

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 945**

51 Int. Cl.:

C22C 1/05 (2006.01)

C22C 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2010 PCT/SE2010/000109**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.11.2010 WO10126424**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2010 E 10770016 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2425028**

54 Título: **Herramientas de carburo cementado**

30 Prioridad:

27.04.2009 SE 0900559

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

09.02.2018

73 Titular/es:

**SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY AB
(100.0%)
811 81 Sandviken, SE**

72 Inventor/es:

EDERYD, STEFAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 653 945 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

Herramientas de carburo cementado

5 La presente invención se refiere a un carburo cementado basado en WC-Co con excelentes propiedades, particularmente para su uso como herramienta para trabajar la madera, taladrado de placas de circuito impreso y trefilado, pero también para operaciones de corte de metales.

10 Los cuerpos de carburo cementado se fabrican generalmente mezclando polvos de WC, TiC, NbC, TaC, Ni y/o Co y un agente de prensado (típicamente a base de cera) mediante molienda en húmedo en un molino de bolas para formar una suspensión, secado por atomización de la suspensión para formar un polvo fluido listo para prensado que se compacta con cuerpos de forma y dimensión deseadas que se sinterizan posteriormente.

15 Generalmente, los polvos de Co o Ni usualmente tienen una distribución de tamaño de partícula amplia y partículas fuertemente aglomeradas con una estructura de tipo gusano, véase la Figura 1. Los polvos son difíciles de desaglomerar, incluso mediante molienda por abrasión. Con un bajo contenido de fase aglutinante, esto puede conducir a lacas de fase aglutinante y a una microestructura heterogénea que da como resultado propiedades físicas y químicas variables. Los polvos de fase aglutinante descritos en el documento US 6.346.137, predominantemente tienen granos casi esféricos con agregados de grano y un tamaño medio de partícula de 0,5-2 μm , véase la Figura 2.
20 Este polvo tiene un área superficial específica pequeña (SSA), lo que también presenta problemas para obtener una estructura de carburo cementado homogénea con un bajo contenido de fase aglutinante.

25 Se describe otro polvo de fase aglutinante en el documento US 4.539.041. El polvo tiene un tamaño de grano submicrométrico de partículas de forma esférica, véase la Figura 3. El uso de tales polvos como fase aglutinante en carburos cementados se describe en la patente de Estados Unidos No. 5.441.693. Mediante el uso de tal polvo, la microestructura se vuelve más homogénea a través de una mejor dispersión de las partículas de la fase aglutinante. Por lo tanto, hay menos lacas de fase de aglutinante presentes después de la sinterización y además se puede disminuir la temperatura de sinterización. El documento WO200030787 describe el uso de un polvo de cobalto submicrométrico con un tamaño de grano FSSS de 0,1-0,5 μm y un valor BET de 2,5 a 4,0 m^2/g en la fabricación de carburo cementado cuya porosidad era A00 y B00.
30

35 El tamaño de grano pequeño y/o el bajo contenido de fase aglutinante darán mayor dureza. Habitualmente, se debe alcanzar un compromiso entre el tamaño de grano y el contenido de fase de aglutinante para obtener una capacidad de sinterización óptima, por ejemplo, baja porosidad del carburo cementado a baja temperatura de sinterización. Un carburo cementado de grano muy fino usualmente necesita un mayor contenido de fase aglutinante que el carburo cementado de tamaño de grano ligeramente más grueso para que los granos de WC se humedezcan de forma adecuada y homogénea por la fase aglutinante. La humectación de la fase aglutinante sobre las partículas de WC también se ve influenciada por la dispersión y distribución de la fase de aglutinante antes de la sinterización y las partículas de WC deben estar muy bien desaglomeradas y/o separadas para obtener un área específica grande.
40 Para que el carburo cementado funcione óptimamente, es importante que la microestructura sea lo más homogénea posible.

45 Con un bajo contenido de fase aglutinante en un carburo cementado de grano muy fino, se puede observar una porosidad tan fina que no se puede observar en un microscopio óptico de luz y, por lo tanto, no es aplicable la norma ISO 4505. Esta porosidad de tamaño nano se puede observar en un microscopio electrónico de barrido (SEM) en el modo de electrones secundarios con un aumento de 5.000 veces. El tamaño de los poros es inferior a 1 μm . Para cuantificar la nanoporosidad, se cuenta el número de poros en el intervalo de tamaño entre 0,5 y 1 μm de cinco zonas diferentes de 1.000 μm^2 cada una.

50 Dicha porosidad tiene una influencia negativa sobre la resistencia al desgaste. Esta porosidad se puede minimizar mediante la sinterización bajo presión (Sinter-HIP) o mediante el prensado isostático posterior en caliente del carburo cementado.

55 Las Figuras 1 a 3 muestran imágenes de microscopio electrónico de barrido de polvos de Co que tienen

- a) una estructura parecida a un gusano Figura 1
- b) una forma casi esférica con pequeña SSA Figura 2
- c) un tamaño de grano submicrométrico y forma esférica Figura 3

60 La Figura 4 muestra una imagen de microscopio electrónico de barrido de un polvo de Co con partículas en forma de esponja, usado en la presente invención. La Figura 5 es una imagen de microscopio electrónico de barrido de la microestructura de un carburo cementado que muestra nanoporosidad.

65 El objeto de la presente invención es proporcionar un carburo cementado con capacidad de sinterización mejorada,

particularmente a un tamaño de grano de WC fino y/o un bajo contenido de fase aglutinante.

5 En un aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para fabricar un cuerpo sinterizado que comprende uno o más constituyentes duros y una fase aglutinante basada en cobalto y/o níquel por procedimientos metalúrgicos en polvo que muelen, prensan y sinterizan polvos en los que al menos parte del polvo de la fase aglutinante tiene un área superficial específica de 3 a 8 m²/g y un tamaño de grano de las partículas de polvo de la fase aglutinante de entre 1 y 5 µm.

10 En otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para fabricar un cuerpo sinterizado que comprende uno o más constituyentes duros y una fase aglutinante a base de cobalto y/o níquel mediante procedimientos metalúrgicos en polvo de molienda, prensado y sinterización de polvos en los que al menos parte del polvo de la fase aglutinante tiene una superficie específica de 3 a 8 m²/g con una forma de esponja y un tamaño de grano de las partículas en forma de esponja de entre 1 y 5 µm.

15 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un carburo cementado con capacidad de sinterización mejorada a base de carburo de tungsteno y una fase aglutinante basada en Ni y/o Co, fabricado mediante procedimientos metalúrgicos en polvo, molienda, prensado y sinterización de polvos que forman constituyentes duros y fase aglutinante si dichos polvos de Ni y/o Co adecuadamente con más de 25 %, preferiblemente 50 %, lo más preferiblemente con 75 %, consisten en partículas en forma de esponja con un tamaño de grano Fisher de 1 a 5 µm con un área superficial específica/BET de 3 a 8 m²/g. La capacidad de sinterización mejorada se muestra como una nanoporosidad esencialmente sin cambios después de recalentar el carburo cementado sinterizado a 1370-20 1410 °C durante aproximadamente una hora en una atmósfera protectora.

25 La presente invención también se refiere a un carburo cementado, particularmente útil para trabajar la madera, perforación de circuitos impresos y trefilado o corte de metales, con una microestructura homogénea y densa con una fase aglutinante bien distribuida con una porosidad de A00-B00 de acuerdo con la norma ISO 4505 y una nanoporosidad de < 2,5 poros/1.000 µm² como se definió anteriormente. Después de un tratamiento térmico a 1370-30 1410 °C durante aproximadamente una hora en una atmósfera protectora, la nanoporosidad aumenta algo a menos de 3 poros/1000 µm².

Preferiblemente, el contenido total de fase aglutinante es < 8 % en peso, preferiblemente 0,8-6 % en peso, más preferiblemente 1,5-4 % en peso, más preferiblemente 1,5- <3 % en peso, lo más preferiblemente 1,5-2,9 % en peso.

35 Preferiblemente, el contenido total de fase aglutinante es < 8 % en peso, preferiblemente 0,8-6 % en peso, lo más preferiblemente 1,5-4 % en peso, hasta 5 % en peso de TiC + NbC + TaC y el resto es WC. El tamaño de grano de WC sinterizado promedio es preferiblemente < 1 µm, más preferiblemente < 0,8 µm.

40 En una primera realización, la composición de la fase aglutinante es de 40 a 80 % en peso de Co, preferiblemente de 50 a 70 % en peso de Co, más preferiblemente de 55 a 65 % en peso de Co, máximo 15 % en peso de Cr, preferiblemente de 6 a 12 % en peso de Cr y lo más preferiblemente 8-11 % en peso de Cr, Ni hasta completar, preferiblemente 25 a 35 % en peso de Ni.

45 En una segunda realización, el carburo cementado consiste en 1,5 a 2,0 % en peso de Co, 0,4-0,8 % en peso de Ni y 0,2-0,4 % en peso de Cr, siendo el resto carburo de tungsteno con un tamaño de grano de WC sinterizado promedio de <0,8 µm.

El carburo cementado puede estar provisto de recubrimientos conocidos en la técnica.

50 La invención también se refiere al uso de un carburo cementado de acuerdo con lo anterior como

- puntas o insertos de sierra, para cortar y mecanizar madera y productos a base de madera, especialmente cartón ordinario, aglomerados y tablas con densidad de fibra media o alta (MDF/HDF).
- troqueles o herramientas de trefilado para operaciones de conformado en frío,
- 55 – taladros y buriles para placas de circuito impreso o
- inserciones recubiertas o sin recubrir para el maquinizado con conformación de virutas de metales.

Ejemplo 1

60 Se prepararon insertos para una fresa de las siguientes aleaciones A-D. Los insertos se sinterizaron en un horno de sinterizado por prensado isostático en caliente de acuerdo con una ruta de fabricación convencional a 1.410 °C con una presión de 6 MPa durante la etapa de sinterización.

65 Un primer carburo cementado (A) de acuerdo con la invención que consiste en 1,9 % en peso de Co, 0,7 % en peso de Ni y 0,3 % en peso de Cr, siendo el resto carburo de tungsteno con un tamaño medio de grano de 0,5 µm de acuerdo con FSSS. Los polvos de Co y Ni comercialmente disponibles tenían una estructura de esponja con un

tamaño de grano FSSS (Fisher Subsize Sizer) de 1,5 µm y un área de superficie específica con una BET de 4 m²/g, véase la Figura 4.

5 Un segundo carburo cementado (B) con la misma composición que A y con el mismo tamaño de grano WC. En este caso, se utilizaron polvos de poliol Co y Ni de forma esférica con un tamaño de grano FSSS de 0,7 µm y una superficie específica BET de 2 m²/g, véase la Figura 3.

10 Un tercer carburo cementado (C) con la misma composición que A con el mismo tamaño de grano de WC. En este caso, los polvos de Co y Ni utilizados se elaboraron a partir de hidróxidos que son el punto de referencia industrial para fabricar carburo cementado. El tamaño de partícula FSSS fue de 0,9 µm y el área superficial específica BET de 2 m²/g, véase la Figura 1.

15 Un cuarto carburo cementado (D) con la misma composición que A con el mismo tamaño de grano de WC. En este caso, los polvos de Co y Ni utilizados se prepararon a partir del proceso de descomposición de carbonilo. El tamaño de partícula FSSS fue de 0,9 µm y el área superficial específica BET de 1,8 m²/g, véase la Figura 2.

20 Un quinto carburo cementado (E) de acuerdo con la invención que consiste en 1,9 % en peso de Co, 0,7 % en peso de Ni y 0,3 % en peso de Cr, siendo el resto carburo de tungsteno con un tamaño medio de grano de 0,5 µm de acuerdo con FSSS. El polvo de Ni disponible comercialmente tenía una estructura de esponja con un tamaño de grano FSSS (Fisher Subsize Sizer) de 1,5 µm y un área superficial específica con un BET de 4 m²/g. El polvo de Co era un polvo de poliol Co de forma esférica con un tamaño de grano FSSS de 0,7 µm y un área superficial específica BET de 2 m²/g. La fracción de polvo de fase del aglutinante en forma de esponja era, por lo tanto, aproximadamente 27 % en peso.

25 Los insertos se analizaron metalúrgicamente con respecto a la densidad, dureza, porosidad y nanoporosidad. La nanoporosidad se determinó en un microscopio electrónico de barrido en modo de electrones secundarios a 5.000 aumentos y se reporta como el número de poros/1.000 µm² como se definió anteriormente. El tamaño de grano de WC sinterizado promedio se determinó a partir de micrografías obtenidas de un microscopio electrónico de barrido con una pistola de emisión de campo (FEG-SEM). La evaluación se realizó utilizando un equipo semiautomático y
30 teniendo en cuenta los efectos geométricos.

Resultados

Aleación	Densidad g/cm ³	Tamaño del grano µm	Dureza HV3	Porosidad ISO 4505	Nanoporosidad Poros/1000 µm ²
A	15,34	0,7	2280	A00-B00	2
B	15,17	0,7	2250	A00-B00	6
C	14,88	0,7	2080	A00-B00	>20
D	15,02	0,7	2100	A00-B00	12
E	15,26	0,7	2260	A00-B00	2,4

35 Se realizó un tratamiento térmico en atmósfera de argón a 1.400 °C durante una hora en las aleaciones A, B y D. Una investigación metalúrgica produjo un nivel de nanoporosidad diferente de las áreas de sección transversal. Las imágenes de FEG-SEM a una ampliación de 5.000 de la superficie y la mayor parte de la aleación A produjeron 2,5 poros/1.000 µm². La aleación B mostró 20 poros/10.000 µm². La aleación D mostró más de 20 poros/1.000 µm².

40 Ejemplo 2

Una prueba que comprende el mecanizado de un aglomerado de fibra de tipo HDF con un cortador lateral Ø125 mm que contiene tres insertos idénticos graduables del Ejemplo 1. La velocidad de corte fue de 4.500 rpm o 29 m/s, la velocidad de avance 10 m/min y la profundidad de corte 2 mm. Como medida del desgaste de la línea del borde, se
45 determinó el radio del borde después de 2.000 y 10.000 m de distancia con el siguiente resultado:

Distancia de corte (m)	Desgaste de A, invención (µm)	Desgaste de B, estado de la técnica (µm)	Desgaste de C, estado de la técnica (µm)	Desgaste de D, estado de la técnica (µm)	Desgaste de E, invención (µm)
2000	14	21	45	32	14
10000	30	49	n.a.	65	40

Es obvio a partir de los resultados de la prueba que el desgaste de los insertos fabricados de acuerdo con la invención, A, disminuye en más del 33 % en comparación con la mejor técnica anterior, B.

Ejemplo 3

Se realizó una prueba de trefilado de troqueles de trefilado de carburos cementados de A, B y C del Ejemplo 1. Los troqueles se molieron y pulieron al mismo tiempo. Las corridas de prueba se realizaron en una máquina de trefilado de producción para el trefilado de alambres de acero: norma AISI 1005. Las troqueles se trefilaron uno detrás del otro en las mismas condiciones de trabajo. Se usaron tres troqueles de cada variante en la prueba de trefilado.

Condiciones de trabajo:

Velocidad de trefilado: 25 m/s
 Diámetro entrante del troquel: 0,26 mm
 Perfil interno del troquel: 2 alfa = 10°, azimut 0,15 x dl (0,23x 0,15 mm)

La concentricidad de los troqueles se midió después de 40 y 80 km.

El perfil de desgaste de la sección transversal del canal de trefilado se midió en un perfilómetro óptico Wyko.

Resultados de concentricidad:

Para todos los troqueles se observó un anillo de desgaste en el área de contacto del carburo cementado a partir del diámetro entrante del alambre.

Distancia de trefilado (km)	A, Ovalización de la invención (mm)	B, Ovalización de la técnica anterior (mm)	C, Ovalización de la técnica anterior (mm)
40	0,005	0,005	0,010
80	0,010	0,030	0,065

La variante B mostró una ovalización desigual entre los tres troqueles después de 80 km. Uno de los troqueles tenía una ovalización de 0,120 mm.

Resultados de desgaste del perfilómetro Wyko.

Se realizaron escaneos ópticos del canal de trefilado a lo largo del canal y a través del canal de los troqueles.

Distancia de trefilado (km)	A, Desgaste de la invención: Ra (µm)	B, desgaste de la técnica anterior: Ra (µm)	C, desgaste de la técnica anterior: Ra (µm)
80	0,05	0,20	0,45

La diferencia en el desgaste (valores de Ra) se explica por una picadura pronunciada de los granos de WC en la superficie plana de desgaste especialmente para la variante C. Los troqueles fabricados de acuerdo con la invención tenían superficies de desgaste intactas con una gran suavidad y mostraban los mejores resultados de desempeño con respecto a la concentricidad y el comportamiento de desgaste.

Ejemplo 4

Aplicación de aserrado

El aserrado de barras y tubos de aleación de aluminio JIS AC2B presenta un problema con los bordes de acumulación (BUE) y el problema con la picadura de los granos de carburo cementado en la línea del borde de corte. La aleación JIS AC2B se caracteriza por un contenido significativo de Si y Cu. Por lo tanto, se eligen las calidades de carburo cementado utilizados en esta aplicación en lo que respecta al bajo contenido de la fase aglutinante y una alta resistencia al desgaste.

Se ha realizado una prueba de aserrado en seco con la composición de calidad de acuerdo con el Ejemplo 1. La calidad D es la calidad comercial en esta aplicación de aserrado y la calidad A de acuerdo con la invención y la calidad B se ha utilizado en una prueba de aserrado de barras de aluminio macizo (JIS AC2B) con una sección

transversal rectangular; tamaño 200 X 20 mm. La sierra circular con diámetro exterior de 300 mm y 48 puntas de sierra de tipo SW167, (Sandvik) ha sido elegida en la prueba.

5 Los bordes de corte de las puntas de sierra se rectificaron hasta una gran nitidez y antes de la prueba de corte se realizó un tratamiento de borde suave con una lima de diamante.

La condición de corte:

10 Velocidad de corte: 80 m/seg
 Velocidad de avance: 40 mm/seg
 Ángulo de inclinación: 15°
 Ángulo de alivio: 6°

15 El procedimiento de corte se ha evaluado midiendo la fuerza de corte. El desgaste del borde se midió después de una longitud de corte de 10 m y 100 m respectivamente.

El corte se ha realizado durante el corte en seco con lubricantes rociados (éster sintético).

Resistencia al desgaste

Longitud de corte (m)	A, desgaste del borde de la invención (mm)	B, desgaste del borde del estado de la técnica (mm)	D, desgaste del borde del estado de la técnica (mm)
10	0,18	0,23	0,31
100	0,32	0,40	0,46

20 Observación: La superficie de corte de la barra de aluminio era opaca con una rugosidad superficial de $R_y > 6 \mu\text{m}$ y no aprobada después de 100 m del procedimiento de corte con la sierra B y D. De acuerdo con la invención, la rugosidad superficial era $R_y = 2 \mu\text{m}$.

25 La fuerza de corte era casi dos veces mayor a 100 m para la sierra B y D en comparación con la sierra A.

30 El desgaste de las puntas de las sierras se caracterizó por micro y macro abrasión debido a la fragmentación del WC y la eliminación de fragmentos/virutas del esqueleto de carburo. La sierra de acuerdo con la invención se caracterizó por una buena retención del borde y una mayor resistencia al desgaste que la técnica anterior.

Ejemplo 5

Se ha ideado una prueba de giro que simula la microperforación de la placa de circuito impreso (PCB).

35 Se cortó una pila de 20 - 30 discos de paneles de PCB y se montaron en un eje que luego se gira en el mandril de un torno. Una broca especialmente afilada y de bordes muy penetrantes con ángulos de ataque y de separación que coinciden estrechamente con los de las microperforadoras se utiliza para girar el diámetro exterior de la pila a un avance por revolución del 50 %, que normalmente se usa en microperforadoras de doble filo. El diámetro y el grosor de la pila se eligen para representar una distancia perforada helicoidal que es aproximadamente equivalente a 5.000 orificios perforados de 0,3 mm de diámetro de profundidad normal.

45 Se ha demostrado una buena concordancia entre las magnitudes de desgaste observadas en esta prueba de giro con las observadas en las pruebas de microperforación de PCB. Se ha encontrado que el carburo cementado (A) de acuerdo con la invención en el Ejemplo 1 tiene una mejor resistencia al desgaste que los grados de mecanizado de PCB establecidos en la prueba de giro descrita anteriormente. A una velocidad de corte de 100 m/min, una velocidad de avance de 0,010 mm/rev y una profundidad de corte de 0,25 mm, se descubrió que el carburo cementado (A) proporcionaba un ancho de superficie de desgaste de flanco de 36 μm sobre una distancia de corte helicoidal de 1.260 m.

50 En comparación, una calidad de enrutamiento de PCB de carburo de tungsteno normal de 0,4 μm al 6 % de cobalto produjo una superficie de desgaste de 46 μm .

55 A una velocidad de corte de 200 m/min usando la misma velocidad de avance y profundidad de corte, pero a una distancia helicoidal de 1.250 m, el carburo cementado (A) proporcionó una superficie de desgaste de flanco de 32 μm en comparación con 37 μm para las calidades convencionales de cobalto al 6 %.

A una alta velocidad de corte de 400 m/min, utilizando nuevamente la misma velocidad de avance y profundidad de corte, a una distancia helicoidal de 1.230 m de carburo cementado (A) proporcionó un ancho de superficie de

ES 2 653 945 T3

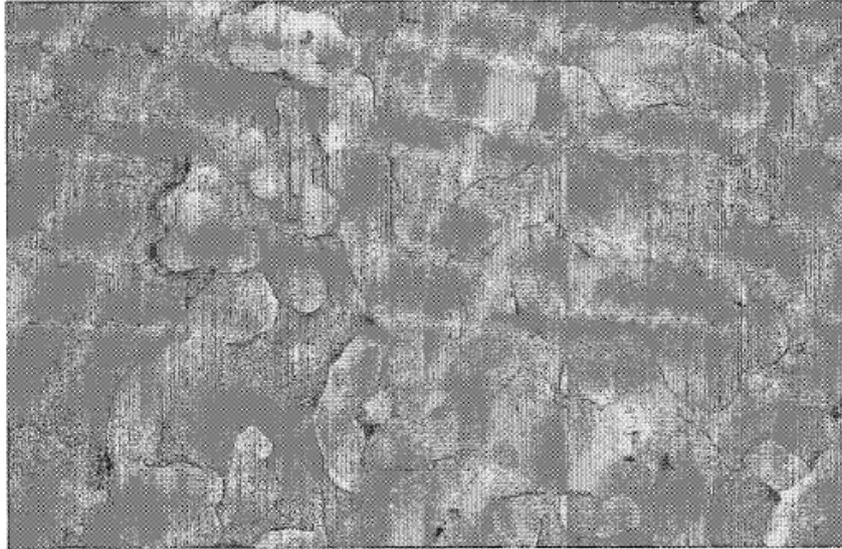
desgaste de flanco de 28 μm en comparación con 36 μm para la calidad de cobalto convencional al 6 %. En todas las pruebas anteriores, no se ha producido ningún borde astillado.

5 También se realizó una comparación entre carburo cementado (A) y una calidad de WC-Co de acuerdo con la técnica anterior con 3 % de cobalto y 0,8 μm de tamaño de grano.

10 A una velocidad de corte de 100 m/min, avance de 0,010 mm/rev y 0,25 mm de profundidad de corte, la calidad de cobalto al 3 % produjo un desgaste irregular del flanco con un ancho máximo de 73 μm después del corte para una distancia helicoidal de 1.260 m. Esta calidad mostró microastillado del borde debido a la falta de dureza. A pesar del bajo contenido de fase aglutinante en la calidad (A), la prueba no produjo microastillado del borde y un desgaste uniforme de 36 μm como se indicó anteriormente.

REIVINDICACIONES

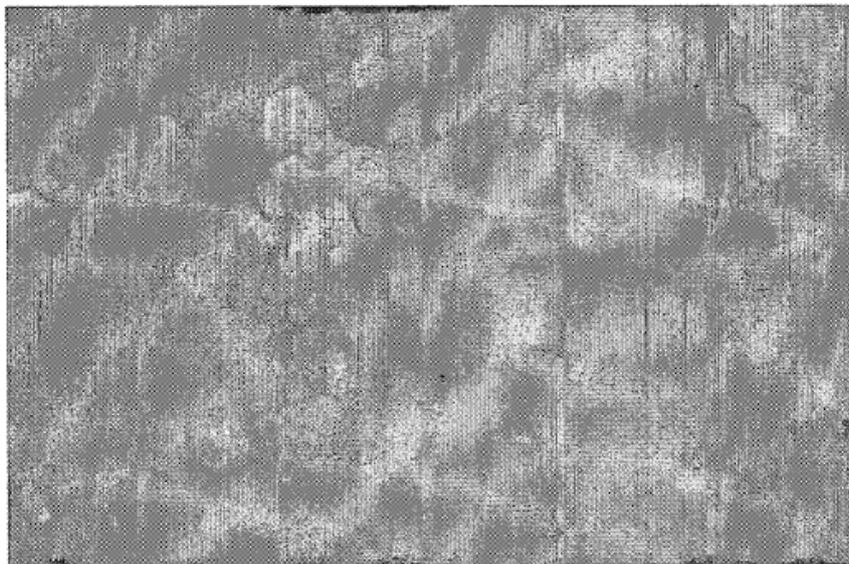
- 5 1. Procedimiento de fabricación de un cuerpo de carburo cementado sinterizado que comprende uno o más constituyentes duros y una fase aglutinante a base de cobalto y/o níquel mediante procedimientos metalúrgicos en polvo de molienda, prensado y sinterización de polvos **caracterizado porque** al menos 25 % del polvo de la fase aglutinante tiene un área de superficie específica de 3 a 8 m²/g y un tamaño de grano de las partículas de entre 1 y 5 µm.
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos parte del polvo de la fase aglutinante tiene una superficie específica de 3 a 8 m²/g con una forma de esponja y un tamaño de grano de las partículas en forma de esponja de entre 1 y 5 µm.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el cuerpo de carburo cementado sinterizado es un carburo cementado con un contenido total de fase aglutinante < 8 % en peso, < 5 % en peso de TiC + NbC + TaC y el resto WC con un tamaño de grano de < 1 µm.
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por** un contenido total de fase aglutinante de 0,8-6 % en peso.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por** un contenido total de fase aglutinante de 1,5-4 % en peso.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el cuerpo de carburo cementado sinterizado tiene un tamaño de grano de WC < 0,8 µm.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el cuerpo de carburo cementado sinterizado tiene un tamaño de grano de WC < 0,5 µm.
- 30 8. Carburo cementado con una microestructura homogénea y densa de constituyentes duros en una fase aglutinante bien distribuida basada en Co y/o Ni con una porosidad de A00-B00 de acuerdo con la norma ISO 4505 **caracterizado por** una nanoporosidad, siendo la nanoporosidad el número de poros en el intervalo de tamaño entre 0,5 y 1 µm, es menor de 2,5 poros/1.000 µm².
- 35 9. Carburo cementado de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por** una nanoporosidad de menos de 3 poros/1.000 µm² después de un tratamiento térmico a 1.370-1.410 °C durante aproximadamente una hora en una atmósfera protectora.
- 40 10. Carburo cementado de acuerdo con las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por** un contenido de fase aglutinante de < 3 % en peso.
- 45 11. Carburo cementado de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, **caracterizado por** un contenido de fase aglutinante de < 8 % en peso, siendo el resto WC con un tamaño de grano medio de < 1 µm.
- 50 12. Carburo cementado de acuerdo con las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por** una composición de la fase aglutinante de 40 a 80 % en peso de Co, máximo 15 % en peso de Cr, el resto Ni.
- 55 13. Carburo cementado de acuerdo con las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado porque** el carburo cementado consiste en aproximadamente 1,9 % en peso de Co, aproximadamente 0,7 % en peso de Ni y aproximadamente 0,3 % en peso de Cr, siendo el resto carburo de tungsteno con un tamaño medio de grano de WC de < 0,8 µm.
14. Uso de un carburo cementado de acuerdo con las reivindicaciones 8-13 como insertos para corte o mecanizado de madera y productos a base de madera, particularmente cartón, partículas aglomeradas, tablas de partículas y tablas de fibra de densidad media o alta y taladros o buriles para perforación de placas de circuito impreso.
15. Uso de un carburo cementado de acuerdo con las reivindicaciones 8-13 como troqueles de trefilado.
16. Uso de un carburo cementado de acuerdo con las reivindicaciones 8-13 como insertos para cortar o mecanizar metales.



2 μm



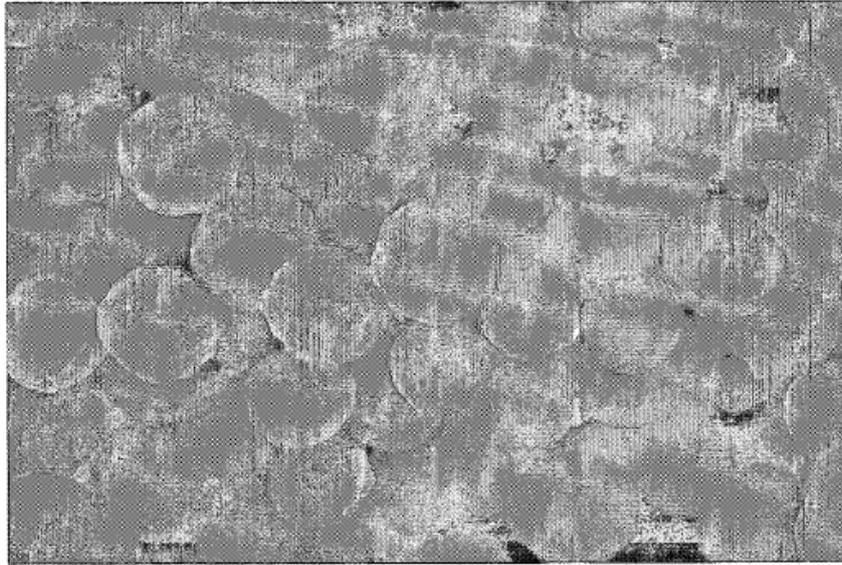
Figura 1



0,5 μm



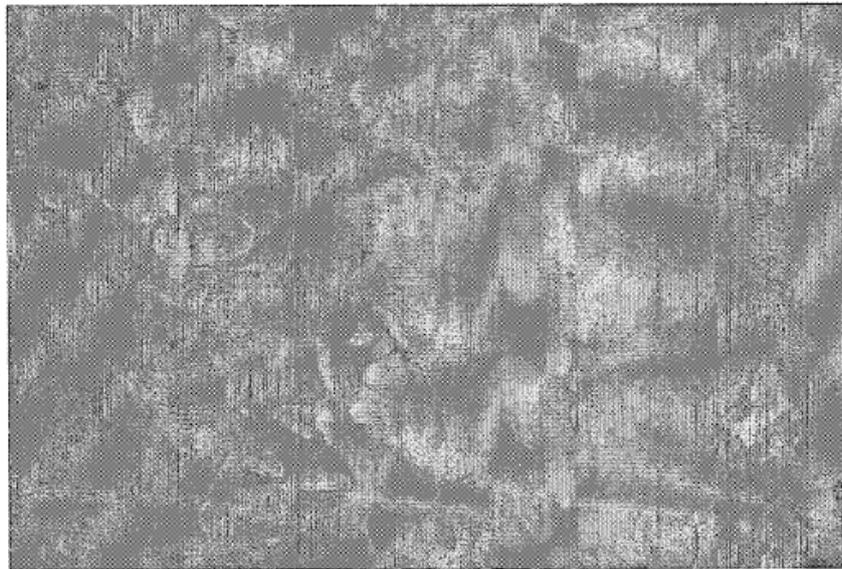
Figura 2



0,2 μm



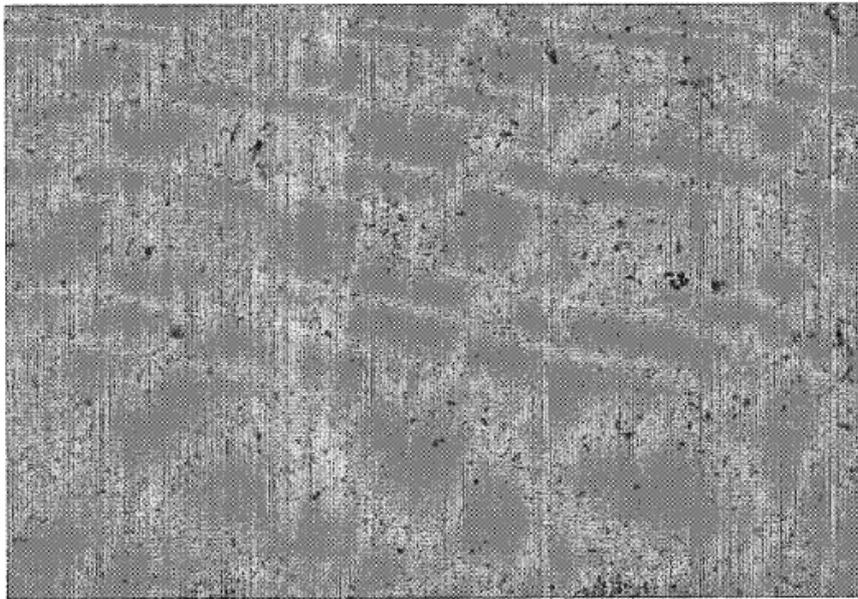
Figura 3



0,2 μm



Figura 4



1 μm
—

Figura 5