

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 658**

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 05105419 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013** **EP 1614769**

54 Título: **Proceso para la preparación de una herramienta de corte recubierta**

30 Prioridad:

30.06.2004 JP 2004193158

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

20.03.2013

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:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 398 658 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

Proceso para la preparación de una herramienta de corte recubierta.

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

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la preparación de una herramienta de corte de cermet con superficie recubierta (en adelante, denominada una herramienta de cermet recubierta) de la cual una capa dura de recubrimiento presenta una excelente resistencia al astillado durante un corte intermitente, a alta velocidad, de acero, hierro fundido, etc.

2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 Convencionalmente, se conoce una herramienta de cermet recubierta que está formada, generalmente, recubriendo, sobre una superficie de un sustrato (en adelante, en la presente memoria, denominado en general un sustrato de herramienta) realizado en carburo cementado basado en carburo de tungsteno (en adelante, denominado WC) o cermet basado en carbonitruro de titanio (en adelante, denominado TiCN), una capa dura de recubrimiento que incluye las siguientes capas superior e inferior (a) y (b):
- 15 (a) como capa inferior, una capa de compuesto de titanio que tiene al menos dos de entre una capa de carburo de titanio (en adelante, denominada TiC), una capa de nitruro de titanio (en adelante, denominada TiN), una capa de carbonitruro de titanio (en adelante, denominada TiCN), una capa de carbóxido de titanio (en adelante, denominada TiCO), y una capa de oxicarbonitruro de titanio (en adelante, denominada TiCNO), todos los cuales se forman por deposición química de vapor, y en la que la capa de compuesto de titanio tiene un espesor total promedio de capa de 3 a 20 μm , y
- 20 (b) como capa superior, una capa de óxido de aluminio (en adelante, en la presente memoria, denominada Al_2O_3) que es depositada mediante deposición química de vapor y que tiene un espesor promedio de capa de 1 a 15 μm . La herramienta de cermet recubierta es usada ampliamente, por ejemplo, para corte continuo o intermitente de acero, hierro fundido, etc.

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

- 25 En los últimos años, el rendimiento de una herramienta de corte se ha mejorado notablemente, y se ha incrementado la demanda de ahorro de costos de personal y ahorro de energía en el trabajo de corte así como la demanda de reducción de costos. En consecuencia, el trabajo de corte se realiza más frecuentemente en un intervalo de velocidad más alta. Las herramientas de cermet recubiertas convencionales generalmente no presentan problemas cuando se usan en el corte continuo o en el corte intermitente de acero, hierro fundido o similares, bajo condiciones normales. Específicamente, cuando las herramientas de corte convencionales se usan en un corte intermitente a alta velocidad bajo las condiciones de
- 30 corte más severas, es decir, en el corte intermitente a alta velocidad en el que los impactos mecánicos se aplican repetidamente al borde de corte a pasos muy cortos, la capa de compuesto de titanio, que es la capa inferior de la capa dura de recubrimiento, es resistente a la alta temperatura y la capa Al_2O_3 , que es la capa superior de la capa dura de recubrimiento, tiene dureza a alta temperatura y excelente resistencia al calor. Sin embargo, debido a que la resistencia a alta temperatura de la capa de compuesto de titanio no es suficiente, no es posible resistir de manera satisfactoria los
- 35 impactos mecánicos. Como resultado, se produce fácilmente astillado (grietas finas) en la capa dura de recubrimiento, reduciendo, por consiguiente, la vida útil de las herramientas de cermet de corte.

Los documentos JP1140647 y US6293739 divulgan dos procedimientos por etapas para la deposición de capas de TiCN con textura (422).

Sumario de la invención

- 40 La presente invención está dirigida a resolver los problemas anteriores y, por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para proporcionar una herramienta de cermet de corte con superficie recubierta con una capa dura de recubrimiento que tiene una excelente resistencia al astillado según la reivindicación 1.

- 45 Teniendo en cuenta los problemas anteriores, los presentes inventores han realizado estudios para mejorar la resistencia al astillado de la capa dura de recubrimiento de las herramientas de cermet recubiertas, y han obtenido los resultados siguientes, descritos más adelante.

(a) Sobre una superficie de un sustrato de herramienta, la capa de compuesto de titanio, como una capa inferior de la capa dura de recubrimiento de las herramientas de cermet recubiertas, se forma usando un reactor químico de deposición de vapor convencional, bajo condiciones:

- 50 Composición del gas de reacción: en % en volumen, TiCl_4 : del 2 al 10%, CH_3CN : del 0,5 al 3%, N_2 : del 10 al 30%, y H_2 : resto,

Temperatura de la atmósfera de reacción: 820 a 920°C, y

Presión de la atmósfera de reacción: de 6 a 20 kPa.

Además, las proporciones de contenido de CH₃CN que constituye el gas de reacción en el punto de tiempo del inicio de la formación de la capa de compuesto de titanio y en el punto de tiempo del final de la formación de la capa de compuesto de titanio se especifican dentro del intervalo de contenido descrito anteriormente según los espesores de capa y la capa de TiCN se forma bajo una condición de que la proporción de contenido de CH₃CN se aumenta continuamente desde el punto de tiempo del inicio de la formación de la capa, cuando la proporción de contenido es relativamente baja, al punto de tiempo del final de la formación de la capa, cuando la proporción de contenido es relativamente alta. Entonces, la capa de TiCN (en adelante, denominada "capa TiCN reformada") formada como resultado, tiene una excelente resistencia a alta temperatura y una excelente resistencia a los impactos mecánicos. Como resultado, en la herramienta de cermet recubierta que incluye la capa de Al₂O₃, que es la capa superior de la capa dura de recubrimiento, la capa de compuesto de titanio que es la capa inferior, y una capa de la capa de compuesto de titanio realizada en la capa de TiCN reformada, la capa dura de recubrimiento exhibe una excelente resistencia al astillado incluso en el corte intermitente a alta velocidad con impactos químicos severos y, por lo tanto, la herramienta de cermet recubierta tiene una excelente resistencia al desgaste.

(b) La capa de TiCN (en adelante, denominada "capa de TiCN convencional") que constituye la capa inferior de la capa dura de recubrimiento de la herramienta de cermet recubierta convencional se deposita usando un reactor químico convencional de deposición de vapor, bajo condiciones:

Composición del gas de reacción: en % en volumen, TiCl₄: del 1 al 5%, CH₄: del 1 al 5%, N₂: del 10 al 30%, y H₂: resto,

Temperatura de la atmósfera de reacción: de 950 a 1.050°C, y

Presión de la atmósfera de reacción: de 6 a 20 kPa.

Sin embargo, cuando el gráfico de la distribución de frecuencias de ángulos de inclinación se prepara tal como se muestra en las Figs. 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 intervalo de medición de un plano pulido, midiendo un ángulo de inclinación formado por la línea normal del plano pulido y la línea normal del plano (112) como un plano de cristal de una partícula de cristal, seccionando los ángulos de inclinación medidos pertenecientes a un intervalo de 0 a 45° cada paso de 0,25°, y recogiendo las frecuencias existentes en cada sección, la capa de TiCN convencional exhibe un gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en el que la distribución de los ángulos de inclinación medidos del plano (112) no está sesgada en un intervalo de 0 a 45°, tal como se muestra en la Fig. 3, mientras que la capa de TiCN reformada exhibe un gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en el que el pico agudo más alto ocurre en una posición específica en las secciones de ángulo de inclinación, tal como se muestra en la Fig. 2 y el pico agudo más alto cambia de posición y de altura en las secciones de ángulo de inclinación del eje horizontal según el contenido de CH₃CN del gas de reacción.

(c) Tal como se ha descrito anteriormente, en el momento de formar la capa de TiCN, fijando el contenido de CH₃CN en el gas de reacción a entre 0,5 y 3%, especificando el contenido de CH₃CN en el punto de tiempo del inicio de la formación de la película y en el punto de tiempo del final de la formación de la película para corresponder al espesor de capa en el intervalo de contenido, y aumentando gradualmente el contenido de CH₃CN desde el punto de tiempo del inicio de la formación de la película al punto de tiempo del final de la formación de la película, se obtiene un gráfico de la distribución de frecuencias de ángulos de inclinación en el que el pico agudo más alto ocurre en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo desde 0 a 10° y la suma de las frecuencias existentes en el intervalo de 0 a 10° ocupa el 45% o más de las frecuencias totales en el gráfico de distribución de frecuencias de ángulos de inclinación. En el gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación, la proporción de las frecuencias de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° es del 45% o superior, y el pico más alto ocurre en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10°. En este caso, según los resultados del ensayo, es preferible que el contenido de CH₃CN en el punto de tiempo del inicio de la formación de la película y en el punto de tiempo del final de la formación de la película se establezcan a los valores más bajos en el intervalo del 0,5 al 3% cuando el espesor de la capa es pequeño, los contenidos de CH₃CN en el punto de tiempo del inicio de la formación de la película y en el punto de tiempo del final de la formación de la película se establezcan a los valores medios en el intervalo cuando el espesor de la capa es medio, el contenido de CH₃CN se establezca a los valores más altos en el intervalo cuando el espesor de la capa es grande, y la anchura del contenido, es decir, (contenido de CH₃CN en el punto de tiempo del final de la formación de la película) - (contenido de CH₃CN en el punto de tiempo del inicio de la formación de la película), se establezca a 1 ± 0,15%. Cuando la anchura del contenido es menor del 0,85%, la proporción de la suma de las frecuencias existentes en el intervalo de 0 a 10° es menor del 45% de las frecuencias totales en el gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación y, por lo tanto, no es posible asegurar una excelente resistencia a alta temperatura deseada para la capa de TiCN. Por el contrario, cuando la anchura del contenido es mayor del 1,15%, las secciones de ángulo de inclinación que tienen el pico más alto se apartan del intervalo de 0 a 10° y, por lo tanto, de manera similar, no es posible asegurar una excelente resistencia a alta temperatura

deseada para la capa de TiCN.

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

La presente invención se ha alcanzado en base a los resultados de las investigaciones indicadas anteriormente. Según la presente invención, se proporciona un procedimiento para la preparación de una herramienta de cermet de corte con superficie recubierta con una capa dura de recubrimiento que tiene una excelente resistencia al astillado en un corte intermitente a alta velocidad, en el que la herramienta de cermet de corte con superficie recubierta se forma aplicando, sobre una superficie de un sustrato de herramienta realizada en carburo cementado basada en WC o cermet basado en TiCN, la capa dura de recubrimiento incluye las siguientes capas superior e inferior (a) y (b):

(a) como capa inferior, una capa de compuesto de titanio que tiene al menos dos de entre una capa de TiC, una capa de TiN, una capa de TiCN, una capa de TiCO y una capa de TiCNO, todos las cuales son depositadas mediante deposición química de vapor, en la que la capa de compuesto de titanio tiene un espesor total medio de capa de 3 a 20 μm , y

(b) como capa superior, una capa de Al_2O_3 que tiene un espesor medio de capa de 1 a 15 μm , que es depositada mediante deposición química de vapor,

en el que una capa de la capa de compuesto de titanio como la capa inferior (a) comprende una capa de TiCN reformada que tiene un espesor medio de capa de 2,5 a 15 μm e indica un gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en el que el pico más alto existe en una sección de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° y la suma total de las frecuencias existentes en el intervalo de 0 a 10° ocupa una proporción del 45% o superior de las frecuencias totales en el gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación, en el que el gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación se obtiene utilizando un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo, que irradia haces de electrones a partículas de cristal individuales con una red cristalina cúbica existente en un intervalo de medición de un plano pulido, midiendo un ángulo de inclinación formado por la línea normal del plano pulido y la línea normal del plano (112) como un plano de cristal de una partícula de cristal, seccionando los ángulos de inclinación medidos pertenecientes a un intervalo de 0 a 45° cada paso de 0,25°, y recopilando las frecuencias existentes en cada sección.

A continuación, se describirá la razón para limitar los valores numéricos en las capas que constituyen la capa dura de recubrimiento de la herramienta de cermet recubierta, descrita anteriormente.

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

Una capa de compuesto de titanio, en sí misma, tiene resistencia a alta temperatura, y la capa dura de recubrimiento 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 la capa superior. Por consiguiente, contribuye a la mejora de la adherencia de la capa dura de recubrimiento al sustrato de la herramienta. Sin embargo, cuando el espesor medio total de la capa es menor de 3 μm , la función anterior no puede conseguirse de manera suficiente. Por otro lado, cuando el espesor medio total de la capa es mayor de 20 μm , es posible que se produzca una deformación plástica térmica, particularmente en el corte intermitente a alta velocidad que va acompañado de una elevada generación de calor, lo cual provoca un desgaste parcial. Por consiguiente, el espesor medio de la capa se establece entre 3 y 20 μm .

(b) Capa de TiCN reformada

Tal como se ha descrito anteriormente, estableciendo la proporción de contenido de CH_3CN en el gas de reacción a entre el 0,5 y el 3% y aumentando gradualmente la proporción de contenido de CH_3CN desde el punto de tiempo del inicio de la formación de la película al punto de tiempo del final de la formación de la película, se forma la capa de TiCN reformada que exhibe el gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en el que el pico más alto del ángulo de inclinación medido ocurre en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° y la relación de la suma de las frecuencias existentes en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° es el 45 o superior de las frecuencias totales y, de esta manera, la capa de TiCN reformada tiene una excelente resistencia a alta temperatura. Sin embargo, cuando el espesor medio de capa de la misma es menor de 2,5 μm , la capa dura de recubrimiento no puede tener la excelente resistencia deseada a alta temperatura y cuando el espesor medio de la capa es mayor de 15 μm , la deformación plástica térmica provoca que pueda generarse fácilmente un desgaste parcial y el desgaste se acelera. Como resultado, el espesor medio de la capa se establece entre 2,5 y 15 μm .

(c) Capa Al_2O_3 (capa superior)

La capa de Al_2O_3 tiene una excelente dureza a alta temperatura y una excelente resistencia al calor y contribuye a la mejora de la resistencia al desgaste de la capa dura de recubrimiento. Sin embargo, cuando el espesor medio de la capa es menor de 1 μm , la capa dura de recubrimiento no puede tener suficiente resistencia al desgaste. Por otro lado, cuando el espesor medio de la capa es mayor de 15 μm , es probable que ocurra astillado. Por consiguiente, su espesor medio de

capa se establece entre 1 y 15 μm .

Además, con el propósito de identificación de la herramienta de corte antes y después del uso de la misma, puede formarse, mediante deposición, una capa de TiN que tiene un tono dorado, según sea necesario. En este caso, el espesor medio de la capa de TiN es preferiblemente de 0,1 a 1 μm . Esto es debido a que, cuando el espesor medio de capa de la misma es menor de 0,1 μm , no puede conseguirse un efecto de identificación suficiente, mientras que el efecto de identificación debido a la capa de TiN es suficiente con un espesor medio de capa de hasta 1 μm .

La herramienta de cermet recubierta realizada según el procedimiento de la presente invención exhibe una excelente resistencia al desgaste, ya que la capa de TiCN reformada, que es una capa de la capa inferior de la capa dura de recubrimiento, tiene una excelente resistencia a alta temperatura y exhibe una excelente resistencia al astillado incluso en el corte intermitente a alta velocidad de acero o hierro fundido, que tiene impactos mecánicos y térmicos muy altos.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama esquemático explicativo que ilustra un intervalo 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 dura de recubrimiento;

La Fig. 2 es un gráfico 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 dura de recubrimiento de una herramienta 10 de cermet recubierta realizada según el procedimiento de la presente invención;

La Fig. 3 es un gráfico 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 dura de recubrimiento de una herramienta 10 de cermet recubierta convencional;

Descripción detallada de las realizaciones preferibles

En adelante, en la presente memoria, se describirán, en detalle, las realizaciones de una herramienta de cermet recubierta realizada según el procedimiento de la presente invención.

Los siguientes polvos, cada uno de los cuales tiene un tamaño medio de partícula en el intervalo de 1 a 3 μm , se prepararon como materias de partida 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. Esos polvos de partida se combinaron entre sí en base a las composiciones mostradas en la Tabla 1, se mezclaron unos con otros en una solución de acetona que tenía cera añadida a la misma durante 24 horas usando un molino de bolas, y se secaron bajo presión reducida. Posteriormente, la mezcla de polvo resultante fue estampada en un material compacto verde con una forma predeterminada a una presión de 98 MPa. A continuación, el material compacto verde se sinterizó bajo las condiciones siguientes: una presión de vacío de 5 Pa, una temperatura predeterminada en un intervalo de 1.370 a 1.470°C, y una duración de mantenimiento de 1 hora. Después de la sinterización, los bordes de corte se sometieron a rectificado y bruñido con un radio de 0,07 mm para la fabricación de los sustratos de herramienta A - F realizados en carburo cementado basado en WC y que tienen formas de inserción definidas en ISO/CNMG120408.

Además, los polvos siguientes, cada uno de los cuales tiene un tamaño medio de partícula en un intervalo de 0,5 a 2 μm , se prepararon como materias de partida 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. Esos polvos de partida se combinaron entre sí en base a la composición mostrada en la Tabla 2, se mezclaron en húmedo, unos con otros, durante 24 horas, usando un molino de bolas, y se secaron. Posteriormente, la mezcla en polvo resultante se prensó a una presión de 98 MPa para formar un material compacto verde. A continuación, el material compacto verde se sinterizó en una atmósfera de nitrógeno bajo las condiciones siguientes: una presión de 1,3 kPa, una temperatura de 1.540°C, y una duración de mantenimiento de 1 hora. Después de la sinterización, los bordes de corte se sometieron a rectificado y bruñido con un radio de 0,07 mm para la fabricación de los sustratos de herramienta a - f realizados en cermet basado en TiCN y que tienen formas de inserción definidas en la norma ISO CNMG120412.

A continuación, sobre las superficies de los sustratos de herramienta A - F y a - f, mediante el uso de un reactor químico general de deposición de vapor, las capas de compuesto de titanio y las capas de TiCN reformadas, como capas inferiores de las capas duras de recubrimiento, se depositaron con las combinaciones y los espesores de capa objetivo mostrados en la Tabla 5 bajo las condiciones mostradas en las Tablas 3 y 4. A continuación, de manera similar, las capas de Al_2O_3 , como capas superiores, fueron depositadas con las combinaciones y los espesores de capa objetivo mostrados en la Tabla 5 bajo las condiciones mostradas en la Tabla 3. Como resultado, se fabricaron las herramientas 1 a 13 recubiertas, realizadas según el procedimiento de la presente invención.

Con propósitos de comparación, tal como se muestra en la Tabla 6, las capas de compuesto de titanio y las capas de Al_2O_3 , como capas superiores y capas inferiores de las capas duras de recubrimiento, se depositaron con los espesores

de capa objetivo mostrados en la Tabla 6 bajo las condiciones mostradas en la Tabla 3. Como resultado, se fabricaron las herramientas 1 a 13 de cermet, recubiertas, convencionales.

5 Se prepararon gráficos de la distribución de frecuencias de ángulo de inclinación para las capas de TiCN reformadas y las capas de TiCN convencionales que constituyen las capas duras de recubrimiento de las herramientas de cermet recubiertas según la presente invención y las herramientas de cermet recubiertas convencionales usando un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo .

10 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 recubiertas se colocaron dentro de un tubo portaobjetos del microscopio electrónico de barrido de emisión de campo, se irradiaron haces de electrones con un voltaje de aceleración de 15 kV y un ángulo de incidencia de 70° sobre el plano pulido sobre partículas de cristal individuales con una red cristalina cúbica existente en un intervalo de medición del plano pulido con una corriente de irradiación de 1 nA, los 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, se midieron en intervalos de 0,1 μm/paso en un área de 30x50 μm usando un aparato de formación de patrones de difracción de electrones retrodispersados, los ángulos de inclinación medidos pertenecientes a un intervalo de 0 a 45° entre los ángulos de inclinación medidos fueron seccionados cada paso de 0,25°, y las frecuencias pertenecientes a cada sección se sumaron, de manera que se prepararon los gráficos de distribución de frecuencias del ángulo de inclinación.

20 En los gráficos de distribución de frecuencias del ángulo de inclinación de las capas de TiCN reformadas y las capas de TiCN convencionales obtenidas según la preparación indicada, la sección de ángulos de inclinación en la que el plano (112) exhibe el pico más alto y una proporción en la que las frecuencias del ángulo de inclinación existentes en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° ocupó la totalidad de las frecuencias de ángulo de inclinación en el gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación mostrado en las Tablas 5 y 6.

25 En los gráficos de distribución de frecuencias del ángulo de inclinación, tal como se muestra en las Tablas 5 y 6, las capas de TiCN reformadas exhibieron unos gráficos de distribución de frecuencias del ángulo de inclinación en los que la distribución de los ángulos de inclinación medidos del plano (112) exhibe el pico más alto en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° y la proporción de las frecuencias de ángulo de inclinación existentes en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° es del 45% o superior, mientras que todas las capas de TiCN convencionales exhibieron unos gráficos de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en los que la distribución de los ángulos de inclinación medidos del plano (112) no están sesgados en el intervalo de 0 a 45°, no existe pico más alto, y la proporción de las frecuencias de ángulo de inclinación existentes en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° es del 30% o inferior.

30 La Fig. 2 es un gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación de la capa de TiCN reformada de la herramienta 10 de cermet recubierta realizada según el procedimiento de la presente invención y la Fig. 3 es un gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación de la capa de TiCN convencional de la herramienta 10 de cermet recubierta convencional.

35 Además, para las herramientas 1 a 13 de cermet recubiertas, realizadas según el procedimiento de la presente invención, y las herramientas 1 a 13 de cermet recubiertas convencionales, se observaron las capas que constituyen sus capas duras de recubrimiento (se observaron las secciones longitudinales de las capas) usando un micro-analizador de sonda de electrones (EPMA) y un analizador de espectroscopia Auger. Se confirmó que la primera y la última incluían las capas de compuesto de titanio y las capas de Al₂O₃ que tienen sustancialmente las mismas composiciones que la composición objetivo. Además, cuando los espesores de las capas que constituyen las capas duras de recubrimiento de las herramientas de cermet recubiertas se midieron usando un microscopio electrónico de barrido (de manera similar, se midieron las secciones longitudinales de las capas), todas las capas tenían sustancialmente el mismo espesor medio de capa (valores promedio de cinco puntos de medición) que el espesor de la capa objetivo.

40 A continuación, en un estado en el que cada una de las herramientas de cermet recubiertas, indicadas anteriormente, fue fijada mediante tornillos a un portaplacas de acero para herramientas con una plantilla de fijación, las herramientas 1 a 13 de cermet recubiertas, realizadas según el procedimiento de la presente invención, y las herramientas 1 a 13 de cermet convencionales se sometieron a los siguientes ensayos:

50 un ensayo de corte intermitente, en seco, a alta velocidad, de acero aleado (la velocidad de corte normal era de 250 m/min) bajo la siguiente condición (condición de corte A):

Pieza de trabajo: una barra redonda JIS/SCM 440 que tenía cuatro ranuras longitudinales dispuestas de manera equidistante en la dirección longitudinal,

Velocidad de corte: 370 m/min,

Profundidad de corte: 1,0 mm,

ES 2 398 658 T3

Velocidad de alimentación: 0,24 mm/rev,

Tiempo de corte: 5 min;

un ensayo de corte intermitente, en seco, a alta velocidad, de acero al carbono (la velocidad de corte normal era de 300 m/min) bajo la siguiente condición (condición de corte B):

- 5 Pieza de trabajo: una barra redonda JIS/S30C que tenía cuatro ranuras longitudinales dispuestas de manera equidistante en la dirección longitudinal,

Velocidad de corte: 400 m/min,

Profundidad de corte: 1,0 mm,

Velocidad de alimentación: 0,20 mm/rev,

- 10 Tiempo de corte: 5 min, y

un ensayo de corte intermitente, en seco, a alta velocidad, de hierro fundido dúctil (la velocidad de corte normal era de 250 m/min) bajo la siguiente condición (condición de corte C):

Pieza de trabajo: una barra redonda JIS/FCD450 que tenía cuatro ranuras longitudinales dispuestas de manera equidistante en la dirección longitudinal,

- 15 Velocidad de corte: 400 m/min,

Profundidad de corte: 1,2 mm,

Velocidad de alimentación: 0,20 mm/rev,

Tiempo de corte: 5 min,

- 20 A continuación, se midió la anchura del desgaste del flanco de un borde de corte en cada ensayo. Los resultados de la medición se muestran en la Tabla 7.

Tabla 1

Tipo		Composición (% en masa)									
		Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	TiN	TaN	WC
Sustrato de 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 (% en masa)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	MO ₂ C	WC	TiCN
Sustrato de 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

Tabla 3

Capa que constituye la capa dura de recubrimiento	Condición 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	1.020
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	1.040
TiCN	TiCl ₄ : 4,2%, N ₂ : 20%, CH ₄ : 4%, H ₂ : resto	12	1.020
TiCO	TiCl ₄ : 4,2%, CO: 4%, H ₂ : resto	7	1.020
TiCNO	TiCl ₄ : 4,2%, CO: 3%, CH ₄ : 3%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	20	1.020
Al ₂ O ₃	AlCl ₃ : 2,2%, CO ₂ : 5,5%, HCl: 2,2%, H ₂ S: 0,2%, H ₂ : resto	7	1.000

ES 2 398 658 T3

Tabla 4

Capa TiCN reformada (la presión se expresa en kPa y la temperatura se expresa en °C)					
Espesor de capa objetivo (µm)	Condición de formación				
	Composición del gas de reacción (% en volumen)		Atmósfera de reacción		Tiempo de formación de película (horas)
			Presión	Temperatura	
2,5	Inicio de formación de película	TiCl ₄ : 5%, CH ₃ CN: 1,15%, N ₂ : 10%, H ₂ : resto	7	900	2
	Final de formación de película	TiCl ₄ : 5%, CH ₃ CN: 2%, N ₂ : 10%, H ₂ : resto	7	900	
5	Inicio de formación de película	TiCl ₄ : 3%, CH ₃ CN: 0,5%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	5
	Final de formación de película	TiCl ₄ : 3%, CH ₃ CN: 1,5%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	
7,5	Inicio de formación de película	TiCl ₄ : 8%, CH ₃ CN: 1,5%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	6
	Final de formación de película	TiCl ₄ : 8%, CH ₃ CN: 2,5%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	
10	Inicio de formación de película	TiCl ₄ : 2%, CH ₃ CN: 0,8%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	800	9
	Final de formación de película	TiCl ₄ : 2%, CH ₃ CN: 1,7%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	800	
12,5	Inicio de formación de película	TiCl ₄ : 5%, CH ₃ CN: 1%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	10
	Final de formación de película	TiCl ₄ : 5%, CH ₃ CN: 2,0%, N ₂ : 20%, H ₂ : resto	7	850	
15	Inicio de formación de película	TiCl ₄ : 7%, CH ₃ CN: 1,85%, N ₂ : 30%, H ₂ : resto	7	850	12
	Final de formación de película	TiCl ₄ : 7%, CH ₃ CN: 3%, N ₂ : 30%, H ₂ : resto	7	850	

ES 2 398 658 T3

Tabla 5

Tipo	Símbolo del sustrato de la herramienta	Capa dura de recubrimiento (los números entre paréntesis indican espesor objetivo, μm)							
		Capa inferior (Capa de compuesto de Ti)						Capa superior	
		Primera capa	Segunda capa	Tercera capa	Cuarta capa	§Selección de ángulo de inclinación donde el plano (112) de TiCN tiene el pico más alto ($^{\circ}$)	Relación de frecuencias en secciones de ángulo de inclinación de 1 a 10° (%)	Espesor objetivo de la capa de Al_2O_3 (μm)	
Herramienta de cermet recubierta 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 de TiCN reformada)

Tabla 6

Tipo		Símbolo del sustrato de la herramienta	Capa dura de recubrimiento (los números entre paréntesis indican espesor objetivo, μm)						
			Capa inferior (Capa de compuesto de Ti)						Capa superior
			Primera capa	Segunda capa	Tercera capa	Cuarta capa	§Selección de ángulo de inclinación donde el plano (112) de TiCN tiene el pico más alto ($^{\circ}$)	Relación de frecuencias en secciones de ángulo de inclinación de 1 a 10° (%)	Espesor objetivo de la capa de Al_2O_3 (μm)
Herramienta de cermet recubierta 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 de desgaste de flanco (mm)			Tipo	Resultado de ensayo de corte				
	Condi- ción de corte A	Condi- ción de corte B	Condi- ción de corte C		Condi- ción de corte A	Condi- ción de corte B	Condi- ción de corte C		
Herramienta de cermet recubierta de la presente invención	1	0,17	0,16	0,20	Herramienta de cermet recubierta 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 está causada por el astillado generado en la capa dura de recubrimiento)

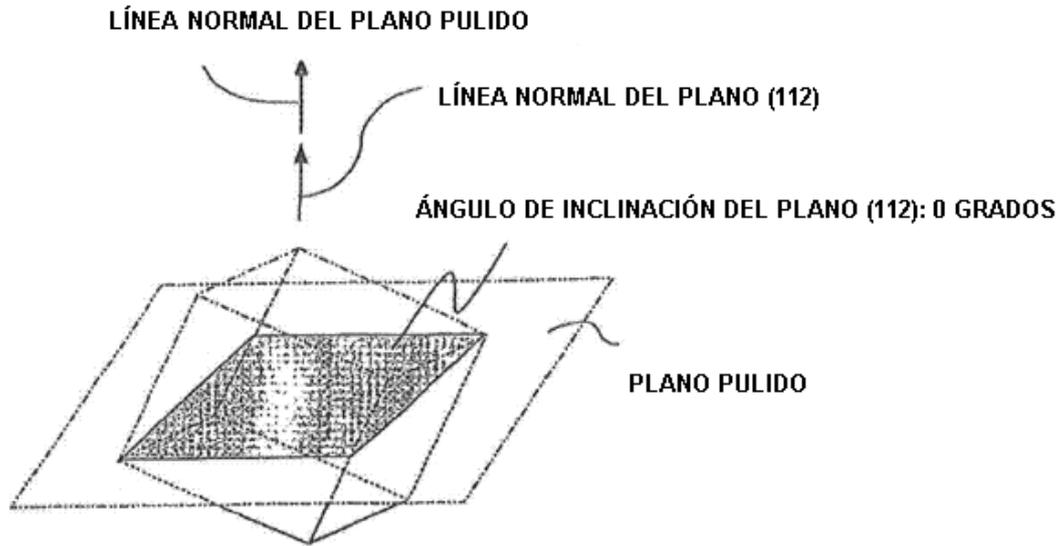
5 Tal como puede observarse de manera evidente a partir de las Tablas 5 a 7, en las herramientas 1 a 13 de cermet recubiertas según la presente invención, debido a que una capa en la capa inferior de la capa dura de recubrimiento comprende la capa de TiCN reformada que exhibe un gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en el que el ángulo de inclinación del plano (112) exhibe el pico más alto en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° y la relación de las frecuencias totales existentes en las secciones de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° es del 45% o superior y la capa de TiCN reformada tiene una excelente resistencia a alta temperatura y una excelente resistencia al astillado incluso en el corte intermitente, a alta velocidad, de acero o hierro fundido, en el que los impactos mecánicos son muy grandes, la generación de astillado en el borde de corte se suprime notablemente y exhibe una excelente resistencia al desgaste. Por el contrario, en las herramientas 1 a 13 de cermet convencionales en las que una capa de la capa inferior de la capa dura de recubrimiento comprende la capa de TiCN convencional que exhibe un gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en el que la distribución de los ángulos de inclinación medidos del plano (112) no está sesgada en el intervalo de 0 a 45° y no existe pico más alto, debido a que la resistencia al impacto mecánico de la capa dura de recubrimiento no es suficiente en el corte intermitente a alta velocidad, se produce astillado en el borde de corte, acortando, de esta manera, la vida útil de las mismas.

5 Tal como se ha descrito anteriormente, las herramientas de cermet recubiertas, realizadas según el procedimiento de la presente invención, tienen la capa dura de recubrimiento que exhibe una excelente resistencia al astillado no sólo en el corte continuo o en el corte intermitente de diversos materiales, tales como acero e hierro fundido, bajo condiciones normales, sino también en el corte intermitente a alta velocidad bajo las condiciones de corte más severas, exhibiendo además una dureza a muy alta temperatura y un rendimiento de corte excelentes durante un período prolongado de tiempo. En consecuencia, es posible satisfacer, de manera suficiente y satisfactoria, la demanda para un alto rendimiento de un dispositivo de corte, ahorro en costes de personal y ahorro de energía en un trabajo de corte, y la reducción de costes.

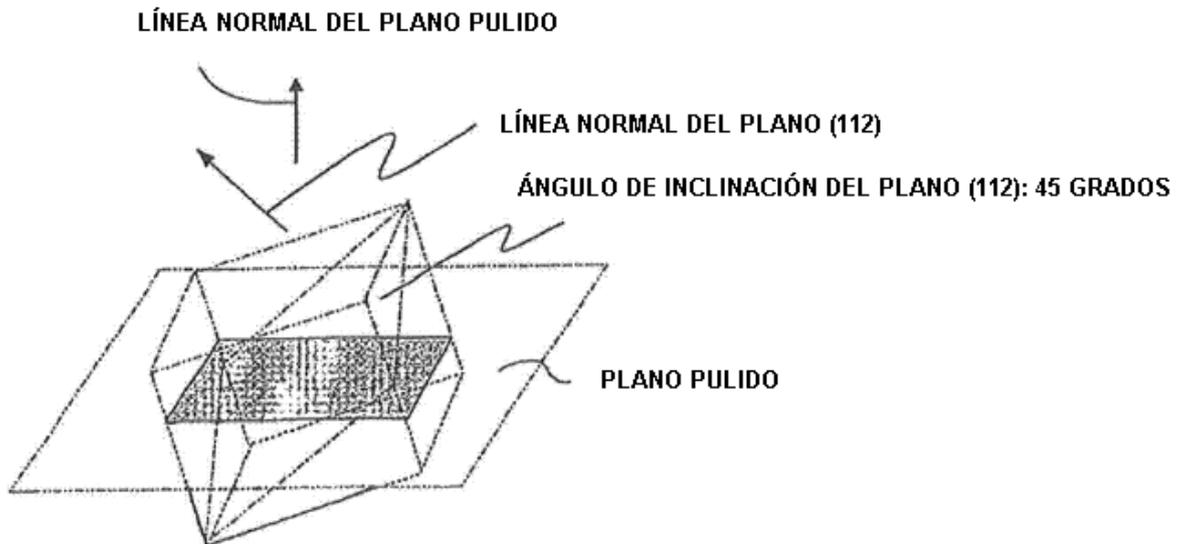
REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la preparación de una herramienta de cermet de corte con superficie recubierta con una capa dura de recubrimiento que tiene una excelente resistencia al astillado en un corte intermitente a alta velocidad, en el que la herramienta de cermet de corte con superficie recubierta está formada recubriendo, sobre una superficie de un sustrato de herramienta realizado en carburo cementado basado en carburo de tungsteno o cermet basado en carbonitruro de titanio, en el que la capa dura de recubrimiento incluye las siguientes capas (a) y (b) superior e inferior:
- 5 (a) como capa inferior, una capa de compuesto de titanio que tiene al menos dos de entre 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, todas las cuales se depositan mediante deposición química de vapor, en la que la capa de compuesto de titanio tiene un espesor medio total de capa de 3 a 20 μm , y
- 10 (b) como capa superior, una capa de óxido de aluminio que tiene un espesor medio de capa de 1 a 15 μm , que se deposita mediante deposición química de vapor;
- 15 en el que una capa de la capa de compuesto de titanio, como la capa (a) inferior anterior, comprende una capa de carbonitruro de titanio que tiene un espesor medio de capa de 2,5 a 15 μm e indica un gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación en el que el pico más alto existe en una sección de ángulo de inclinación en el intervalo de 0 a 10° y la suma total de las frecuencias existentes en el intervalo de 0 a 10° ocupa una proporción del 45% o superior de las frecuencias totales en el gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación, en el que el gráfico de distribución de frecuencias de ángulo de inclinación se obtiene utilizando un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo, irradiando haces de electrones a partículas de cristal individuales con una red cristalina cúbica que existe en un intervalo de medición de un plano pulido, midiendo un ángulo de inclinación formado por la línea normal del plano pulido y la línea normal del plano (112) como un plano de cristal de una partícula de cristal, seccionando los ángulos de inclinación medidos que pertenecen a un intervalo de 0 a 45° cada paso de 0,25°, y registrando las frecuencias existentes en cada sección,
- 20 en el que el procedimiento comprende la preparación de la capa de carbonitruro de titanio bajo un gas de reacción con una composición en % en volumen de TiCl_4 : del 2 al 10%, CH_3CN : del 0,5 al 3%, N_2 : del 10 al 30% y H_2 : resto.
- 25 **caracterizado por que** la proporción de contenido de CH_3CN que constituye el gas de reacción en el punto de tiempo del inicio de la formación de la capa de carbonitruro de titanio y el punto de tiempo del final de la formación de la capa de carbonitruro de titanio está dentro del intervalo anterior según el espesor de la capa;
- 30 en el que la proporción de contenido de CH_3CN es aumentada gradualmente desde el punto de tiempo del inicio de la formación de la capa de carbonitruro de titanio, cuando la proporción de contenido es relativamente baja, al punto de tiempo del final de la formación de la capa de carbonitruro de titanio, cuando la proporción de contenido es relativamente alta; y
- 35 en el que la diferencia entre el contenido de CH_3CN en el punto de tiempo del final de la formación de la capa de carbonitruro de titanio y el contenido de CH_3CN en el punto de tiempo del inicio de la formación de la capa de carbonitruro de titanio se establece a $1 \pm 0,15\%$;
- en el que durante la formación de la capa de carbonitruro de titanio, la temperatura de la atmósfera de reacción es de 820 a 920°C y la presión de la atmósfera de reacción es de 6 a 20 kPa.

[Fig. 1]

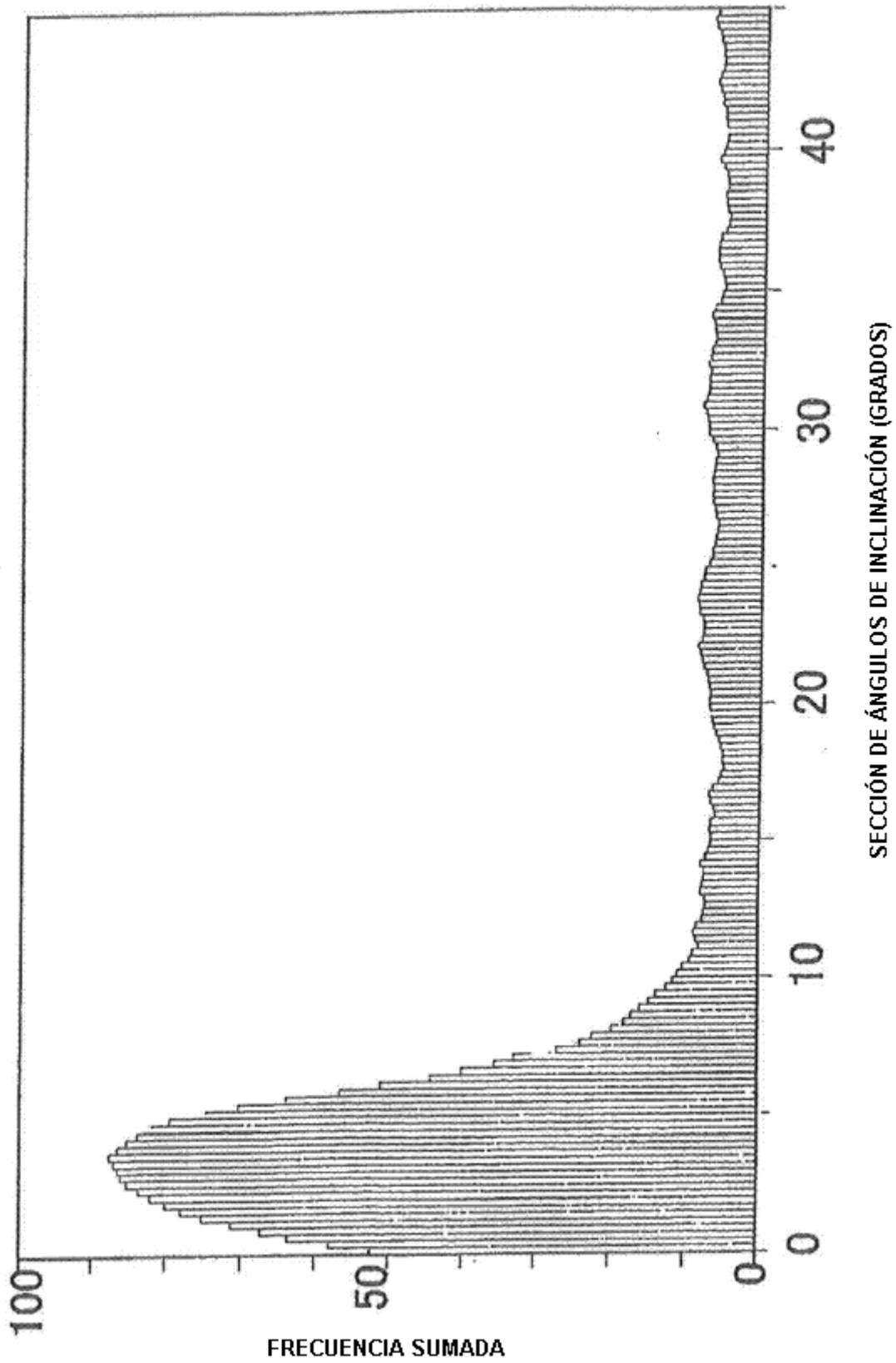


(a)



(b)

[Fig. 2]



[Fig. 3]

