad en el patrón de difracción de rayos-X. A continuación, se sometió a pulido especular una sección transversal de la película de recubrimiento cortada en la dirección perpendicular a la superficie del material de base, y se determinó cuantitativamente el contenido de C y el contenido de N de la película de cristales columnares de TiCN mediante EPMA, y se calculó la relación C/(C+N) de la película de TiCN. Además, se sometió la muestra resultante a un tratamiento térmico a vacío a 1.200°C durante 10 minutos para difundir la fase de unión metálica del material de base de carburo cementado a través del límite de grano en la película de recubrimiento de cristales columnares de TiCN, y a continuación se examinó en un MEB la superficie con pulido especular de la sección transversal normal para hacer una microfotografía. En la microfotografía de la película de cristales columnares de TiCN en su parte central, se dibujó una línea paralela a la interfaz del material de base de carburo cementado, y se midió el número de límites de grano en la película de cristales columnares de TiCN en la línea que tenía una longitud arbitraria, y se calculó un tamaño medio de grano de la película. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4

Nº de muestra	Película de cristales columnares de TiCN				
	Ángulo 2 θ de difracción del pico atribuido a la cara cristalina (422)	Valor de la mitad de la anchura del pico atribuido a la cara cristalina (422)	Cara cristalina del pico en la que la película cristales columnares de TiCN tiene la mayor intensidad en el patrón de difracción de rayos X	Relación C/(C+N)	Tamaño medio de grano en la dirección paralela al material de base (μ m)
Muestra de la invención 1	122,4°	0,42°	(111)	0,74	0,42
Muestra de la invención 2	122,4°	0,41°	(111)	0,75	0,46
Muestra de la invención 3	122,1°	0,46°	(422)	0,81	0,20
Muestra de la invención 4	122,1°	0,44°	(422)	0,81	0,21
Muestra de la invención 5	122,1°	0,49°	(422)	0,82	0,14
Muestra de la invención 6	121,8°	0,56°	(422)	0,90	0,08
Muestra comparativa 1	123,5°	0,29°	(111)	0,50	0,45

5	Muestra comparativa 2	123,5°	0,29°	(111)	0,51	0,44
	Muestra comparativa 3	123,1°	0,33°	(111)	0,60	0,37
10	Muestra comparativa 4	123,1°	0,38°	(422)	0,59	0,25
	Muestra comparativa 5	123,1°	0,38°	(422)	0,60	0,26
15	Muestra comparativa 6	122,3°	0,28°	(220)	0,78	1,13

20 Con respecto a cada una de las puntas de corte de las muestras de la invención 1 a 6 y de las muestras comparativas 1 a 6, se llevó a cabo un ensayo de corte en las condiciones que se muestran a continuación, utilizando, como material a cortar, un disco en forma de anillo FCD700 (dureza: HB240) con un diámetro exterior de 180 mm, un diámetro interior de 60 mm, y un espesor de 20 mm.

25 Ensayo de corte

30 Velocidad de corte: $V_c = 250$ m/min:
 Profundidad de corte: $a_p = 2$ mm
 Alimentación: $f = 0,35$ mm/rev
 Refrigerante: se utilizó fluido de corte soluble en agua
 Modo de corte: Se realiza continuamente un pase de corte para cada una de las dos caras del filo por cada material del disco en forma de anillo.
 35 Rendimiento de corte: Como rendimiento de la punta de corte se utiliza el número de los materiales del disco en forma de anillo cortados hasta que el material cortado tiene un espesor mayor en $0,05 \mu\text{m}$ que el espesor medio de los materiales 4° a 6° desde el inicio del corte.

40 Con respecto a cada una de las muestras de la invención 1 a 6 y a las muestras comparativas 1 a 6, en la Tabla 5 se muestra el número de los materiales cortados y los daños en la punta de corte después del ensayo de corte.

TABLA 5

45	Nº de muestra	Número de materiales cortados	Daños
	Muestra de la invención 1	102	Desgaste normal
	Muestra de la invención 2	115	Desgaste normal
50	Muestra de la invención 3	170	Desgaste normal
	Muestra de la invención 4	180	Desgaste normal
	Muestra de la invención 5	143	Desgaste normal
	Muestra de la invención 6	145	Desgaste normal
55	Muestra comparativa 1	35	Descantillado
	Muestra comparativa 2	45	Descantillado
	Muestra comparativa 3	36	Fractura
60	Muestra comparativa 4	61	Desgaste normal
	Muestra comparativa 5	44	Desgaste normal
	Ejemplo comparativo 6	17	Fractura

65 Como puede observarse en la Tabla 5, las muestras de la invención 1 a 6 individualmente tienen una excelente resistencia al desgaste, una excelente resistencia al descantillado, y excelente resistencia a la fractura, y

por lo tanto son poco susceptibles de provocar el retroceso de la posición del filo de la herramienta, y presentan el gran número de los materiales a cortar, en comparación con las muestras comparativas 1 a 6.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Herramienta de corte recubierta que comprende un material de base que tiene una superficie recubierta con una película de recubrimiento que comprende al menos una capa, comprendiendo la película de recubrimiento al menos una capa compuesta por una película de cristales columnares de TiCN, en la que la película de cristales columnares de TiCN tiene un tamaño medio de grano de 0,05 μm a 0,5 μm , medido en la dirección paralela a la superficie del material de base, y presenta un patrón de difracción de rayos X que tiene un pico en un ángulo 2θ de difracción en el intervalo comprendido entre 121,5° y 122,6°, en el que el pico se atribuye a la cara cristalina (422) del cristal columnar de TiCN, medido utilizando radiación CuK α .
- 10 **2.** Herramienta de corte recubierta según la reivindicación 1, en la que un valor de la mitad de la anchura del pico atribuido a la cara cristalina (422) de la película de cristales columnares de TiCN es de 0,40° a 0,60°.
- 15 **3.** Herramienta de corte recubierta según la reivindicación 1 ó 2, en la que la película de cristales columnares de TiCN presenta un patrón de difracción de rayos X que tiene la mayor intensidad en el pico atribuido a la cara cristalina (422).
- 20 **4.** Herramienta de corte recubierta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la relación atómica entre carbono y la suma de carbono y nitrógeno contenidos en la película de cristales columnares de TiCN $\{C/(C+N)\}$ es de 0,70 a 0,90.
- 25 **5.** Herramienta de corte recubierta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que puede obtenerse depositando la película de cristales columnares de TiCN en el material de base mediante un método de CVD a una temperatura en el intervalo comprendido entre 700°C y 900°C utilizando un gas materia prima que comprende del 1,0% al 4,0% en moles de una cadena hidrocarbonada de 2 a 20 átomos de carbono, del 0,1% al 0,5% en moles de CH₃CN (acetonitrilo), del 1,0% al 4,0% en moles de TiCl₄ (tetracloruro de titanio), y el resto de H₂ (hidrógeno).
- 30 **6.** Herramienta de corte recubierta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la película de recubrimiento tiene un espesor medio de 7 μm a 25 μm .
- 35 **7.** Herramienta de corte recubierta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la película de recubrimiento comprende una película interior y una película exterior, en la que la película interior comprende al menos una capa compuesta por una película de cristales columnares de TiCN con un espesor medio de 5 μm a 20 μm , y la película exterior comprende al menos una capa compuesta por una película de óxido de aluminio con un espesor medio de 1,5 μm a 10 μm .
- 40 **8.** Herramienta de corte recubierta según la reivindicación 7, en la que la película de óxido de aluminio es una película de óxido de α -aluminio.
- 45 **9.** Herramienta de corte recubierta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que el material de base está seleccionado del grupo que consiste en carburo cementado, cerment, cerámica y materiales sinterizados de nitruro de boro cúbico.
- 50 **10.** Método para producir una herramienta de corte recubierta, que comprende depositar una película de cristales columnares de TiCN mediante un método de CVD a una temperatura en el intervalo comprendido entre 700°C y 900°C que utiliza un gas materia prima que comprende del 1,0% al 4,0% en moles de una cadena hidrocarbonada de 2 a 20 átomos de carbono, del 0,1% al 0,5% en moles de CH₃CN (acetonitrilo), del 1,0% al 4,0% en moles de TiCl₄ (tetracloruro de titanio), y el resto de H₂ (hidrógeno).
- 55 **11.** Método según la reivindicación 10, en el que la cadena hidrocarbonada tiene de 2 a 6 átomos de carbono, particularmente de 2 a 3 átomos de carbono.
- 12.** Método según la reivindicación 10 u 11, en el que la cadena hidrocarbonada está seleccionada de entre hidrocarburos saturados que tienen una estructura de cadena, particularmente de entre C₂H₆ y C₃H₈, y de entre hidrocarburos insaturados que tienen una estructura de cadena, particularmente de entre C₂H₄ y C₃H₆.