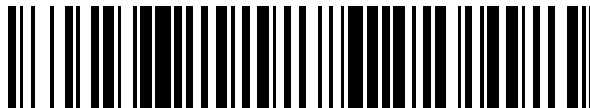


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 115**

51 Int. Cl.:

C23C 16/36 (2006.01)

C23C 30/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2005** **E 10181690 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013** **EP 2267182**

54 Título: **Herramienta de corte con recubrimiento**

30 Prioridad:

30.06.2004 JP 2004193158

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

27.09.2013

73 Titular/es:

**MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION
(100.0%)
5-1, Otemachi 1-chome Chiyoda-ku
Tokyo, JP**

72 Inventor/es:

**OSADA, AKIRA y
NAKAMURA, EIJI**

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 424 115 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 recubrimiento

5 Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a una herramienta de corte de cermet con recubrimiento superficial (en lo sucesivo denominada herramienta de cermet con recubrimiento) de la cual una capa de revestimiento duro presenta una excelente resistencia al desconchado durante el corte intermitente a alta velocidad de acero, hierro fundido, etc.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 Convencionalmente es conocida una herramienta de cermet con recubrimiento que se forma generalmente recubriendo, sobre una superficie de un sustrato (en lo sucesivo, denominado en general sustrato de la herramienta) realizado de carburo cementado a base de carburo de tungsteno (en lo sucesivo, denominado WC) o cermet a base de carbonitruro de titanio (en lo sucesivo, denominado TiCN), incluyendo una capa de revestimiento duro las siguientes capas superior e inferior (a) y (b):

20 (a) como capa inferior, una capa de compuesto de titanio que tiene por lo menos dos de una capa de carburo de titanio (en lo sucesivo denominado TiC), una capa de nitruro de titanio (en lo sucesivo denominado TiN), una capa de carbonitruro de titanio (en lo sucesivo denominado TiCN), una capa de carbóxido de titanio (en lo sucesivo, denominado TiCO), y una capa de oxicarbonitruro de titanio (en lo sucesivo, denominado TiCNO) capa, todas las cuales se forman por deposición química en fase de vapor, y presentando la capa de compuesto de titanio un grosor de capa medio total de 3 a 20 μm , y

25 (b) como capa superior, una capa de óxido de aluminio (en lo sucesivo, denominado Al_2O_3) que se deposita por deposición química en fase de vapor y que tiene un grosor de capa medio de 1 a 15 μm . La herramienta de cermet con recubrimiento se utiliza ampliamente, por ejemplo, para corte continuo o intermitente de acero, hierro fundido, o similares.

[Documento de Patente] Publicación de Solicitud de Patente Japonesa No Examinada N ° H6-31503.

35 En los últimos años se ha mejorado notablemente el rendimiento de las herramientas de corte, y las exigencias en cuanto a ahorro de trabajo y ahorro de energía en herramientas de corte y reducción de costes se han incrementado. En consecuencia, el trabajo de corte se realiza más a menudo en gamas de velocidad más elevadas. Las herramientas de cermet con recubrimiento convencionales generalmente no presentan ningún problema cuando se utilizan en corte continuo o corte intermitente de acero, hierro fundido, o similares, en condiciones normales. Específicamente, cuando las herramientas de corte convencionales se utilizan en corte intermitente a alta velocidad en condiciones de corte más severas, es decir, en corte intermitente a alta velocidad donde se aplican impactos mecánicos muy cortos repetidamente al borde de corte, la capa de compuesto de titanio que es la capa inferior de la capa de revestimiento duro tiene dureza a alta temperatura y la capa de Al_2O_3 que es la capa superior de la capa de revestimiento duro tiene dureza a alta temperatura y una excelente resistencia al calor. Sin embargo, como que la resistencia a alta temperatura de la capa de compuesto de titanio no es suficiente, no es posible hacer frente satisfactoriamente a los impactos mecánicos. En consecuencia, en la capa de revestimiento duro se produce fácilmente desconchado (grieta fina), reduciendo por consiguiente la vida útil de las herramientas de cermet con recubrimiento.

50 JP11140647 y US6293739 B1 describen procedimientos de CVD de TiCN en dos etapas con una concentración mayor de CH_3CN en la fase de gas en la segunda etapa.

Descripción de la invención

55 La presente invención se ha ideado para resolver los problemas anteriores y por lo tanto un objetivo de la presente invención es disponer una herramienta de corte de cermet con recubrimiento superficial según la reivindicación 1.

60 Teniendo en cuenta los problemas anteriores, los inventores han llevado a cabo estudios para mejorar la resistencia al desconchado de la capa de revestimiento duro de las herramientas de corte de cermet con recubrimiento superficial y han obtenido los siguientes resultados que se describen a continuación.

(a) En una superficie de un sustrato de herramienta, la capa de compuesto de titanio como capa inferior de la capa de revestimiento duro de las herramientas de cermet con recubrimiento superficial se forma utilizando un reactor de deposición química en fase de vapor convencional, bajo condiciones:

- 5 Composición de gas de reacción: en % en volumen, TiCl_4 : 2 a 10%, CH_3CN : 0,5 a 3%, N_2 : 10 a 30%, y H_2 : el resto,
 Temperatura de la atmósfera de reacción: 820 a 920°C, y
 Presión de la atmósfera de reacción: de 6 a 20 kPa.

10 Además, las relaciones de contenido de CH_3CN que constituyen el gas de reacción en el momento de inicio de la formación de la capa de compuesto de titanio y el momento de finalización de la formación de la capa de compuesto de titanio se especifican en el rango de contenido que se ha descrito anteriormente de acuerdo con los grosores de capa y la capa de TiCN se forma bajo una condición de que la relación de contenido de CH_3CN aumente de manera continua o intermitente desde el momento de inicio de la formación de la capa cuando la relación de contenido es relativamente baja hasta el momento de finalización de la formación de la capa cuando la relación de contenido es relativamente alta. Entonces, la capa de TiCN (en lo sucesivo, denominada "capa de TiCN reformada") formada como resultado tiene una excelente resistencia a alta temperatura y una excelente resistencia a los impactos mecánicos. Como resultado de ello, en la herramienta de cermet con recubrimiento que incluye la capa de Al_2O_3 que es la capa superior de la capa de revestimiento duro, la capa de compuesto de titanio que es la capa inferior, y una capa de la capa de compuesto de titanio realizada de la capa de TiCN reformada, la capa de revestimiento duro presenta una excelente resistencia al desconchado, incluso en corte intermitente a alta velocidad con impactos químicos severos y la herramienta de cermet con recubrimiento presenta por lo tanto una excelente resistencia al desgaste.

25 (b) La capa de TiCN (en lo sucesivo denominada "capa de TiCN convencional") que constituye la capa inferior de la capa de revestimiento duro de la herramienta de cermet con recubrimiento convencional se deposita utilizando un reactor de deposición química en fase de vapor convencional, bajo condiciones:

- 30 Composición de gas de reacción: en % en volumen, TiCl_4 : 1 a 5%, CH_4 : 1 a 5%, N_2 : 10 a 30%, y H_2 : el resto,
 Temperatura de la atmósfera de reacción: 950-1050° C, y
 Presión de la atmósfera de reacción: de 6 a 20 kPa.

35 Sin embargo, al preparar la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación tal como se muestra en las figuras 1(a) y 1(b), utilizando un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo, irradiando haces de electrones a partículas de cristal individuales con una red cristalina cúbica existente en un rango de medición de un plano de pulido, midiendo un ángulo de inclinación formado por la línea normal del plano pulido y la línea normal de un plano (112) que un plano de cristal de una partícula de cristal, seccionando los ángulos de inclinación medidos que pertenecen a un intervalo entre 0 y 45° cada inclinación de 0,25°, y recogiendo las frecuencias existentes en cada sección, la capa de TiCN convencional presenta una gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en la que la distribución de los ángulos de inclinación medidos del plano (112) es objetiva en un intervalo entre 0 y 45° tal como se muestra en la figura 3, mientras que la capa de TiCN reformada presenta una gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en la que el pico más elevado se produce en una posición específica en las secciones de ángulo de inclinación tal como se muestra en la figura 2 y el pico más elevado varía de posición y altura en las secciones del ángulo de inclinación del eje horizontal según el contenido de CH_3CN del gas de reacción.

50 (c) Tal como se ha descrito anteriormente, en el momento de la formación de la capa de TiCN, regulando el contenido de CH_3CN en el gas de reacción entre un 0,5 y un 3%, especificando el contenido de CH_3CN en momento de inicio de la formación de la película y en el momento de finalización de la formación de la película para que corresponda al grosor de la capa en la relación de contenido, y aumentando gradualmente el contenido de CH_3CN desde el momento de inicio de la formación de la película hasta el momento de finalización de la formación de la película, se obtiene una gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en la que el pico más elevado se produce en las secciones de ángulo de inclinación entre 0 y 10° y la suma de las frecuencias existentes entre 0 y 10° ocupa un 45% o más de las frecuencias totales en la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación. En la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación, la relación de frecuencias de ángulo de inclinación en el intervalo entre 0 y 10° es un 45% o más y el pico más elevado se produce en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo entre 0 y 10°. En este caso, de acuerdo con los resultados de las pruebas, es preferible que el contenido de CH_3CN en el momento de inicio de la formación de la película y el momento de finalización de formación de la película se establezcan a los valores más bajos en el intervalo entre 0,5 y 3 % cuando el grosor de la capa es pequeño, los contenidos de CH_3CN en el momento de inicio de la formación de la película y el momento de finalización de la formación de la película se establecen en los valores medios en el intervalo cuando el grosor de la capa es medio, el contenido de CH_3CN se establece en los valores más altos en el intervalo cuando

el grosor de la capa es grande, y la anchura de contenido, es decir, (contenido de CH_3CN en el momento de finalización de la formación de la película) - (contenido de CH_3CN en el momento de inicio de la formación de la película), se establece $1 \pm 0,15\%$. Cuando la anchura de contenido es menor de un $0,85\%$, la relación de la suma de las frecuencias existentes en el intervalo de 0 a 10° es menor de un 45% de las frecuencias totales la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación y, de este modo, no es posible asegurar una excelente resistencia a alta temperatura deseada para la capa de TiCN. Por el contrario, cuando la anchura de contenido es mayor de un $1,15\%$, las secciones de ángulo de inclinación que tienen el pico más elevado se apartan del intervalo entre 0 y 10° y, por lo tanto, no es posible asegurar una excelente resistencia a alta temperatura deseada para la capa de TiCN de manera similar.

Se han obtenido los resultados de la investigación mostrados en (a) a (c) descritos anteriormente.

La presente descripción se ha conseguido en base a los resultados de la investigación mencionados anteriormente. De acuerdo con la presente descripción, se dispone una herramienta de corte de cermet con recubrimiento superficial con una capa de revestimiento duro que tiene una excelente resistencia al desconchado en corte intermitente a alta velocidad, formándose la herramienta de corte de cermet con recubrimiento superficial recubriendo, sobre una superficie de un sustrato de una herramienta realizado de carburo cementado a base de WC o cermet a base de TiCN, incluyendo la capa de revestimiento duro las siguientes capas superior e inferior (a) y (b):

(a) como capa inferior, una capa de compuesto de titanio que tiene por lo menos dos de una capa de TiC, una capa de TiN, una capa de TiCN, una capa de TiCO y una capa de TiCNO, todas los cuales se depositan por deposición química en fase de vapor, presentando la capa de compuesto de titanio un grosor medio de capa total de 3 a $20 \mu\text{m}$, y

(b) como capa superior, una capa de Al_2O_3 que tiene un grosor medio de capa de 1 a $15 \mu\text{m}$, que se deposita por deposición química en fase de vapor,

en el que una capa de la capa de compuesto de titanio como capa inferior (a) comprende una capa de TiCN reformada que tiene un grosor medio de capa de $2,5$ a $15 \mu\text{m}$ e indica una gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en la que existe el pico más elevado en una sección de ángulo de inclinación entre 0 y 10° y la suma total de las frecuencias existentes en el intervalo entre 0 y 10° ocupa una relación de un 45% o más de las frecuencias totales en la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación, obteniéndose la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación utilizando un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo, irradiando haces de electrones a partículas de cristal individuales con una red cristalina cúbica existente en un rango de medición de un plano pulido, midiendo un ángulo de inclinación formado por la línea normal del plano pulido y la línea normal de un plano (112) que es un plano de cristal de una partícula de cristal, seccionando los ángulos de inclinación medidos que pertenecen a un intervalo entre 0 y 45° cada inclinación de $0,25^\circ$, y recogiendo las frecuencias existentes en cada sección.

A continuación se describirá la razón para limitar los valores numéricos en las capas que constituyen la capa de revestimiento duro de la herramienta de cermet con recubrimiento de acuerdo con la presente descripción que se ha descrito anteriormente.

(a) Capa de compuesto de titanio (capa inferior)

Una capa de compuesto de titanio por sí misma tiene resistencia a alta temperatura, y la capa de revestimiento duro tiene resistencia a alta temperatura debido a la existencia de la capa de compuesto de titanio. Además, la capa de compuesto de titanio está adherida firmemente tanto al sustrato de la herramienta como a la capa de Al_2O_3 como capa superior. De esta manera se contribuye a la mejora de la adherencia de la capa de revestimiento duro al sustrato de la herramienta. Sin embargo, si el grosor de capa medio total es de menos de $3 \mu\text{m}$, la función anterior no puede obtenerse suficientemente. Por otra parte, si el grosor de capa medio total es mayor de $20 \mu\text{m}$, puede producirse una deformación plástica térmica particularmente en corte intermitente a alta velocidad que va acompañada de una elevada generación de calor, lo que provoca un desgaste parcial. Por consiguiente, se establece que el grosor de capa medio sea entre 3 y $20 \mu\text{m}$.

(b) Capa de TiCN reformada

Tal como se ha descrito anteriormente, estableciendo la relación de contenido de CH_3CN en el gas de reacción entre $0,5$ y 3% y aumentando gradualmente la relación de contenido de CH_3CN desde el momento de inicio de la formación de la película hasta el momento de finalización de la formación de la película, presentando la capa de TiCN reformada la gráfica de distribución de frecuencias de inclinación de ángulo en el que el pico más elevado del ángulo de inclinación medido se produce en las secciones de ángulo de inclinación entre 0 y 10° y se forma la relación de la suma de las frecuencias existentes en las secciones de ángulo de inclinación entre 0 y 10° es 45 o

más del total de frecuencias y, de este modo, la capa de TiCN reformada tiene una excelente resistencia a alta temperatura. Sin embargo, si su grosor de capa medio es menor de 2,5 μm , la capa de recubrimiento duro no puede tener la excelente resistencia a alta temperatura deseada y, si el grosor de capa medio es mayor de 15 μm , la deformación plástica térmica que produce un desgaste parcial puede generarse fácilmente y el desgaste se acelera. Como resultado, se establece que el grosor medio de capa sea entre 2,5 y 15 μm .

(c) Capa de Al_2O_3 (capa superior)

La capa de Al_2O_3 tiene una excelente dureza a alta temperatura y resistencia al calor y contribuye a la mejora de la resistencia al desgaste de la capa de revestimiento duro. Sin embargo, si el grosor de capa medio es menor de 1 μm , la capa de recubrimiento duro puede no tener una suficiente resistencia al desgaste. Por otra parte, si el grosor de capa medio es mayor de 15 μm , es probable que se produzca desconchado. Por consiguiente, su grosor de capa medio se establece que sea entre 1 y 15 μm .

Además, con el fin de identificar la herramienta de corte antes y después del uso de la misma, puede formarse una capa de TiN que tenga un tono dorado por deposición según sea necesario. En este caso, el grosor de capa medio de TiN es preferiblemente entre 0,1 y 1 μm . Esto se debe a que, cuando su grosor de capa medio es menor de 0,1 μm , no puede obtenerse un efecto de identificación suficiente, mientras que el efecto de identificación debido a la capa de TiN es suficiente con un grosor de capa medio de hasta 1 μm .

La herramienta de cermet con recubrimiento de acuerdo con la presente descripción presenta una excelente resistencia al desgaste, ya que la capa de TiCN reformada que es una capa de la capa inferior de la capa de revestimiento duro presenta una excelente resistencia a alta temperatura y presenta una excelente resistencia al desconchado incluso en corte intermitente a alta velocidad de acero o hierro fundido con impactos mecánicos y térmicos muy grandes.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático explicativo que ilustra un rango de medición de un ángulo de inclinación en el plano (112) de una partícula de cristal en una capa de TiCN que constituye una capa inferior de una capa de revestimiento duro;

La figura 2 es una gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación del plano (112) de una capa de TiCN reformada que constituye la capa inferior de la capa de revestimiento duro de una herramienta de cermet con recubrimiento 10 de acuerdo con la presente invención;

La figura 3 es una gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación del plano (112) de una capa de TiCN convencional que constituye una capa inferior de una capa de revestimiento duro de una herramienta de cermet con recubrimiento convencional 10.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

A continuación se describirán en detalle realizaciones de una herramienta de cermet con recubrimiento de acuerdo con la presente descripción.

Se prepararon los siguientes polvos, presentando cada uno un tamaño de partícula medio en una gama entre 1 y 3 μm , como materias primas para sustratos: polvo de WC, polvo de TiC, polvo de ZrC, polvo de VC, polvo de TaC, polvo de NbC, polvo de Cr_3C_2 , polvo de TiN, polvo de TaN y polvo de Co. Estas materias primas en polvo se combinaron entre sí en base a las composiciones del compuesto tal como se muestra en la Tabla 1, se mezclaron entre sí en una solución de acetona a la que se había añadido cera durante 24 horas utilizando un molino de bolas, y se secaron a presión reducida. Posteriormente, la mezcla de polvo resultante se conformó por estampado en una pieza en verde que tenía una forma predeterminada a una presión de 98 MPa. La pieza en verde se sinterizó después bajo las siguientes condiciones: una presión de vacío de 5 Pa, una temperatura predeterminada en un intervalo entre 1370 y 1470° C, y una duración de mantenimiento de 1 hora. Tras el sinterizado, los bordes de corte se sometieron a bruñido con un radio de 0,07 mm para fabricar sustratos de herramienta A a F realizados de carburo cementado a base de WC y presentando formas de inserto definidas en ISO/CNMG120408.

Además, se prepararon los siguientes polvos, presentando cada uno un tamaño de partícula medio en un intervalo entre 0,5 y 2 μm , como materias primas para sustratos: polvo de TiCN (TiC/TiN = 50/50 en relación en peso), polvo de Mo_2C , polvo de ZrC, polvo de NbC, polvo de TaC, polvo de WC, polvo de Co y polvo de Ni. Estas materias primas en polvo se combinaron entre sí en base a las composiciones del compuesto tal como se indica en la Tabla 2, se mezclaron en húmedo entre sí durante 24 horas utilizando un molino de bolas, y se secaron. Posteriormente, la mezcla de polvo resultante se prensó a una presión de 98 MPa para formar una pieza en verde. La pieza en verde se sinterizó después en una atmósfera de nitrógeno bajo las siguientes condiciones: una presión de 1,3 kPa, una temperatura de 1540° C, y una duración de mantenimiento de 1 hora. Tras el sinterizado, los bordes de corte se

sometieron a bruñido con un radio de 0,07 mm para fabricar sustratos de herramienta a a f realizados de cermet a base de TiCN WC y presentando formas de inserto definidas en Norma ISO CNMG120412.

5 A continuación, en las superficies de los sustratos de herramienta A a F y a a f, utilizado un reactor de deposición química en fase de vapor general, se depositaron capas de compuesto de titanio y capas de TiCN reformadas como capas inferiores de las capas de revestimiento duro con combinaciones y grosores de capa objetivo tal como se muestra en la Tabla 5 bajo las condiciones mostradas en las Tablas 3 y 4. A continuación, de manera similar, se depositaron capas de Al₂O₃ como capas superiores con combinaciones y grosores de capa objetivo tal como se muestra en la Tabla 5 bajo las condiciones mostradas en la Tabla 3. Como resultado, se fabricaron las herramientas de cermet con recubrimiento 1 a 13 de acuerdo con la presente invención.

15 A efectos de comparación, tal como se muestra en la Tabla 6, se depositaron capas de compuesto de titanio y capas de Al₂O₃ como capas superiores y capas inferiores de las capas de revestimiento duro con grosores de capa objetivo tal como se muestra en la Tabla 6 bajo las condiciones mostradas en la Tabla 3. Como resultado, se fabricaron las herramientas de cermet con recubrimiento convencionales 1 a 13.

20 Se prepararon unas gráficas de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación para capas de TiCN reformadas y capas de TiCN convencionales que constituyen las capas revestimiento duro de las herramientas de cermet con recubrimiento de acuerdo con la presente invención y las herramientas de cermet con recubrimiento convencionales utilizando un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo.

25 Es decir, en un estado en el que las superficies de las capas de TiCN reformadas y las capas de TiCN convencionales se establecieron como planos pulidos, las herramientas de cermet con recubrimiento se dispusieron dentro de un cañón del objetivo del microscopio electrónico de barrido de emisión de campo, se irradiaron haces de electrones con una tensión de aceleración de 15 kV y un ángulo de incidencia de 70° alrededor del plano pulido sobre partículas de cristal individuales con una red cristalina cúbica existente en un rango de medición del plano pulido con una corriente de irradiación de 1 nA, se midieron ángulos de inclinación formados por la línea normal del plano pulido y la línea normal del plano (112) que es un plano de cristal de las partículas de cristal a intervalos de 0,1 μm/etapa en un área de 30 x 50 μm utilizando un aparato de patrones de difracción de retrodispersión, se seccionaron cada inclinación de 0,25° los ángulos de inclinación medidos que pertenecían a un intervalo entre 0 y 45° entre los ángulos de inclinación medidos, y se sumaron las frecuencias que pertenecían a cada sección, con lo que se prepararon unas gráficas de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación.

35 En las gráficas de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación de las capas de TiCN reformadas y las capas de TiCN convencionales obtenidas como en la preparación mencionada anteriormente, la sección del ángulo de inclinación en la que el plano (112) muestra el pico más elevado y una relación en la que las frecuencias de ángulo de inclinación existentes en las secciones de ángulo de inclinación entre 0 y 10° ocupaban las frecuencias de ángulo de inclinación totales en la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación se mostraron en las Tablas 5 y 6.

40 En las gráficas de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación, tal como se muestra en las Tablas 5 y 6, las capas de TiCN reformadas presentaban las gráficas de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en las que la distribución de los ángulos de inclinación medidos en el plano (112) presenta el pico más elevado en las secciones de ángulo de inclinación entre 0 y 10° y la relación de las frecuencias de ángulo de inclinación existentes en las secciones de ángulo de inclinación entre 0 y 10° es de un 45% o más, mientras que las capas de TiCN convencionales todas presentaron gráficas de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en las que la distribución de ángulos de inclinación medidos del plano (112) es objetiva en un intervalo entre 0 y 45°, el pico más elevado no sale, y la relación de las frecuencias de ángulo de inclinación existentes en las secciones de ángulo de inclinación entre 0 y 10° es un 30% o menos.

50 La figura 2 es una gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación de la capa de TiCN reformada de la herramienta de cermet con recubrimiento 10 de acuerdo con la presente invención y la figura 3 es una gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación de la capa de TiCN convencional de la herramienta de cermet con recubrimiento convencional 10.

55 Además, para las herramientas de cermet con recubrimiento 1 a 13 de acuerdo con la presente invención y las herramientas de cermet con recubrimiento convencionales 1 a 13, se observaron las capas que constituyen las capas de revestimiento duro de las mismas (se observaron las secciones longitudinales de las capas) utilizando un microanalizador de sonda de electrones (EPMA) y un analizador de espectroscopia Auger. Se confirmó que el primero y el último incluyen las capas de compuesto de titanio y las capas de Al₂O₃ que tienen sustancialmente las mismas composiciones que la composición objetivo. Además, al medir los grosores de las capas que constituyen las capas de revestimiento duro de las herramientas de cermet con recubrimiento utilizando un microscopio electrónico de barrido (de manera similar, se midieron las secciones longitudinales de las capas), todas las capas tenían

ES 2 424 115 T3

sustancialmente los mismos grosores de capa medio (valores promedio de cinco puntos de medición) como grosor de capa objetivo.

5 A continuación, en un estado en el que cada una de las herramientas de cermet con recubrimiento mencionadas anteriormente se fijó mediante tornillos a un soporte de inserto de acero para herramientas con una plantilla de fijación, las herramientas de cermet con recubrimiento 1 a 13 de acuerdo con la presente invención y las herramientas de cermet con recubrimiento convencionales 1 a 13 se sometieron a las siguientes pruebas:

10 una prueba de corte intermitente a alta velocidad en seco de acero aleado (la velocidad de corte normal es de 250 m/min) bajo las siguientes condiciones (condiciones de corte A):

15 Pieza de trabajo: una barra redonda JIS/SMC 440 que tiene cuatro ranuras longitudinales dispuestas equidistantes en dirección longitudinal,
 Velocidad de corte: 370 m/min,
 Profundidad de corte: 1,0 mm,
 Avance: 0,24 mm/rev,
 Tiempo de corte: 5 min;

20 una prueba de corte intermitente a alta velocidad en seco de acero al carbono (la velocidad de corte normal es de 300 m/min) bajo las siguientes condiciones (condiciones de corte B):

25 Pieza de trabajo: barra redonda JIS/S30C que tiene cuatro ranuras longitudinales dispuestas equidistantes en dirección longitudinal,
 Velocidad de corte: 400 m/min,
 Profundidad de corte: 1,0 mm,
 Avance: 0,20 mm/rev,
 Tiempo de corte: 5 min; y

30 una prueba de corte intermitente a alta velocidad en seco de fundición dúctil (la velocidad de corte normal es de 250 m/min) bajo las siguientes condiciones (condiciones de corte C):

35 Pieza de trabajo: barra redonda JIS/FCD450 que tiene cuatro ranuras longitudinales dispuestas equidistantes en dirección longitudinal,
 Velocidad de corte: 400 m/min,
 Profundidad de corte: 1,2 mm,
 Avance: 0,20 mm/rev,
 Tiempo de corte: 5 min.

40 Después se midió en cada prueba la anchura de desgaste del flanco de un borde de corte. Los resultados de la medición se muestran en la Tabla 7.

[Tabla 1]

Tipo		Composición del compuesto (masa %)									
		Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	TiN	TaN	WC
Substrato de la herramienta	A	7	-	2	-	-	3	-	2	-	Resto
	B	5,7	-	-	-	1,5	0,5	-	-	-	Resto
	C	5,7	-	-	-	-	-	1	-	-	Resto
	D	8,5	-	0,5	-	-	-	0,5	-	-	Resto
	E	12,5	2	-	-	-	-	-	1	2	Resto
	F	10	-	-	0,2	-	-	0,8	-	-	Resto

[Tabla 2]

Tipo		Composición del compuesto (masa %)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo ₂ C	WC	TiCN
Substrato de la herramienta	a	13	5	-	10	-	10	16	Resto
	b	8	7	-	5	-	7,5	-	Resto
	c	5	-	-	-	-	6	10	Resto
	d	10	5	-	11	2	-	-	Resto
	e	9	4	1	8	-	10	10	Resto
	f	12	5,5	-	10	-	9,5	14,5	Resto

45

ES 2 424 115 T3

[Tabla 3]

Capa que constituye la capa de revestimiento duro	Condiciones de formación (la presión de la atmósfera de reacción se expresa en kPa, y su temperatura se expresa en °C)		
Tipo	Composición del gas de reacción (% en volumen)	Atmósfera de reacción	
		Presión	Temperatura
TiC	TiCl ₄ : 4,2%, CH ₄ : 8,5%, H ₂ : resto	7	1020
TiN (Primera capa)	TiCl ₄ : 4,2%, N ₂ : 30%, H ₂ : resto	30	900
TiN (Otras capas)	TiCl ₄ : 4,2%, N ₂ : 35%, H ₂ : resto	50	1040
TiCN	TiCl ₄ : 4,2%, N ₂ : 20%, CH ₄ : 4%, H ₂ : resto	12	1020
TiCO	TiCl ₄ : 4,2%, CO: 4%, H ₂ : resto	7	1020
TiCNO	TiCl ₄ : 4,2%, CO: 3%, CH ₄ : 3%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	20	1020
Al ₂ O ₃	AlCl ₃ : 2,2%, CO ₂ : 5,5%, HCl: 2,2%, H ₂ S: 0,2%, H ₂ : resto	7	1000

[Tabla 4]

Capa de TiCN reformada (la presión se expresa en kPa, y la temperatura se expresa en °C)					
Grosor capa objetivo (µm)	Condiciones de formación				
	Composición de gas de reacción (% en volumen)	Atmósfera de reacción		Tiempo de formación de película (h)	
		Presión	Temperatura		
2,5	Inicio de la formación de la película	TiCl ₄ : 5%, CH ₃ CN: 1,15%, N ₂ : 10%, H ₂ : resto	7	900	2
	Fin de la formación de la película	TiCl ₄ : 5%, CH ₃ CN: 2%, N ₂ : 10%, H ₂ : resto	7	900	
5	Inicio de la formación de la película	TiCl ₄ : 3%, CH ₃ CN: 0,5%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	5
	Fin de la formación de la película	TiCl ₄ : 3%, CH ₃ CN: 1,5%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	
7,5	Inicio de la formación de la película	TiCl ₄ : 8%, CH ₃ CN: 1,5%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	6
	Fin de la formación de la película	TiCl ₄ : 8%, CH ₃ CN: 2,5%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	
10	Inicio de la formación de la película	TiCl ₄ : 2%, CH ₃ CN: 0,8%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	800	9
	Fin de la formación de la película	TiCl ₄ : 2%, CH ₃ CN: 1,7%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	800	
12,5	Inicio de la formación de la película	TiCl ₄ : 5%, CH ₃ CN: 1%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	10
	Fin de la formación de la película	TiCl ₄ : 5%, CH ₃ CN: 2,0%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	

		H ₂ : resto			
15	Inicio de la formación de la película	TiCl ₄ : 7%, CH ₃ CN: 1,85%, N ₂ : 30%, H ₂ : resto	7	850	12
	Fin de la formación de la película	TiCl ₄ : 7%, CH ₃ CN: 3%, N ₂ : 30%, H ₂ : resto	7	850	

[Tabla 5]

Tipo	Símbolo del sustrato de la herramienta	Capa de revestimiento duro (los números entre paréntesis indican grosor objetivo: μm)							
		Capa inferior (capa de compuesto Ti)							Capa superior
		Primera capa	Segunda capa	Tercera capa	Cuarta capa	※ Sección de ángulo de inclinación donde el plano (112) de TiCN tiene el pico más elevado (°)	Relación de frecuencias en secciones de ángulo de inclinación entre 1 y 10° (%)	Grosor objetivo de la capa de Al ₂ O ₃ (μm)	
Herramienta de cermet con recubrimiento de la presente invención	1	A	TiN (1)	※ TiCN (7,5)	TiN (1)	TiCNO (0,5)	3,75 - 4,00	72	10
	2	B	TiN (1)	※ TiCN (15)	TiC (3)	TiCNO (1)	0,00 - 0,25	45	6
	3	C	TiCN (1)	※ TiCN (5)	TiCO (0,5)	-	6,25 - 6,50	55	15
	4	D	TiC (1)	※ TiCN (10)	-	-	2,50 - 2,75	51	5
	5	E	TiN (1)	※ TiCN (5)	TiCO (0,5)	-	6,75 - 7,00	56	5
	6	F	TiN (0,5)	※ TiCN (2,5)	TiC (0,5)	TiCNO (0,5)	9,50 - 9,75	60	3
	7	A	TiN (1)	※ TiCN (12,5)	TiCNO (0,5)	-	8,00 - 8,25	65	1
	8	a	TiN (1)	※ TiCN (10)	TiCN (3)	-	2,00 - 2,25	50	13
	9	b	TiC (0,5)	※ TiCN (15)	TiCO (0,5)	-	0,25 - 0,50	46	10
	10	c	TiN (1)	TiC (1)	※ TiCN (7,5)	TiCO (1)	3,50 - 3,75	70	15
	11	c	TiN (1)	TiC (1)	※ TiCN (5)	-	6,50 - 6,75	55	3
	12	d	TiC (0,1)	※ TiCN (2,5)	TiCNO (0,4)	-	9,75 - 10,00	61	12
	13	f	TiCN (0,5)	※ TiCN (12,5)	TiCNO (0,5)	-	8,50 - 8,75	66	1

(en la tabla 5, el símbolo "※" indica una capa TiCN reformada)

[Tabla 6]

Tipo	Símbolo del sustrato de la herramienta	Capa de revestimiento duro (los números entre paréntesis indican grosor objetivo: μm)							
		Capa inferior (capa de compuesto Ti)							Capa superior
		Primera capa	Segunda capa	Tercera capa	Cuarta capa	Sección de ángulo de inclinación donde el plano (112) de TiCN tiene el pico más elevado ($^{\circ}$)	Relación de frecuencias en secciones de ángulo de inclinación entre 1 y 10 $^{\circ}$ (%)	Grosor objetivo de la capa de Al_2O_3 (μm)	
Herramienta de cermet con recubrimiento convencional	1	A	TiN (1)	TiCN (7,5)	TiN (1)	TiCNO (0,5)	No existe	25	10
	2	B	TiN (1)	TiCN (15)	TiC (3)	TiCNO (1)	No existe	21	6
	3	C	TiCN (1)	TiCN (5)	TiCO (0,5)	-	No existe	17	15
	4	D	TiC (1)	TiCN (10)	-	-	No existe	24	5
	5	E	TiN (1)	TiCN (5)	TiCO (0,5)	-	No existe	28	5
	6	F	TiN (0,5)	TiCN (2,5)	TiC (0,5)	TiCNO (0,5)	No existe	20	3
	7	A	TiN (1)	TiCN (12,5)	TiCNO (0,5)	-	No existe	19	1
	8	a	TiN (1)	TiCN (10)	-	-	No existe	24	13
	9	b	TiC (0,5)	TiCN (15)	TiCO (0,5)	-	No existe	30	10
	10	c	TiN (1)	TiC (1)	TiCN (7,5)	TiCO (1)	No existe	22	15
	11	c	TiN (1)	TiC (1)	TiCN (5)	-	No existe	21	3
	12	d	TiC (0,1)	TiCN (2,5)	TiCNO (0,4)	-	No existe	26	12
	13	f	TiCN (0,5)	TiCN (12,5)	TiCNO (0,5)	-	No existe	23	1

[Tabla 7]

Tipo		Anchura del desgaste del flanco (mm)			Tipo		Resultado prueba de corte		
		Condiciones de corte A	Condiciones de corte B	Condiciones de corte C			Condiciones de corte A	Condiciones de corte B	Condiciones de corte C
Herramienta de cermet con recubrimiento de la presente invención	1	0,17	0,16	0,20	Herramienta de cermet con recubrimiento convencional	1	Vida útil de 2,6 min	Vida útil de 2,5 min	Vida útil de 2,0 min
	2	0,31	0,32	0,30		2	Vida útil de 0,2 min	Vida útil de 0,4 min	Vida útil de 0,9 min
	3	0,23	0,21	0,23		3	Vida útil de 1,6 min	Vida útil de 1,9 min	Vida útil de 1,2 min
	4	0,28	0,25	0,26		4	Vida útil de 1,2 min	Vida útil de 0,9 min	Vida útil de 1,0 min
	5	0,19	0,18	0,20		5	Vida útil de 2,2 min	Vida útil de 2,3 min	Vida útil de 1,8 min
	6	0,29	0,29	0,29		6	Vida útil de 0,7 min	Vida útil de 0,5 min	Vida útil de 0,8 min
	7	0,25	0,22	0,24		7	Vida útil de 1,8 min	Vida útil de 1,5 min	Vida útil de 2,1 min
	8	0,28	0,27	0,31		8	Vida útil de 1,1 min	Vida útil de 0,8 min	Vida útil de 0,7 min
	9	0,30	0,30	0,31		9	Vida útil de 0,5 min	Vida útil de 0,9 min	Vida útil de 0,6 min
	10	0,18	0,18	0,19		10	Vida útil de 2,4 min	Vida útil de 2,5 min	Vida útil de 2,8 min
	11	0,21	0,20	0,21		11	Vida útil de 2,0 min	Vida útil de 2,1 min	Vida útil de 1,9 min
	12	0,30	0,27	0,28		12	Vida útil de 0,8 min	Vida útil de 1,0 min	Vida útil de 0,8 min
	13	0,27	0,24	0,24		13	Vida útil de 1,5 min	Vida útil de 1,2 min	Vida útil de 1,7 min

(en la Tabla 7, la variación en la vida útil se debe al desconchado generado en la capa de revestimiento duro)

5 Tal como puede apreciarse aparentemente de las Tablas 5 a 7, en las herramientas de cermet con recubrimiento 1 a 13 de acuerdo con la presente invención, como que una capa de la capa inferior de la capa de revestimiento duro comprende la capa de TiCN reformada que presenta la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en la que el ángulo de inclinación del plano (112) presenta el pico más elevado en las secciones de ángulo de inclinación entre 0 y 10° y la relación de las frecuencias totales existentes en las secciones de ángulo de inclinación entre 0 y 10° es un 45% o más y la capa de TiCN reformada tiene una excelente resistencia a alta temperatura y una excelente resistencia al desconchado, incluso en corte intermitente a alta velocidad de acero o hierro fundido donde los impactos mecánicos son muy grandes, la generación de desconchado en el borde de corte se elimina notablemente y presenta una excelente resistencia al desgaste. Por el contrario, en las herramientas de cermet convencionales 1 a 13 en la que una capa de la capa inferior de la capa de revestimiento duro comprende la capa de TiCN convencional que presenta la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en la que la distribución de los ángulos de inclinación medidos del plano (112) es objetiva en un intervalo entre 0 y 45° y el pico más elevado no existe, dado que la resistencia al impacto mecánico de la capa de revestimiento duro no es suficiente en el corte intermitente a alta velocidad, se produce desconchado del borde de corte, reduciendo así la vida útil del mismo.

25 Tal como se ha descrito anteriormente, las herramientas de cermet con recubrimiento de acuerdo con la presente invención tienen la capa de revestimiento duro que presenta una excelente resistencia al desconchado no sólo en corte continuo o en corte intermitente de diversos materiales tales como el acero y el hierro fundido en condiciones normales, sino también en corte intermitente a alta velocidad bajo condiciones de corte severas acompañado de una resistencia a temperaturas muy elevadas y presentan un excelente rendimiento de corte durante un período de tiempo prolongado. En consecuencia, es posible hacer frente suficientemente y de manera satisfactoria a la demanda de un dispositivo de corte de alto rendimiento, con ahorro de trabajo y ahorro de energía en un trabajo de corte, y reducción de costes.

30

REIVINDICACIONES

1. Herramienta de corte de cermet con recubrimiento superficial, que comprende:

5 un sustrato de herramienta; y
 una capa de revestimiento duro aplicada sobre el sustrato de la herramienta, incluyendo la capa de
 revestimiento duro una capa inferior y una capa superior, conteniendo la capa inferior unas capas de
 compuesto de titanio, y conteniendo la capa superior una capa de óxido de aluminio, en el que una
 10 capa de las capas del compuesto de titanio de la capa inferior comprende una capa de carbonitruro de
 titanio que tiene un grosor de capa medio de 2,5 a 15 μm , y presenta unas propiedades indicadas por
 una gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en la que el pico más elevado
 existe en una sección de ángulo de inclinación entre 0 y 10° y la suma total de frecuencias existentes
 15 en el intervalo entre 0 y 10° ocupa una proporción de un 45% o más de las frecuencias totales en la
 gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación, y en el que el ángulo de inclinación
 está formado por la línea normal de un plano pulido y la línea normal de un plano (112) como plano de
 cristal de partículas de cristal de dicha una capa,
 la gráfica de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación se obtiene utilizando un microscopio
 electrónico de barrido de emisión de campo, irradiando haces de electrones con una tensión de
 20 aceleración de 15 kV y un ángulo de incidencia de 70° alrededor del plano pulido a partículas de cristal
 individuales con una red cristalina cúbica existente en un rango de medición del plano pulido, midiendo
 el ángulo de inclinación formado por la línea normal del plano pulido y la línea normal del plano (112)
 como plano de cristal de las partículas de cristal a intervalos de 0,1 μm /etapa en un área de 30 x 50
 μm , seccionando los ángulos de inclinación medidos que pertenecían a un intervalo entre 0 y 45° cada
 inclinación de 0,25°, y recogiendo las frecuencias existentes en cada sección

25 2. Herramienta de corte de cermet con recubrimiento superficial según la reivindicación 1, caracterizada por el hecho
 de que las capas de compuesto de titanio comprenden por lo menos dos de las siguientes:

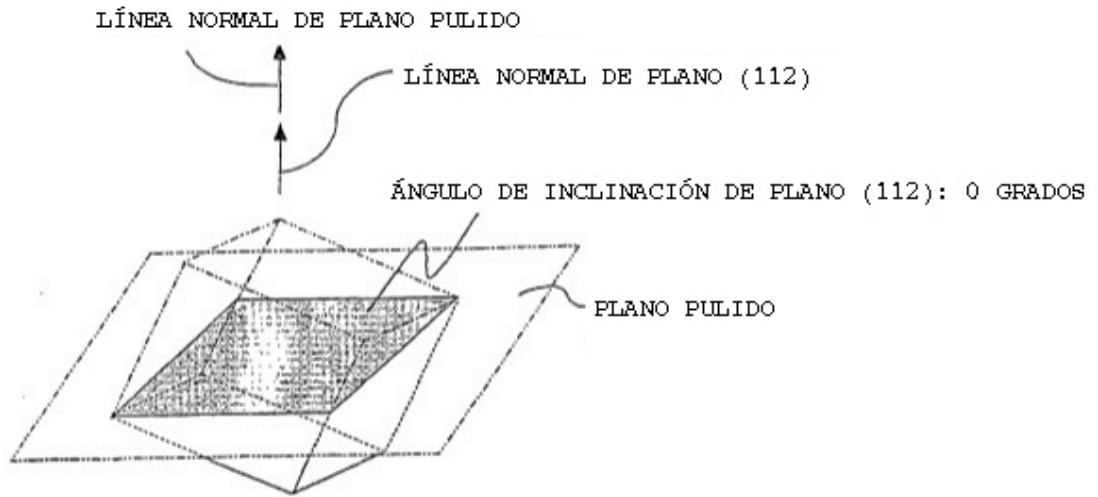
30 una capa de carburo de titanio, una capa de nitruro de titanio, una capa de carbonitruro de titanio, una
 capa de carbóxido de titanio, y una capa de oxicarbonitruro de titanio.

3. Herramienta de corte de cermet con recubrimiento superficial según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por el
 hecho de que las capas de compuesto de titanio tienen un grosor de capa medio total de 3 a 20 μm .

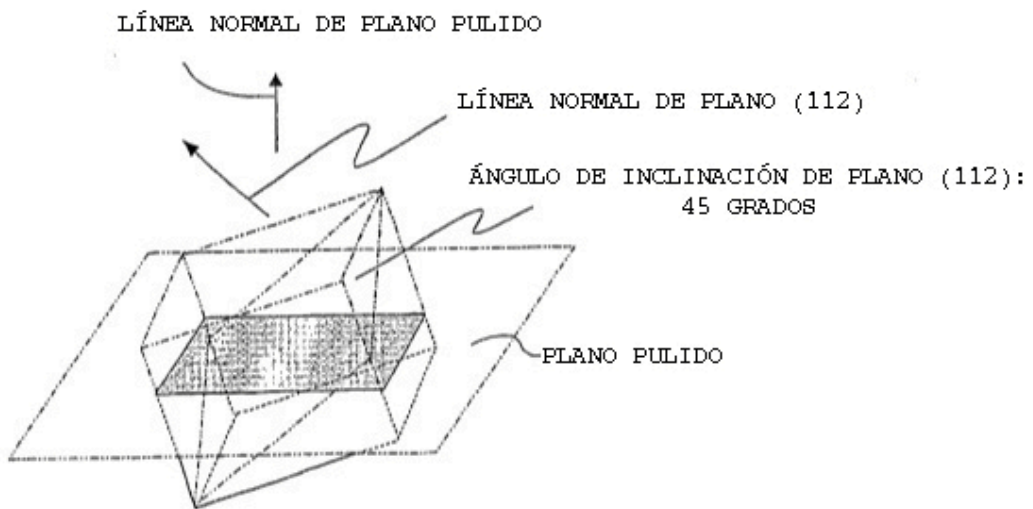
35 4. Herramienta de corte de cermet con recubrimiento superficial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
 caracterizada por el hecho de que la capa de óxido de aluminio tiene un grosor de capa medio de 1 a 15 μm .

5. Herramienta de corte de cermet con recubrimiento superficial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,
 caracterizada por el hecho de que la capa de carbonitruro de titanio se prepara bajo un gas de reacción con una
 40 composición en % en volumen de TiCl_4 : 2 a 10%, CH_3CN : 0,5 a 3%, N_2 : 10 a 30%, y H_2 : el resto;
 estando la relación de contenido de CH_3CN que constituye el gas de reacción en el momento de inicio de la
 formación de la capa de carbonitruro de titanio y en el momento de finalización de la formación de la capa de
 carbonitruro de titanio dentro del intervalo anterior según los grosores de capa;
 aumentándose la relación de contenido de CH_3CN gradualmente desde el momento de inicio de la formación de la
 45 capa de carbonitruro de titanio cuando la relación de contenido es relativamente baja hasta el momento de
 finalización de la formación de la capa cuando la relación de contenido es relativamente alta;
 estableciéndose la diferencia entre el contenido de CH_3CN en el momento de finalización de la formación de la capa
 de carbonitruro de titanio y el contenido de CH_3CN en el momento de inicio de la formación de la capa de
 carbonitruro de titanio en $1 \pm 0,15\%$; y durante la formación de la capa de carbonitruro de titanio la temperatura de la
 50 atmósfera de reacción es entre 820 y 920°C y la presión de la atmósfera de reacción es entre 6 y 20 kPa.

[Fig. 1]

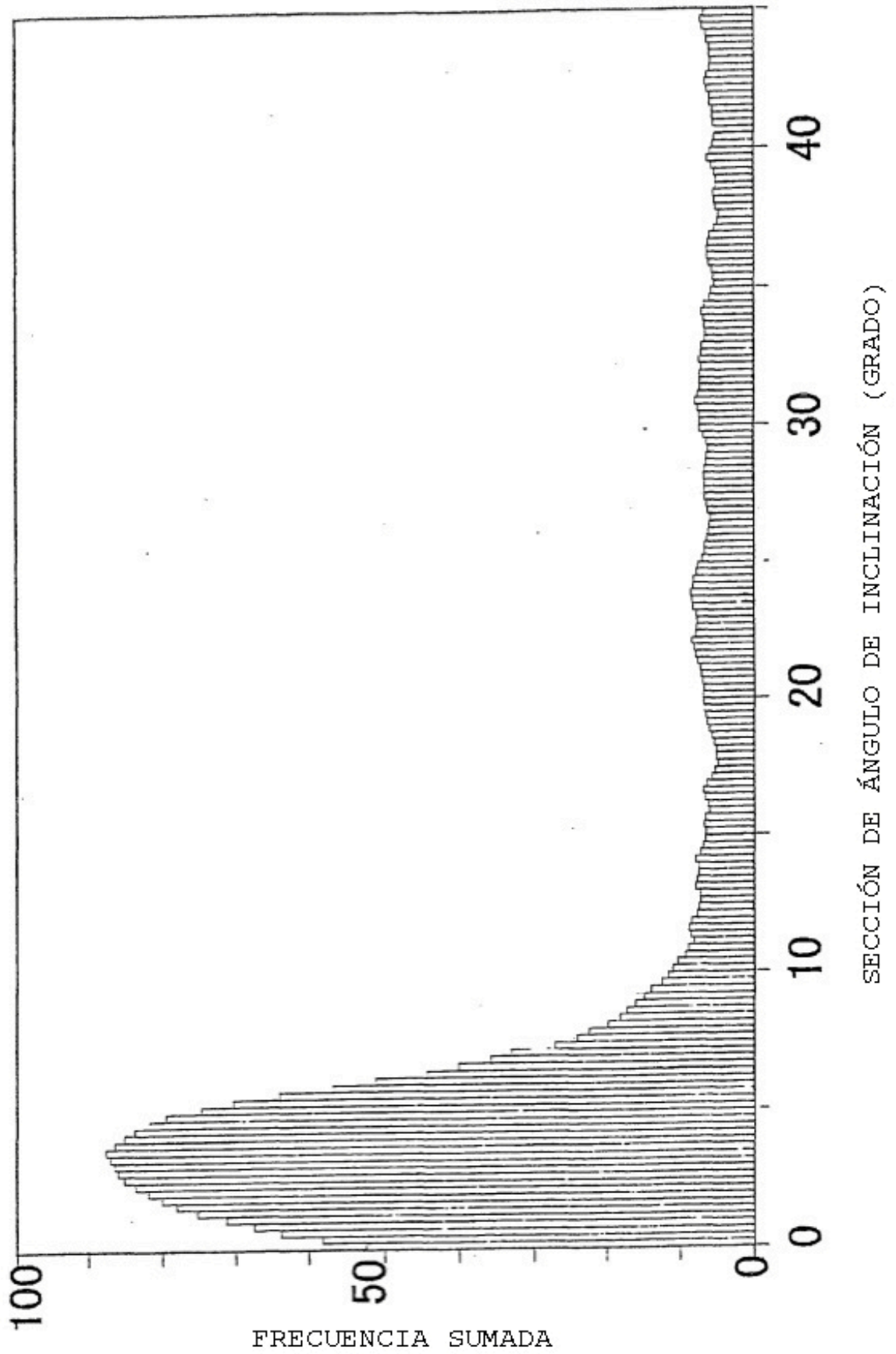


(a)

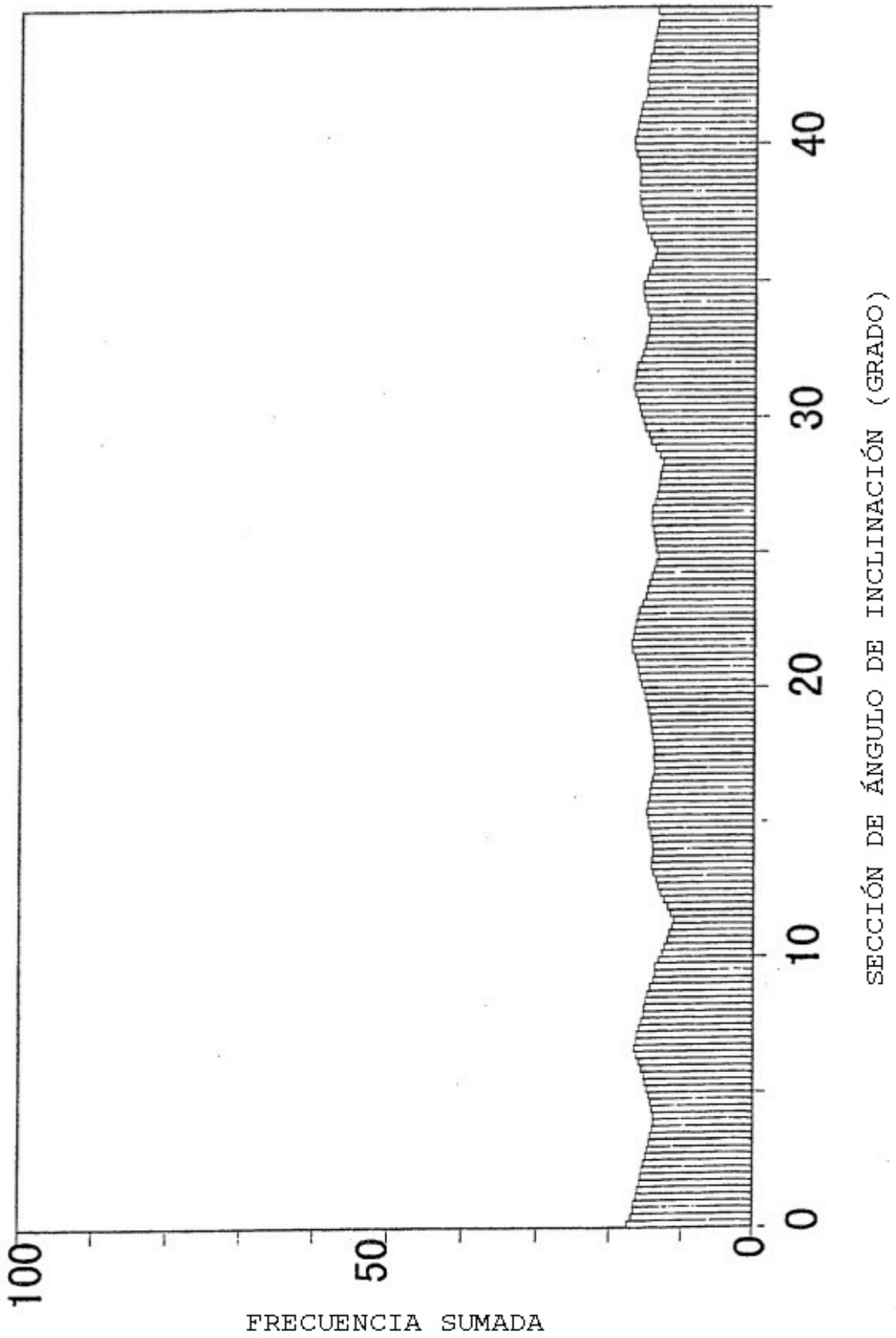


(b)

[Fig. 2]



[Fig. 3]



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10

- JP H631503 B
- US6293739 B1
- JP11140647 B