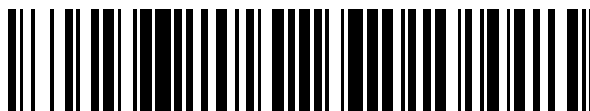


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 579**

51 Int. Cl.:

C23C 28/00 (2006.01)

C23C 30/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2011 PCT/EP2011/063234**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2012 WO12016954**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2011 E 11746208 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2601330**

54 Título: **Herramienta de corte con revestimiento multicapa**

30 Prioridad:

06.08.2010 DE 102010039035

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

22.12.2017

73 Titular/es:

**WALTER AG (100.0%)
Derendinger Strasse 53
72072 Tübingen, DE**

72 Inventor/es:

SCHIER, VEIT

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 647 579 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 con revestimiento multicapa

La invención se refiere a una herramienta de corte con un cuerpo básico y un revestimiento multicapa aplicado sobre ella.

5 **Estado de la técnica**

Las herramientas de corte comprenden un cuerpo básico, que está fabricado, por ejemplo, de metal duro, cermet, acero o acero rápido, y para aumentar la vida útil o también para mejorar las propiedades de corte, un revestimiento de material duro mono- o multicapa aplicado sobre el cuerpo básico. Para aplicar al revestimiento de material duro, se utilizan procedimientos de CVD (separación química de fases gaseosas; *chemical vapour deposition*) y/o procedimientos de PVD (separación física de fases gaseosas; *physical vapour deposition*).

El documento WO 96/23911 describe una herramienta de corte con un revestimiento resistente al desgaste multicapa de un sinnúmero de capas individuales, en donde directamente sobre el cuerpo básico se aplica una capa individual de un material metálico duro y encima de ella, se disponen otras capas individuales, de modo que las capas individuales formen una unión que se repite periódicamente de tres capas individuales diferentes que comprende dos capas metálicas de material duro distintas y una capa de material duro covalente. En una realización descrita como preferida, la unión de tres capas está formada por dos capas individuales de nitruro de titanio y carburo de titanio y una capa individual del material duro covalente carburo de boro. Se describe que el revestimiento resistente al desgaste debe comprender al menos 3 capas de material duro covalente y así se compone de al menos 9 capas individuales. Con preferencia, la primera capa individual que está sobre el cuerpo básico es una capa de nitruro de titanio o carburo de titanio, ya que debe adherirse bien sobre el cuerpo básico de acero o metal duro. Para las capas individuales de material duro covalente, se indican, además del carburo de boro de especial preferencia, también carburo de silicio, nitruro de silicio, nitruro de boro, sialón (mezcla de cristales de oxinitruro de silicio y de aluminio), carbono y otros. Sin embargo, se mostró que las capas individuales descritas de los materiales metálicos duros nitruro de titanio y carburo de titanio no satisfacen los requerimientos actuales respecto de la protección ante el desgaste. El carburo de titanio es duro, pero demasiado quebradizo para una capa resistente al desgaste. El nitruro de titanio es más blando y menos quebradizo que el carburo de titanio. Tanto el carburo de titanio como también el nitruro de titanio poseen una resistencia insuficiente a las temperaturas para las aplicaciones con altas sollicitaciones de temperatura. También la disipación de calor en las virutas durante el procesamiento de metales es insuficiente.

El documento WO 2005/120786 da a conocer una herramienta de filetear de un acero rápido enriquecido con molibdeno que está recubierto con un revestimiento resistente al desgaste mono- o multicapa con baja resistencia a la fricción de nitruros, carburos, carbonitruros, boruros y/u óxidos de los metales aluminio, silicio y/o los metales de transición de los grupos IVa, Va y VIa del sistema periódico. La capa más externa del revestimiento es preferiblemente una capa de disulfuro de molibdeno, eventualmente con otros aditivos metálicos. De modo alternativo, la capa más externa del revestimiento es una capa de carbono o capas intercaladas de carbono y metales de transición, tales como cromo o titanio. En otra alternativa, la capa más externa del revestimiento es una capa de carbonitruro o una secuencia de capas alternadas de carbono y carburos de metales de transición, En otra alternativa, la capa más externa del revestimiento es una secuencia de capas alternadas de nitruro de titanio o nitruro de titanio y aluminio y nitruro de silicio. En otra alternativa, la capa más externa del revestimiento es una capa individual o una capa múltiple de nitruro de titanio y silicio.

40 **Objetivo**

El objetivo de la presente invención consiste pues en proporcionar herramientas de corte con un cuerpo básico y un revestimiento multicapa con mejor adherencia sobre el cuerpo básico respecto del estado de la técnica y mejores propiedades a las altas temperaturas con valores de dureza comparables o mejores y resistencia al desgaste mejorada.

45 **Descripción de la invención**

Este objetivo se soluciona por medio de una herramienta de corte según las reivindicaciones adjuntas.

La primera capa de nitruro A, respecto de las capas metálicas de material duro conocidas del estado de la técnica como, por ejemplo, TiC o TiN, posee una resistencia a las temperaturas claramente mejorada y, al mismo tiempo, una alta dureza que es comparable con la dureza de TiC, pero no es tan quebradiza como ésta. La segunda capa B de nitruro de silicio (Si_3N_4) es dura y resistente al desgaste y evita muy bien en combinación con la primera capa de nitruro A la transferencia de calor a través del revestimiento resistente al desgaste en el cuerpo básico, favoreciendo así una disipación mejorada en las virutas durante el procesamiento de metales con la herramienta de corte. El evitar la transferencia de calor se logra efectivamente por medio del nitruro de silicio de modo similar al óxido de aluminio, que se usa muy frecuentemente como capa dura resistente al desgaste. Más allá de ello, la segunda capa B de nitruro de silicio (Si_3N_4) posee una resistencia muy elevada a la oxidación incluso a altas temperaturas.

De acuerdo con la invención, la primera capa A de material duro se aplica directamente sobre el cuerpo básico. Genera una adherencia particularmente buena entre el nitruro de silicio y el cuerpo básico, en especial cuando la primera capa A está compuesta por TiAlN.

5 En una realización preferida de la invención, sobre la segunda capa B se aplica por lo menos otra secuencia que se repite periódicamente de las capas A y B, en donde las capas A en la secuencia repetida periódicamente de las capas A y B también se seleccionan entre nitruro de titanio-aluminio (TiAlN), nitruro de titanio-aluminio-silicio (TiAlSiN), nitruro de cromo (CrN), nitruro de aluminio-cromo (AlCrN), nitruro de aluminio-cromo-silicio (AlCrSiN) y nitruro de zirconio (ZrN), pero pueden ser distintas del material duro de la primera capa A. Las capas A son preferiblemente en cada caso de nitruro de titanio-aluminio (TiAlN) y las capas B, en cada caso, de nitruro de silicio (Si_3N_4).

10 Según la invención, el nitruro de silicio (Si_3N_4) de la capa B de material duro es amorfo. El nitruro de silicio amorfo posee sorprendentemente buenas propiedades de resistencia al desgaste y buena resistencia a las temperaturas simultáneamente con alta dureza.

15 El nitruro de silicio (Si_3N_4) de la capa B de material duro puede tener en cada caso hasta el 20% en átomos, preferiblemente hasta el 5% de átomos de impurezas o elementos de dopaje usuales o inusuales. Estas impurezas o elementos de dopaje usuales o inusuales se seleccionan, con preferencia de oxígeno, carbono, boro, galio y arsénico.

En una realización de muy especial preferencia de la invención, el material duro de la primera capa A es nitruro de titanio-aluminio (TiAlN). TiAlN ha mostrado ser particularmente ventajoso en combinación con la segunda capa B de nitruro de silicio (Si_3N_4). TiAlN posee una red cristalina centrada cúbica como también el TiAlSiN, que puede estar contenido en la capa de TiAlN en una cantidad de hasta el 5% en peso.

20 En otra realización de la invención, sobre las capas A y B o la unión repetida periódicamente de las capas A y B se aplica al menos otra capa de material duro o capa metálica que se selecciona de óxido de aluminio, óxido de aluminio-cromo, óxido de cromo, nitruro de zirconio, nitruro de titanio y metal aluminio, en donde todos los materiales duros previamente mencionados pueden estar dotados de uno o varios otros elementos.

25 En una variante de la invención, sobre las capas A y B se aplica al menos otra capa de material duro de óxido de aluminio y encima de ella, otra capa de nitruro de zirconio, nitruro de titanio o metal aluminio.

30 Las otras capas que se pueden aplicar sobre las capas A y B son básicamente conocidas. El óxido de aluminio es, por ejemplo, una capa de protección contra el desgaste muy dura y resistente, similares también el óxido de aluminio-cromo y el óxido de cromo. Por el contrario, el nitruro de zirconio, el nitruro de titanio y el metal aluminio se aplican usualmente para dar color a las herramientas de corte y como capas indicadoras para la utilización de la herramienta de corte como capas más externas.

35 El revestimiento multicapa según la invención presenta convenientemente un espesor de capa total en el intervalo de 2 a 10 μm , con preferencia, de 3 a 6 μm . La primera capa A, que se aplica directamente sobre el cuerpo básico, tiene un espesor de capa en el intervalo de 0,5 a 4 μm , con preferencia, de 1 a 3 μm . Los espesores de capa de otras capas A opcionalmente existentes están, respecto de ello, convenientemente en el intervalo de 0,2 a 2 μm , con preferencia, de 0,3 a 1 μm . Las capas B tienen espesores de capa en el intervalo de 0,2 a 5 μm , con preferencia, de 0,3 a 3 μm , con preferencia especial, en el intervalo de 0,5 a 1 μm . En el caso de espesores de capa muy altos, en general existe el peligro de reventamiento debido a tensiones mecánicas demasiado altas en la capa. En el caso de espesores de capa demasiado escasos, existe el peligro de que la correspondiente capa individual no satisfaga la función deseada o no lo haga de manera suficiente.

40 Con preferencia, las capas A y B en el revestimiento según la invención son capas aplicadas por medio de procedimientos de PVD sobre el cuerpo básico, en donde las capas A se aplican con preferencia especial por medio de evaporación por arco voltaico (Arc-PVD) y las capas B se aplican con preferencia especial por medio de bombardeo iónico con magnetrón, en especial bombardeo iónico dual con magnetrón o HIPIMS (High Power Impulse Magnetron).

45 El cuerpo básico de la herramienta de corte según la invención está fabricado preferiblemente de metal duro, cemet, acero o acero rápido (HSS).

50 El novedoso revestimiento de la presente invención abre un amplio espectro de posibilidades para la mejora y/o la adaptación de la resistencia al desgaste, la vida útil y las propiedades de corte de las herramientas de corte. La resistencia al desgaste, la vida útil y las propiedades de corte de un revestimiento en una herramienta de corte dependen de distintos factores tales como, por ejemplo, el material del cuerpo básico de la herramienta de corte, la secuencia, el tipo y la composición de las capas existentes en el revestimiento, el espesor de las distintas capas y también el tipo de la operación de corte realizada con la herramienta de corte. Para una y la misma herramienta de corte, se pueden dar distintas resistencias al desgaste en función del tipo de la pieza por elaborar, el correspondiente procedimiento de procesamiento y las demás condiciones durante el procesamiento como, por ejemplo, la evolución de altas temperaturas o el uso de líquidos refrigerantes corrosivos. Más allá de ello, se distingue entre distintos tipos de desgaste que pueden influir más o menos según el procedimiento de procesamiento sobre la durabilidad de una herramienta, es decir, su vida útil. El perfeccionamiento y la mejora de las herramientas de corte siempre se deben

considerar, por ello, respecto de qué propiedades de la herramienta se deben mejorar y se deben evaluar en condiciones comparables respecto del estado de la técnica.

5 Las mejoras esenciales de las herramientas de corte según la invención con un cuerpo básico y un revestimiento multicapa según la invención son, respecto del estado de la técnica, mejor adherencia del revestimiento sobre el cuerpo básico, mejores propiedades a altas temperaturas, mejores valores de dureza y mejor resistencia al desgaste.

10 Otro efecto sorprendente, que se observó en el caso de los revestimientos según la invención, es una reducción de la conductividad térmica de todo el revestimiento. Esta reducción lograda sorprendentemente de la conductividad térmica del revestimiento repercute muy positivamente al usar tales herramientas de corte sobre el mecanizado de metales y de materiales compuestos. La conductividad térmica reducida lleva a una mejor resistencia al choque térmico y, con ello, a una mayor resistencia a la ruptura del material del cuerpo básico, en especial el metal duro.

15 De por sí se entiende que todas las características como se describen en la presente para determinadas realizaciones según la invención, siempre que sean técnicamente convenientes y posibles, se pueden combinar con todas las características descritas usuales de las realizaciones según la invención y aquellas combinaciones se consideran como dadas a conocer en el marco de esta descripción. En la presente, se prescinde de la mención individual de todas las posibles combinaciones únicamente por motivos de una lectura más fácil.

Otras ventajas, características y realizaciones de la presente invención se explican por medio de los siguientes ejemplos.

Ejemplos

20 En una instalación de revestimiento de PVD (Flexicoat; Hauzer Techno Coating), los cuerpos básicos de metal duro se proveen de un revestimiento multicapa de PVD. La geometría del cuerpo básico era SEHW120408 o bien ADMT160608-F56 (según la norma DIN-ISO 1832). Antes de la separación de las capas, se evacuó la instalación a 1×10^{-5} mbar y la superficie de metal duro se limpió con ataque químico de iones de argón con 170 V de precarga.

Ejemplo 1

Capa A: TiAlN

25 Procedimiento de PVD: evaporación por arco voltaico (Arc-PVD)

Blanco: Ti/Al (33/67 At.-%) fuente redonda (63 mm de diámetro)

30 Separación: temperatura: 500 °C; corriente del evaporador: 65 amperios; 3,2 Pa de presión de N₂, 50 voltios de precarga de sustrato

Capa B: Si₃N₄

Procedimiento de PVD: bombardeo iónico dual con magnetrón

35 Blanco: fuente rectangular de Si (80 cm x 20 cm)

Separación: temperatura: 500 °C; 6 W/cm²; 200 sccm de N₂; 0,5 Pa de presión de Ar, 90 voltios de precarga de sustrato

40 Estructura: amorfo por rayos X

Carácter de la unión: covalente según XPS

45 Secuencia de capas: cuerpo básico / 2,5 μm de TiAlN / 0,6 μm de Si₃N₄

Ejemplo comparativo 1

Separación de una capa de TiAlN de 3,3 μm de espesor con los demás parámetros de separación según el Ejemplo 1, pero sin separación de otra capa B de nitruro de silicio.

50 En un ensayo de fresado en una pieza de trabajo de acero 42CrMo4 (dureza: 950 MPa), se compararon las herramientas de corte del Ejemplo 1 y del ejemplo comparativo 1. Se fresó en el mismo sentido sin lubricante refrigerador a una velocidad de corte $v_c = 235$ m/min y un avance de los dientes $f_z = 0,2$ mm. El desgaste se midió sobre una superficie libre como ancho de marca de desgaste medio VB en mm (en la cuchilla principal) después de un recorrido de fresado de 4800 mm.

Se comprobaron los siguientes anchos de marca de desgaste VB:

Ancho de marca de desgaste VB

Ejemplo 1: 0,06 mm

Ejemplo comparativo 1: 0,10 mm

Ejemplo 2

- 5 La capa A de TiAlN y la capa B de Si₃N₄ se separaron con los mismos procedimientos de PVD y con los mismos parámetros que en el Ejemplo 1.

Secuencia de capas: cuerpo básico / 2,5 μm de TiAlN / 0,6 μm de Si₃N₄ / 0,3 μm de TiAlN / 0,1 μm de Si₃N₄ / 0,3 μm de TiAlN / 0,1 μm de Si₃N₄

Ejemplo comparativo 2

- 10 Como en el ejemplo comparativo 1, pero con separación de una capa de 4,0 μm de espesor de TiAlN.

En un ensayo de fresado realizado como para el Ejemplo 1, pero a una velocidad de corte de $v_c = 283$ m/min y un avance de dientes $f_z = 0,3$ mm, se comprobaron los siguientes anchos de marca de desgaste VB:

Ancho de marca de desgaste VB

Ejemplo 2: 0,10 mm

- 15 Ejemplo comparativo 2: 0,30 mm

REIVINDICACIONES

- 5 1. Herramienta de corte con un cuerpo básico y un revestimiento multicapa aplicado sobre ella, en donde directamente sobre el cuerpo básico se aplica una primera capa A de un material duro, que se selecciona de entre nitruro de titanio-aluminio (TiAlN), nitruro de titanio-aluminio-silicio (TiAlSiN), nitruro de cromo (CrN), nitruro de aluminio-cromo (AlCrN), nitruro de aluminio-cromo-silicio (AlCrSiN) y nitruro de zirconio (ZrN), y sobre la primera capa A, se aplica directamente una segunda capa B de nitruro de silicio amorfo (Si_3N_4), en donde la primera capa A aplicada directamente sobre el cuerpo básico presenta un espesor de capa en el intervalo de 0,5 a 4 μm y la segunda capa B presenta un espesor de capa en el intervalo de 0,2 a 5 μm .
- 10 2. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** sobre la segunda capa B se aplica por lo menos otra secuencia repetida periódicamente de las capas A y B, en donde las capas A en la siguiente secuencia repetida periódicamente de capas A y B también se seleccionan de entre nitruro de titanio-aluminio (TiAlN), nitruro de titanio-aluminio-silicio (TiAlSiN), nitruro de cromo (CrN), nitruro de aluminio-cromo (AlCrN), nitruro de aluminio-cromo-silicio (AlCrSiN) y nitruro de zirconio (ZrN), pero pueden ser distintas del material duro de la primera capa A, y presentan espesores de capa en el intervalo de 0,2 a 2 μm y en donde las capas B en la siguiente secuencia repetida periódicamente de las capas A y B presentan espesores de capa en el intervalo de 0,2 a 5 μm .
- 15 3. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el nitruro de silicio (Si_3N_4) de la capa de material duro B contiene en cada caso hasta el 20% de átomos, con preferencia, hasta el 5% de átomos de impurezas o elementos de dopaje usuales o inusuales, con preferencia, seleccionados de entre oxígeno, carbono, boro, galio y arsénico.
- 20 4. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el material duro de la primera capa A es nitruro de titanio-aluminio (TiAlN).
- 25 5. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** sobre las capas A y B se aplica por lo menos otra capa de material duro o capa metálica, seleccionada de entre óxido de aluminio, óxido de aluminio-cromo, óxido de cromo, nitruro de zirconio, nitruro de titanio y metal aluminio, en donde todos los materiales duros previamente mencionados pueden estar dotados opcionalmente de uno o varios otros elementos.
- 30 6. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** sobre las capas A y B se aplica por lo menos otra capa de material duro de óxido de aluminio y sobre ella, otra capa de nitruro de zirconio, nitruro de titanio o metal aluminio.
- 35 7. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el revestimiento multicapa presenta un espesor de capa total en el intervalo de 2 a 10 μm , con preferencia, de 3 a 6 μm .
- 40 8. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** la primera capa A aplicada directamente sobre el cuerpo básico tiene un espesor de capa en el intervalo de 1 a 3 μm y las otras capas A opcionalmente presentes tienen espesores de capa en el intervalo de 0,3 a 1 μm .
9. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** las capas B tienen espesores de capa en el intervalo de 0,3 a 3 μm , con preferencia especial, en el intervalo de 0,5 a 1 μm .
10. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** las capas A y B son capas aplicadas por medio del procedimiento de PVD sobre el cuerpo básico, en donde las capas A se aplican, con preferencia, por medio de evaporación por arco voltaico (Arc-PVD) y/o las capas B se aplican por medio de bombardeo iónico con magnetrón, con preferencia, bombardeo iónico dual con magnetrón o HIPIMS.
11. Herramienta de corte según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el cuerpo básico se fabrica de metal duro, cermet, acero o acero rápido (HSS).