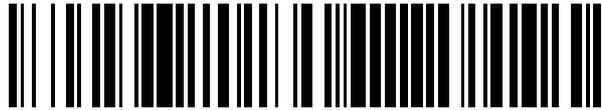


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 597**

51 Int. Cl.:

**C23C 30/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2009 E 09718954 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015 EP 2252721**

54 Título: **Cuerpo revestido con materiales duros**

30 Prioridad:

**12.03.2008 DE 102008013965**

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

**29.02.2016**

73 Titular/es:

**KENAMETAL INC. (100.0%)  
1600 Technology Way  
Latrobe, PA 15650, US**

72 Inventor/es:

**VAN DEN BERG, HENDRIKUS;  
WESTPHAL, HARTMUT y  
SOTTKE, VOLKMAR**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro**

**ES 2 561 597 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Cuerpo revestido con materiales duros.

- 5 La invención se refiere a un cuerpo revestido con materiales duros que tiene varias capas de materiales duros aplicadas mediante CVD (depósito químico de vapor, de sus siglas en inglés *Chemical Vapor Deposition*).

A las herramientas cortantes que se utilizan para el mecanizado con arranque de virutas se les exigen requisitos elevados en lo que se refiere a la estabilidad y a la capacidad de resistencia, en particular, en el caso de arranque  
10 de virutas de materiales duros o tenaces, tales como aceros bonificados o endurecidos, por torneado a altas velocidades de corte. El material de corte debe ser particularmente resistente a la abrasión, lo que ya en una fase temprana conducía a que los cuerpos sustrato a base de metal duro o de cermet fueran provistos de revestimientos superficiales, utilizándose como capas protectoras contra el desgaste en primer lugar carburos, nitruros o carbonitruros de titanio y, posteriormente, también capas de óxido de aluminio. Se conocen también capas  
15 protectoras contra el desgaste de múltiples estratos, a base de diferentes materiales duros. Como capas reductoras del desgaste se conocen, por ejemplo, las capas de óxido de aluminio, que están dispuestas sobre uno o varios estratos intermedios tales como, por ejemplo, de carbonitruro de titanio o nitruro de titanio.

A partir de la solicitud de patente internacional WO 03/085152 A2 se conoce la utilización de una capa de Ti-Al-N,  
20 que se puede producir mediante un PVD (depósito físico de vapor, de sus siglas en inglés *Physical Vapor Deposition*) como capa monofásica con unos contenidos de aluminio de hasta el 60 %. En el caso de contenidos más altos de aluminio se produce, no obstante, una mezcla de Ti-Al-N cúbicos y hexagonales y, en el caso de proporciones de aluminio todavía más altas, se produce solamente la estructura de wurtzita hexagonal más blanda y no resistente al desgaste.

25 También se sabe que mediante un CVD en plasma se pueden producir capas monofásicas de materiales duros de  $Ti_{1-x}Al_xN$  con  $x = 0,9$ . En este caso, sin embargo, son desfavorables la insuficiente homogeneidad de la composición de la capa y el contenido relativamente alto de cloro en la capa.

30 Cuando para la producción de capas de materiales duros de  $Ti_{1-x}Al_xN$  se empleaban procedimientos de PVD o de CVD en plasma, su uso estaba limitado a temperaturas situadas por debajo de 700 °C. Una desventaja es que el revestimiento de las geometrías complejas de las piezas presenta dificultades. El PVD es un procedimiento dirigido, en el que se revisten irregularmente geometrías complejas. El CVD en plasma exige una alta homogeneidad de plasma, puesto que la densidad de potencia del plasma tiene una influencia directa sobre la relación atómica de Ti/Al  
35 de la capa. La producción de capas cúbicas monofásicas de  $Ti_{1-x}Al_xN$  con una alta proporción de aluminio no es posible con el procedimiento de PVD empleado a escala industrial.

Tampoco es posible una separación de TiAl con un procedimiento convencional de CVD a temperaturas situadas por encima de 1000 °C, puesto que el  $Ti_{1-x}Al_xN$  metaestable se descompone a unas temperaturas tan altas en TiN y en  
40 AlN hexagonal.

Finalmente, en el caso del procedimiento descrito en la patente de los EE. UU. n.º 6.238.739 B1 de producir, mediante un procedimiento térmico de CVD sin ayuda de plasma, unas capas de  $Ti_{1-x}Al_xN$  con  $x$  entre 0,1 y 0,6 a unas temperaturas comprendidas entre 550°C y 650°C, se establece una restricción a menores contenidos de  
45 aluminio con  $x \leq 0,6$ . Como mezcla gaseosa se utilizan en el procedimiento allí descrito cloruros de aluminio y de titanio así como  $NH_3$  y  $H_2$ . En este revestimiento también hay que aceptar altos contenidos de cloro de hasta el 12 % at.

En la solicitud de patente internacional WO 2007/003648 A1, con el fin de mejorar la resistencia al desgaste y a la oxidación, se propone producir mediante CVD un cuerpo revestido con materiales duros con un sistema de capas de uno o varios estratos, que contiene al menos una capa de materiales duros de  $Ti_{1-x}Al_xN$ , para lo que el cuerpo se reviste en un reactor a unas temperaturas comprendidas en el intervalo de 700 °C a 900 °C mediante un CVD sin  
50 excitación por plasma, y como precursores deben utilizarse halogenuros de titanio, halogenuros de aluminio y compuestos nitrogenados reactivos, que se mezclan a una temperatura elevada. Como resultado, se obtiene un cuerpo con una capa monofásica de materiales duros de  $Ti_{1-x}Al_xN$  en la estructura cúbica de NaCl con un coeficiente estequiométrico desde  $x > 0,75$  hasta  $x = 0,93$ , o una capa polifásica, cuya fase principal está basada en  $Ti_{1-x}Al_xN$  con una estructura cúbica de NaCl con un coeficiente estequiométrico desde  $x > 0,75$  hasta  $x = 0,93$  y que como fase adicional posee una estructura de wurtzita y/o una estructura de  $TiN_xNaCl$ . El contenido de cloro está situado en el intervalo comprendido entre 0,05 y 0,9 % at. A partir de este documento también se sabe que la capa o  
55

las capas de materiales duros de  $Ti_{1-x}Al_x-N$  puede(n) contener hasta un 30 % en masa de componentes amorfos de la capa. El valor de la dureza de las capas obtenidas está situado en el intervalo de 2500 HV hasta 3800 HV.

Con el fin de mejorar la adhesión de una capa de materiales duros de  $Ti_{1-x}Al_x-N$  en el caso de una alta resistencia al desgaste, en la solicitud de patente alemana DE 102007 000 512, aún sin publicar, se propone, además, que el sistema de capas que se ha aplicado sobre un cuerpo sustrato se componga de una capa de sujeción a base de nitruro de titanio, carbonitruro de titanio o carburo de titanio aplicada sobre el cuerpo, a la que le sigue una capa con gradiente de fases y, finalmente, una capa exterior, a base de una capa mono o polifásica de materiales duros de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ . La capa de gradiente de fases se compone, en su cara orientada hacia la capa de sujeción, de una mezcla de fases de TiN/h-AlN y presenta con un espesor creciente de la capa una proporción de fase creciente de fcc-TiAlN con una proporción de más de 50 % y, acompañando a esto, una disminución simultánea de las proporciones de fase de TiN y h-AlN.

Además de la resistencia a la abrasión y a la oxidación de una capa a base de un cuerpo de metal duro, cermet o sustrato, la estabilidad térmica del revestimiento tiene una gran importancia para el uso de este material de trabajo en el mecanizado con arranque de virutas, en particular, a altas velocidades de corte. En la zona de un borde cortante de una plaquita de corte se producen, al torneado piezas de trabajo duras, temperaturas claramente superiores a 1000 °C. A tales temperaturas, diferentes coeficientes de dilatación de los sustratos entre las capas individuales tienen un efecto considerable. Esto da lugar a la formación de tensiones entre las capas individuales y, en el peor de los casos, siempre y cuando la elevada temperatura se transporte desde la capa exterior hasta el cuerpo sustrato por conducción de térmica, a un desprendimiento del revestimiento, por lo que la plaquita de corte queda inutilizable.

Por consiguiente, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un cuerpo revestido con materiales duros, cuyo revestimiento, mediante la selección de las capas individuales, tiene un mejor efecto de aislamiento térmico en términos de transferencia de calor.

Este objetivo se consigue mediante un cuerpo revestido con materiales duros de acuerdo con la reivindicación 1. El cuerpo revestido con materiales duros posee varias capas, en las que una capa de  $Al_2O_3$  está dispuesta como capa exterior sobre una capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$  y/o  $Ti_{1-x}Al_x-C$  y/o  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  con el valor x comprendido entre 0,65 y 0,95, y donde cada una de esas capas se ha aplicado mediante CVD.

El uso de una capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ ,  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o  $Ti_{1-x}Al_x-CN$ , en lugar de una capa de TiCN generalmente utilizada en la técnica anterior, tiene la ventaja de que la conductividad térmica de la capa colocada bajo la capa de  $Al_2O_3$  es un 80 % más pequeña, por lo que la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ ,  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  muestra un aislamiento térmico significativamente mejorado en el cuerpo sustrato. La capa exterior de  $Al_2O_3$  es, además, más resistente a la oxidación y es aproximadamente un 50 % más dura en comparación con una capa exterior de TiCN, de manera que se produce una resistencia más elevada al desgaste.

Además, se ha comprobado de manera sorprendente que una capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ ,  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  como capa intermedia no tiene tendencia a agrietarse en comparación con una capa intermedia de TiN o TiCN, de modo que no se forma la desventajosa red de fisuras típica obtenida de acuerdo con la técnica anterior. En particular, en el caso de un corte interrumpido, la resistencia al agrietamiento mejorada actúa elevando el periodo de tiempo de servicio.

La capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ ,  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  puede ser monofásica y presentar una estructura cúbica, o ser polifásica y presentar, además de una fase principal cúbica, una fase adicional en estructura de wurtzita y/o TiN. Los componentes amorfos de la capa pueden conformar hasta el 30 % en masa de la misma. El contenido de cloro está situado entre 0,01 y 3 % at.

De acuerdo con un perfeccionamiento de la invención, se puede utilizar una capa de TiN y/o TiCN como capa de sujeción junto al cuerpo sustrato, que se compone de un metal duro, un cermet o un material cerámico, de manera que la sucesión de capas desde dentro hacia fuera es TiN o TiCN-TiAlC(N)- $Al_2O_3$ .

En el marco de la presente invención también se pueden colocar capas de TiCN entre la capa exterior de  $Al_2O_3$  y la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ , la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-CN$ .

La proporción de aluminio como contenido metálico es preferente del 70 % al 90 %. El espesor de una capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ , de una capa de  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o de una capa de  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  puede variar de 2  $\mu m$  a 10  $\mu m$ , preferentemente de 3  $\mu m$  a 7  $\mu m$ . La capa mencionada previamente puede contener también proporciones de nitruro de aluminio

hexagonal, un 25 % como máximo.

En el marco de la presente invención, también es posible disponer, en lugar de una sola capa intermedia, de una capa de estratos múltiples compuesta de una o varias capas dobles o triples del tipo  $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{-N}, \text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{-C},$   
5  $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{-CN})_n$  donde n es un número natural. La capa variable de TiAlN/TiAlCN/TiAlC tiene entonces un espesor total, obtenido a partir de la suma de los espesores de cada una de las capas individuales, que está situado entre 1 nm y 5 nm. Preferentemente, el espesor total debe ser como mínimo

de 1  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$ . En el caso más sencillo, las finas capas individuales de  $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{-N}$ ,  $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{-CN}$  o  $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{-C}$ , que  
10 tienen solamente un espesor de algunos nanómetros, se aplican sucesivamente hasta que se alcanza el espesor total deseado comprendido entre 1  $\mu\text{m}$  y 5  $\mu\text{m}$ . Sin embargo, también es posible un sistema de capas alternantes compuesto de las composiciones mencionadas previamente, incluyendo aquellas capas que tienen estratos con un desarrollo en gradiente, en cuyo caso, la proporción de C disminuye o aumenta hacia el exterior.

15 La capa de TiAlN, TiAlC o TiAlCN puede contener hasta un 30 % de componentes amorfos y contenidos de cloro de hasta el 3 % at.

Para la producción, el cuerpo sustrato, que se compone de un metal duro, un cermet o un material cerámico, se somete a un procedimiento de revestimiento por CVD a temperaturas del revestimiento entre 650 °C y 900 °C,  
20 introduciéndose en la atmósfera gaseosa cloruros de titanio y de aluminio, así como amoníaco para la producción de una capa de TiAlN. Después de la producción de una primera capa con un espesor comprendido entre 2  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$ , preferentemente entre 3  $\mu\text{m}$  y 7  $\mu\text{m}$ , se aplica de manera convencional mediante el procedimiento de CVD una capa de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  que tiene un espesor mínimo de 2  $\mu\text{m}$  y máximo de 10  $\mu\text{m}$ .

**REIVINDICACIONES**

1. Cuerpo revestido con materiales duros con varias capas aplicadas mediante CVD, **caracterizado porque** sobre una capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$  y/o  $Ti_{1-x}Al_x-C$  y/o  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  con el valor  $x$  comprendido entre 0,65 y 0,95, está dispuesta una capa de  $Al_2O_3$  como capa exterior, donde cada una de dichas capas se ha aplicado por medio de CVD.
2. Cuerpo revestido con materiales duros de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por** una capa de TiN y/o de TiCN como capa de sujeción junto al cuerpo sustrato, que se compone de un metal duro, un cermet o un material cerámico.
3. Cuerpo revestido con materiales duros de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** entre la capa exterior de  $Al_2O_3$  y la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ , la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  está dispuesta una capa de TiCN.
4. Cuerpo revestido con materiales duros de acuerdo con una de las reivindicaciones de 1 a 3, **caracterizado porque** en la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ , en la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o en la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  el valor de  $x$  es  $0,7 < x < 0,9$ .
5. Cuerpo revestido con materiales duros de acuerdo con una de las reivindicaciones de 1 a 4, **caracterizado porque** por debajo de una capa de  $Al_2O_3$  está dispuesta una capa de múltiples estratos a base de una o varias capas dobles o triples del grupo de  $(Ti_{1-x}Al_x-N, Ti_{1-x}Al_x-CN, Ti_{1-x}Al_x-C)_n$ .
6. Cuerpo revestido con materiales duros de acuerdo con una de las reivindicaciones de 1 a 5, **caracterizado porque** el espesor de la capa exterior es de  $1 \mu m$  a  $5 \mu m$ , el espesor de la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ ,  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  es de  $1 \mu m$  a  $5 \mu m$  y el espesor de las posibles capas de sujeción o intermedias adicionales es de  $1 \mu m$  a  $5 \mu m$ .
7. Cuerpo revestido con materiales duros de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la capa de  $Ti_{1-x}Al_x-N$ ,  $Ti_{1-x}Al_x-C$  o  $Ti_{1-x}Al_x-CN$  contiene como máximo un 25 % de AlN hexagonal.