

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 798 999**

51 Int. Cl.:

**C22C 29/00** (2006.01)

**C22C 29/02** (2006.01)

**C22C 29/06** (2006.01)

**C22C 29/08** (2006.01)

**B22F 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.03.2017 PCT/AT2017/000012**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.09.2017 WO17152198**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2017 E 17718800 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3426813**

54 Título: **Herramienta de mecanizado**

30 Prioridad:  
**11.03.2016 AT 5216 U**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.12.2020**

73 Titular/es:  
**CERATIZIT AUSTRIA GESELLSCHAFT M.B.H.**  
**(100.0%)**  
**Metallwerk-Plansee-Str. 71**  
**6600 Reutte, AT**

72 Inventor/es:  
**TOUFAR, CHRISTINE y**  
**SCHLEINKOFER, UWE**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 798 999 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 mecanizado

La presente invención se refiere a una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal y al uso de un metal duro para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal.

5 Para una mecanización con arranque de viruta de materiales que contienen metal, como en especial metales y compuestos metálicos que contienen metal, habitualmente se emplean herramientas de corte de metal constituidas por metal duro. El metal duro es un material compuesto en el que están incrustadas partículas duras, que pueden estar formadas en especial por carburos y carbonitruros metálicos, en un aglutinante dúctil metálico. En este caso, el más ampliamente extendido es el metal duro en el que las partículas duras están formadas al menos  
10 predominantemente por carburo de wolframio (WC) y el aglutinante es una aleación básica de cobalto o níquel, en especial una aleación básica de cobalto. En este caso, aleación básica de un metal significa que este metal forma el componente principal de la aleación.

15 En este caso, como herramientas de corte de metal se emplean tanto herramientas de metal duro macizas, en las que está configurada una zona de corte de una sola pieza con el mango de la herramienta constituido por el metal duro, como también herramientas con accesorios de corte de metal duro recambiables, fijados a un cuerpo básico de la herramienta. En el caso de las herramientas de metal duro macizas, en caso dado también pueden estar configuradas diversas zonas de diferentes tipos de metal duro. Además, las herramientas de corte de metal también pueden estar provistas frecuentemente de un revestimiento de material duro, que se precipita sobre el metal duro, por ejemplo, por medio de un procedimiento PVD (physical vapor deposition) o de un procedimiento CVD (chemical vapor deposition).

20 En el ámbito de las herramientas de corte de metal con accesorios de corte recambiables, en parte se emplea ya metal duro para los accesorios de corte, en el que el aglutinante metálico está formado por una aleación de cobalto-rutenio (aleación de Co-Ru). En este caso, además de cobalto y rutenio, la aleación de Co-Ru puede presentar también otros elementos. No obstante, se ha demostrado que estos metales duros conocidos no presentan aún la combinación de una resistencia térmica elevada, un tamaño de grano fino de los granos de carburo de wolframio y una tenacidad a la rotura elevada, deseada para muchas aplicaciones de corte de metal.  
25

El documento WO 2015/178484 A1 describe una herramienta de corte de metal según el concepto genérico de la reivindicación 1 y un uso de un metal duro según el concepto genérico de la reivindicación 11.

30 Es tarea de la presente invención poner a disposición una herramienta de corte de metal mejorada para herramientas que contienen metal y un correspondiente uso mejorado de un metal duro para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal, con los que se pueda obtener en especial una combinación mejorada de resistencia térmica elevada, tamaño de grano fino y tenacidad a la rotura elevada.

La tarea se soluciona mediante una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal según la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos ventajosos.

35 En el presente caso, se debe entender por contenido en (Co + Ru) el contenido total (en % en peso) de cobalto y rutenio en el metal duro, que resulta mediante adición del contenido en Co (contenido en cobalto) en % en peso y del contenido en Ru (contenido en rutenio) en % en peso. Con el contenido en Ru en la gama indicada se puede obtener en especial una resistencia térmica elevada. En el caso de un contenido en Ru por debajo de aproximadamente 6 % en peso del contenido en aglutinante total (es decir, del contenido en (Co + Ru) no se obtiene una mejora suficiente de la resistencia térmica, mientras que, en el caso de un contenido en Ru demasiado elevado, de aproximadamente  
40 16 % en peso del contenido en (Co + Ru), se produce una influencia negativa de las propiedades estructurales. Para evitar de manera fiable un crecimiento de grano no deseado de los granos de WC durante la sinterización y obtener consecuentemente un tamaño de grano reducido uniforme deseado de los granos de carburo de wolframio, conviene la adición de Cr como inhibidor de crecimiento de grano en una cantidad de al menos 2 % en peso del contenido en (Co + Ru). Ya que el Cr es soluble en el aglutinante hasta un cierto porcentaje, el contenido en Cr se refiere oportunamente al contenido en aglutinante del metal duro, es decir, al contenido en (Co + Ru). Por otra parte, el contenido en Cr se debe mantener suficientemente reducido, por debajo de aproximadamente 7,5 % en peso del contenido en (Co + Ru), para no influir desfavorablemente sobre la humectación de los granos de carburo de wolframio por el cobalto. Para obtener una dureza elevada puede ser ventajoso añadir vanadio, en especial en forma de VC (carburo de vanadio), en cantidades reducidas, no debiendo sobrepasar de hecho el contenido en V aproximadamente  
45 0,3 % en peso del metal duro, para evitar una fragilización y, por lo tanto, una reducción de la tenacidad a la rotura. El contenido en V debía ser preferentemente menor que 0,2 % en peso de metal duro. Según propiedades deseadas del metal duro resultante puede ser ventajoso añadir también cantidades reducidas de Ti, Ta y/o Nb, pudiéndose efectuar la adición en especial en forma de TiC, TaC, NbC o en forma de carburos mixtos. No obstante, para no poner en peligro las mejoras en las propiedades obtenidas a través del contenido en Ru y el contenido en Cr indicado es  
50 importante mantener el contenido en Ti, el contenido en Ta y el contenido en Nb respectivamente al menos por debajo de 0,2 % en peso del metal duro, respectivamente de modo preferente por debajo de 0,15 % del metal duro. En este caso, la herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal puede estar configurada, por ejemplo, como una denominada herramienta de metal duro maciza, en la que la zona de corte configurada para el corte de  
55

- metal está configurada en una sola pieza con un mango constituido por metal duro. No obstante, en este caso, también se pueden emplear zonas con metal duro diferente, por ejemplo la zona de corte puede presentar un tipo de metal duro diferente que la zona del mango. No obstante, la herramienta de corte de metal puede estar configurada, por ejemplo, también como accesorio de corte recambiable, que está configurado para ser fijado a un correspondiente portaherramientas. Además, en caso dado, el material básico constituido por metal duro en la herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal puede estar provisto también de un revestimiento de material duro de modo conocido en sí, que puede estar configurado en especial, por ejemplo, por medio de un procedimiento CVD (chemical vapor deposition) o de un procedimiento PVD (physical vapor deposition). Con la herramienta de corte de metal según la invención para materiales que contienen metal se pone a disposición una combinación especialmente ventajosa de resistencia térmica elevada, tamaño de grano fino y tenacidad a la rotura elevada, que también es apropiada en especial para una mecanización con arranque de viruta de materiales difícilmente mecanizables, como en especial aceros altamente aleados, aleaciones de titanio y superaleaciones. La composición del material básico se puede determinar en especial mediante análisis elemental por medio de RFA (análisis de fluorescencia por rayos X).
- Según un perfeccionamiento ventajoso, el metal duro presenta además un contenido en Mo en el intervalo de 0-3,0 % en peso de metal duro. En este caso, el contenido en Mo (contenido en molibdeno) se sitúa preferentemente entre 0,1 y 3,0 % en peso de metal duro, de modo especialmente preferente entre 0,15 y 2,5 % en peso de metal duro. Se ha demostrado que una adición selectiva de molibdeno influye de manera especialmente ventajosa sobre las propiedades del metal duro, en especial posibilita una combinación especialmente ventajosa de tamaño de grano fino de WC y tenacidad a la rotura elevada. En este caso, el molibdeno se puede añadir en especial en forma de Mo<sub>2</sub>C (carburo de molibdeno), aunque también es posible, por ejemplo, una adición como molibdeno metálico. La adición de molibdeno en las cantidades indicadas ha demostrado ser especialmente ventajosa. En el caso de una adición de Mo en mayores cantidades, de más de 3,0 % en peso, al menos no se puede observar una mejora adicional de las propiedades del metal duro. Además, una adición de más de 2,5 % en peso de metal duro es desfavorable también bajo puntos de vista económicos.
- Según un perfeccionamiento, el tamaño de grano medio del carburo de wolframio asciende a 0,15 µm - 0,9 µm. Se ha demostrado que, en especial en el caso de tales tamaños de grano en relación con la composición de metal duro indicada, resulta una combinación ventajosa de dureza, tenacidad a la rotura y resistencia térmica, que posibilita, además de un uso en accesorios de corte recambiables, también un uso como herramienta de metal duro maciza.
- El contenido en Cr es menor que el contenido en Ru, asciende a menos de la mitad del contenido en Ru. De este modo, se consigue de manera fiable que se produzca por una parte el aumento de resistencia térmica deseado y se obtenga un tamaño de grano medio de los granos de carburo de wolframio relativamente reducido, pero por otra parte que no se influya negativamente de manera innecesaria sobre la humectación de los granos de carburo de wolframio a través del aglutinante, y que se eviten precipitaciones de carburo de cromo.
- Según un perfeccionamiento, el contenido en Ru asciende a 8-14 % en peso del contenido en (Co + Ru). En este caso, mediante el contenido en Ru relativamente elevado se obtiene de manera fiable un claro aumento de la resistencia térmica, y por otra parte también se impide de manera fiable un contenido en Ru demasiado elevado, que influiría negativamente sobre las propiedades estructurales.
- Según un perfeccionamiento, el contenido de Ti, Ta y/o Nb asciende respectivamente a 0-0,15 % en peso. Con otras palabras, por ejemplo, ninguno de los elementos Ti, Ta y Nb puede estar contenido en el metal duro, pero también pueden estar contenidos solo uno de los elementos Ti, Ta y Nb, dos de los elementos Ti, Ta y Nb o los tres en una cantidad hasta respectivamente 0,15 % en peso en el metal duro. De este modo, por una parte, a través de adición selectiva de los elementos se puede influir adicionalmente sobre las propiedades del metal duro, por otra parte, este contenido en Ti, Ta y/o Nb posibilita también el empleo de materiales de partida que presentan ya Ti, Ta y/o Nb en cantidades reducidas, por ejemplo polvo de metal duro recuperado a través de un proceso de reciclaje.
- El contenido total de (Ti + Ta + Nb) se sitúa preferentemente entre 0 y 0,2 % en peso del metal duro, de modo más preferente entre 0 y 0,15 % en peso. En este caso, las cantidades totales adicionales de Ti, Ta y Nb se mantienen tan reducidas que se evita una influencia negativa de los efectos positivos obtenidos a través del contenido en Ru y el contenido en Cr, así como, en caso dado, el contenido en Mo. Según un perfeccionamiento preferente, el metal duro presenta un contenido en WC en el intervalo de 80-95 % en peso.
- Según un perfeccionamiento, el material básico de la herramienta de corte de metal puede estar provisto además de un revestimiento de material duro CVD o PVD. En este caso, las propiedades de la herramienta de corte de metal se pueden adaptar aún mejor a las condiciones en la mecanización del material que contiene metal. No obstante, se debe considerar que, según material a mecanizar, también puede resultar ventajosa una mecanización sin revestimiento de material duro posterior.
- Según un perfeccionamiento, la herramienta de corte de metal puede estar configurada como una herramienta de metal duro maciza con una zona de corte configurada en una sola pieza con un mango. La combinación de resistencia térmica elevada, gran dureza y simultáneamente tenacidad a la rotura relativamente elevada, realizable a través de la composición indicada, ha demostrado ser especialmente ventajosa en especial para tales herramientas de corte de metal.

La tarea se soluciona también mediante un uso de un metal duro para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal según la reivindicación 11. En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos ventajosos.

5 Con el uso del metal duro descrito se obtiene una combinación especialmente ventajosa de resistencia térmica elevada, tamaño de grano fino y tenacidad a la rotura elevada, que es especialmente apropiada también para una mecanización con arranque de viruta de materiales difícilmente mecanizables, como en especial aceros altamente aleados, aleaciones de titanio y superaleaciones.

10 Según un perfeccionamiento, el metal duro presenta un contenido en Mo en el intervalo de 0,1-3,0 % en peso de metal duro. Como polvo de partida para el ajuste del contenido en Mo se puede emplear en especial polvo de Mo<sub>2</sub>C. No obstante, por ejemplo también es posible una adición como molibdeno metálico. La adición de molibdeno en las cantidades indicadas ha demostrado ser especialmente ventajosa.

Otras ventajas y conveniencias de la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de realización bajo referencia a las figuras adjuntas.

De las figuras, muestran

- 15 La Fig. 1a) y b) representaciones esquemáticas de una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal según una primera forma de realización;
- La Fig. 2 una representación esquemática de una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal según una segunda forma de realización con un cuerpo básico de herramienta que incorpora estos;
- 20 La Fig. 3 una imagen al microscopio electrónico con 10.000 aumentos de un material básico constituido por metal duro para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal según un primer ejemplo de una forma de realización;
- La Fig. 4 una imagen al microscopio electrónico con 10.000 aumentos de un material básico constituido por metal duro para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal según un
- 25 segundo ejemplo de una forma de realización; y
- La Fig. 5 una imagen al microscopio electrónico con 10.000 aumentos de un metal duro según un ejemplo comparativo no según la invención.

Formas de realización

Primera forma de realización

30 En la Fig. 1a) y la Fig. 1b) se representa esquemáticamente una primera forma de realización de una herramienta de corte de metal 1 para materiales que contienen metal, siendo la Fig. 1a) una vista frontal esquemática a lo largo de un eje longitudinal de la herramienta de corte de metal 1 y la Fig. 1b) una vista lateral esquemática en un sentido perpendicular al eje longitudinal.

35 Como se puede ver en la Fig. 1a) y la Fig. 1b), la herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal según la primera forma de realización está configurada como una herramienta de metal duro maciza con una zona de corte 3 configurada en una sola pieza con un mango 2. Aunque la herramienta de corte de metal 1 para materiales que contienen metal está configurada como fresa en la Fig. 1 a) y la Fig. 1 b), también es posible configurar la herramienta de metal duro maciza para otros procesos de corte de metal, como por ejemplo como taladro, escariador, desbarbador, etc.

40 La herramienta de corte de metal 1 presenta un material básico constituido por metal duro 4, que presenta partículas de material duro 6 incrustadas en un aglutinante dúctil metálico 5. El aglutinante metálico 5 es una aleación de Co-Ru, que presenta, no obstante, otros elementos de aleación además de cobalto y rutenio, como se explica aún más abajo. Las partículas de material duro 6 están formadas al menos predominantemente por carburo de wolframio, teniendo los granos de WC un tamaño de grano medio en el intervalo de 0,1 μm a 1,2 μm. Además de los granos de WC, aún

45 se pueden presentar otras partículas de material duro, como por ejemplo TiC, TaC, NbC, etc. en menores cantidades. El metal duro presenta un contenido total en cobalto y rutenio (contenido en (Co + Ru)) de 5-17 % en peso de metal duro, situándose el contenido en Ru entre 6 y 16 % en peso del contenido en (Co + Ru). El metal duro presenta además un contenido en cromo en el intervalo de 2 a 7,5 % en peso del contenido en (Co + Ru), siendo el contenido en Cr menor que la mitad del contenido en Ru. Un contenido de Ti, Ta y Nb es respectivamente menor que 0,2 % en peso

50 de metal duro y un contenido en vanadio es menor que 0,3 % en peso, preferentemente menor que 0,2 % en peso. Preferentemente, el metal duro puede presentar además molibdeno, situándose el contenido en molibdeno preferentemente en el intervalo de 0,1 - 3,0 % en peso de metal duro, preferentemente en el intervalo de 0,15 - 2,5 % en peso de metal duro. La producción de la herramienta de corte de metal 1 se efectúa en un procedimiento de producción pulvimetalúrgico, como se describe aún a continuación en relación con ejemplos concretos. Aunque en la

forma de realización se presenta una configuración en una sola pieza constituida por un único metal duro, por ejemplo también es posible configurar diversas zonas de la herramienta de corte de metal 1 a partir de diferentes tipos de metal duro.

Segunda forma de realización

5 En la Fig. 2 se representa esquemáticamente una segunda forma de realización de una herramienta de corte de metal 100 para materiales que contienen metal. La herramienta de corte de metal 100 según la segunda forma de realización está configurada como un accesorio de corte recambiable, que está configurado para fijado a un correspondiente cuerpo básico de herramienta 101.

10 Aunque en la Fig. 2 se representa esquemáticamente como herramienta de corte de metal 100 un accesorio de corte para una mecanización por torneado, el accesorio de corte también puede estar configurado para otro tipo de mecanización, por ejemplo, para el fresado, la perforación, etc. Aunque el accesorio de corte representado concretamente está configurado para la fijación por medio de un tornillo de fijación, también es posible una configuración para la fijación de otro modo, por ejemplo, para una fijación por medio de una abrazadera para riel, una cuña de sujeción, etc.

15 También la herramienta de corte de metal 100 según la segunda forma de realización presenta un material básico de metal duro 4, como se describió en relación con la primera forma de realización.

Ejemplos

20 La producción de metales duros como material básico para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal según los siguientes ejemplos se efectuó respectivamente en un procedimiento de producción pulvimetalúrgico, mezclándose los polvos de partida entre sí respectivamente en un primer paso, es decir, polvos de WC, polvos de Co, polvos de Ru, polvos de  $Cr_3C_2$ , así como, en caso dado, polvos de  $Mo_2C$  y/o polvos de VC. En el Ejemplo comparativo 1 y en el Ejemplo comparativo 3, que no contenían rutenio respectivamente, no se empleó polvo de Ru correspondientemente.

25 Como polvo de Co se empleó un polvo con un tamaño de partícula medio en el intervalo entre 0,6 y 1,8  $\mu m$ , en especial con un tamaño de partícula medio de aproximadamente 0,8  $\mu m$  (FSSS 1  $\mu m$ ). Como polvo de Ru se empleó un polvo con un tamaño de partícula medio relativamente grande, de aproximadamente 38,5  $\mu m$ , que estaba a disposición, pero, por ejemplo, también se pueden emplear otros polvos de Ru con tamaños de partícula entre < 1  $\mu m$  y 95  $\mu m$  sin mayor problema. Además, se empleó polvo de  $Cr_3C_2$  con un tamaño de partícula medio en el intervalo de aproximadamente 1-2  $\mu m$ . Para la mayor parte de ejemplos y ejemplos comparativos, el polvo de WC empleado tenía un tamaño de partícula medio en el intervalo de 0,3-2,5  $\mu m$ , en el caso especial aproximadamente 0,8  $\mu m$ . El polvo de  $Mo_2C$  empleado tenía un tamaño de partícula medio de aproximadamente 2  $\mu m$ . Se empleó un polvo de VC con un tamaño de partícula medio de aproximadamente 1  $\mu m$ .

35 En los ensayos se molturó la mezcla de polvo bajo adición de un medio de molienda que presentaba dietiléter y adyuvantes de prensado habituales (por ejemplo cera de parafina) durante aproximadamente 3 horas en un molino de atrición. La suspensión obtenida de este modo se secó por pulverización a continuación en una torre de pulverización de modo conocido en sí.

A continuación, en los ensayos se generaron cuerpos verdes tipo varilla mediante prensado drybag. Los cuerpos verdes para piezas brutas de herramienta generados de tal manera se compactaron a continuación a 1430 °C en un procedimiento de sinterización HIP (HIP = prensado isotáctico en caliente).

40 A partir de una porción de las piezas brutas de herramienta fabricadas de este modo, mediante rectificado se fabricaron de modo conocido en sí fresas de metal duro macizas como herramientas de corte de metal 1 para materiales que contienen metal, con las que se realizaron entonces ensayos de corte de metal.

45 Además, en una parte de los ejemplos también se secó por pulverización la suspensión generada en la molienda, y el granulado generado de este modo se compactó en una prensa de matriz para dar piezas no sinterizadas para accesorios de corte recambiables. También estas piezas no sinterizadas para accesorios de corte recambiables se sinterizaron a continuación de modo correspondiente para generar accesorios de corte recambiables como herramientas de corte de metal 100 para materiales que contienen metal.

50 Aunque anteriormente se describió una producción con una molienda bajo adición de un disolvente orgánico y subsiguiente secado por pulverización, por ejemplo, también es posible usar agua en lugar del disolvente orgánico como medio de molienda, como es sabido en el campo técnico de la producción pulvimetalúrgica de metales duros. Asimismo, además del prensado drybag descrito, también se pueden emplear los demás procedimientos de moldeo habituales en este campo, como en especial extrusión o prensado en matriz. Para el ajuste del balance de carbono de la pieza bruta de herramienta se puede añadir además hollín o wolframio en cantidades reducidas de modo conocido en sí. Además, en lugar del polvo de  $Cr_3C_2$  utilizado en los ensayos se puede usar, por ejemplo, también  
55 polvo de nitruro de cromo, polvo de carbonitruro de cromo o similares en cantidades correspondientes. En lugar del polvo de  $Mo_2C$  utilizado en los ensayos, asimismo se puede aplicar también polvo de Mo metálico. En lugar del secado

de la suspensión obtenida tras el proceso de molienda mediante secado por pulverización en una torre de pulverización, en algunos ejemplos se usaron también un secado en un evaporador rotativo y un subsiguiente cribado con un tamiz con 250  $\mu\text{m}$  de anchura de malla.

- 5 Se debe tener en cuenta que, en la anterior descripción, el contenido de los componentes del metal duro se refiere parcialmente al metal duro total, y parcialmente solo al contenido en (Co + Ru). Además, en la anterior descripción se hace referencia frecuentemente al contenido de los respectivos metales Cr, Mo, etc. En la siguiente descripción de ejemplos de producción (y también en la Tabla 1), en los que la composición resultante se determinó mediante las proporciones de respectivos materiales de partida, las proporciones se expresan generalmente, sin embargo, en porcentaje en peso de metal duro. En este caso, los porcentajes en peso que faltan hasta 100 % corresponden a carburo de wolframio respectivamente.

#### Ejemplo 1

Se produjo un metal duro como material básico para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal con la siguiente composición.

- 15 El metal duro según el Ejemplo 1 presenta un contenido en Co de 10 % en peso de metal duro, un contenido en Ru de 1,5 % en peso y un contenido en Cr ajustado a través de la adición de 0,6 % en peso de polvo de  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ , resto carburo de wolframio (WC). La producción del metal duro se efectuó en un procedimiento pulvimetalúrgico. Por consiguiente, resultaron: un contenido en (Co + Ru) de 11,5 % en peso de metal duro, un contenido en Ru de aproximadamente 13 % en peso del contenido en (Co + Ru), y un contenido en Cr de aproximadamente 4,5 % en peso del contenido en (Co + Ru).

- 20 En la muestra se determinó la dureza a través de una medición de la dureza Vickers (HV30) y se determinó la tenacidad a la rotura  $K_{Ic}$  (Shetty). Para la comprobación del balance de carbono y del tamaño de grano resultante se determinaron además la intensidad de campo magnético coercitivo  $H_c$  y la magnetización de saturación  $4\pi\sigma$ . El tamaño de grano se midió además como "longitud de intercepción lineal", según la norma internacional ISO 4499-2:2008(E). Como base sirvieron imágenes de EBSD en cortes pulidos. La metodología de medida de tales imágenes se describe, por ejemplo, en: K.P. Mingard et al., "Comparison of EBSD and conventional methods of grain size measurement of hard metals", Int. Journal of Refractory Metals & Hard Materials 27 (2009) 213-223". Los valores determinados se reúnen abajo en la Tabla 2. En la Fig. 3 se puede ver una imagen al microscopio electrónico de un corte de la muestra según el Ejemplo 1 con 10.000 aumentos.

#### Ejemplo 2

- 30 Análogamente a la producción del metal duro descrito en el Ejemplo 1, en un segundo Ejemplo se produjo un metal duro con un contenido en Co de 10 % en peso, un contenido en Ru de 1,5 % en peso, un contenido en Cr ajustado a través de la adición de 0,6 % en peso de polvo de  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  y adicionalmente un contenido en Mo ajustado a través de la adición de 0,6 % en peso de  $\text{Mo}_2\text{C}$ , Resto carburo de wolframio (WC). Por consiguiente, resultan: un contenido en (Co + Ru) de 11,5 % en peso de metal duro, un contenido en Ru de aproximadamente 13 % en peso del contenido en (Co + Ru), un contenido en Cr de aproximadamente 4,5 % en peso del contenido en (Co + Ru) y un contenido en Mo de aproximadamente 0,56 % en peso de metal duro.

- 40 A su vez se determinaron los parámetros de medición reunidos en la Tabla 2. En la Fig. 4 se representa una imagen al microscopio electrónico con 10.000 aumentos de la muestra según el Ejemplo 2. De la comparación con el Ejemplo 1 se desprende que el contenido en Mo adicional, con tenacidad a la rotura esencialmente constante, ha influido positivamente sobre la dureza.

#### Ejemplo comparativo 1

Como Ejemplo comparativo 1 se produjo análogamente un metal duro con un contenido en Co de 11,5 % en peso, un contenido en Cr ajustado a través de la adición de 0,6 % en peso de polvo de  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ , resto carburo de wolframio (WC).

- 45 También en este Ejemplo comparativo 1 se determinaron los parámetros de medición reunidos en la Tabla 2. En la Fig. 5 se muestra una imagen al microscopio electrónico con 10.000 aumentos de la muestra según el Ejemplo comparativo 1.

Una comparación de los resultados reunidos en la Tabla 2 demuestra que en el Ejemplo 1 que contenía Ru se obtuvo una tenacidad a la rotura mejorada frente al Ejemplo comparativo 1 exento de Ru, esencialmente con la misma dureza.

#### Ejemplo 3

- 50 Análogamente al procedimiento de producción descrito anteriormente, mediante adición complementaria de VC (carburo de vanadio) se produjo asimismo otro metal duro de la siguiente manera: 10 % en peso de Co, 1,5 % en peso de Ru, 0,6 % en peso de  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ , 0,1 % en peso de VC.

Los valores de medición determinados se pueden ver en la Tabla 2. Se puede identificar que en el Ejemplo 3,

débilmente dopado con VC, la dureza determinada es ciertamente algo más elevada, pero está vinculada a una tenacidad a la rotura ligeramente debilitada. Por consiguiente, resultan: un contenido en (Co + Ru) de 11,5 % en peso de metal duro, un contenido en Ru de aproximadamente 13 % en peso del contenido en (Co + Ru), un contenido en Cr de aproximadamente 4,5 % en peso del contenido en (Co + Ru) y un contenido en V de aproximadamente 0,08 % en peso de metal duro.

Ejemplo comparativo 2

Análogamente se produjo un metal duro como Ejemplo comparativo 2 de la siguiente manera: 10 % en peso de Co, 1,5 % en peso de Ru, 0,6 % en peso de  $Cr_3C_2$ , 0,4 % en peso de VC. Por consiguiente, resultan: un contenido en (Co + Ru) de 11,5 % en peso de metal duro, un contenido en Ru de aproximadamente 13 % en peso del contenido en (Co + Ru), un contenido en Cr de aproximadamente 4,5 % en peso del contenido en (Co + Ru) y un contenido en V de aproximadamente 0,32 % en peso de metal duro.

Como se desprende de la Tabla 2, el metal duro según este ejemplo comparativo presenta una tenacidad a la rotura claramente empeorada, si bien con dureza ligeramente mejorada.

Ejemplo 4

Como Ejemplo 4 se produjo además un metal duro como material básico para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal con los siguientes materiales de partida: 8,7 % en peso de Co, 1,3 % en peso de Ru, 0,6 % en peso de  $Cr_3C_2$ , 0,3 % en peso de  $Mo_2C$ . Por consiguiente, resultan: un contenido en (Co + Ru) de 10 % en peso de metal duro, un contenido en Ru de aproximadamente 13 % en peso del contenido en (Co + Ru), un contenido en Cr de aproximadamente 5,2 % en peso del contenido en (Co + Ru) y un contenido en Mo de aproximadamente 0,28 % en peso de metal duro.

Como se desprende de los valores determinados a partir de la Tabla 2, según lo esperado, se obtiene una dureza claramente mayor con el menor contenido en aglutinante total (Co + Ru), pero, de modo sorprendente, el debilitamiento de la tenacidad a la rotura que acompaña a esta es relativamente reducido.

Ejemplo comparativo 3

Como Ejemplo comparativo 3 se investigó además un metal duro exento de rutenio, que presentaba un contenido en Co de 10 % en peso y una cantidad de Mo y Cr comparable a la del Ejemplo 4. Como se desprende de la Tabla 4, en el Ejemplo 4 se obtuvo una dureza HV30 claramente mayor que en este Ejemplo comparativo 3.

Ejemplo 5

Como Ejemplo 5, con un correspondiente procedimiento de producción se produjo un metal duro como material básico para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal con los siguientes materiales de partida: 5,5 % en peso de Co, 0,8 % en peso de Ru, 0,4 % en peso de  $Cr_3C_2$ , 0,2 % en peso de  $Mo_2C$ . Por consiguiente, resultan: un contenido en (Co + Ru) de 6,3 % en peso de metal duro, un contenido en Ru de aproximadamente 13 % en peso del contenido en (Co + Ru), un contenido en Cr de aproximadamente 5,5 % en peso del contenido en (Co + Ru) y un contenido en Mo de aproximadamente 0,19 % en peso de metal duro. Como se desprende de la Tabla 2, del contenido en aglutinante total (Co + Ru) claramente menor resulta un claro aumento de la dureza, pudiéndose observar de modo sorprendente una reducción relativamente reducida de la tenacidad a la rotura.

Ejemplo comparativo 4

Como Ejemplo comparativo 4 se produjo un metal duro como material básico para una herramienta de corte de metal para materiales que contienen metal a partir de los siguientes materiales de partida: 13 % en peso de Co, 1,9 % en peso de Ru, 1,2 % en peso de  $Cr_3C_2$ , 0,8 % en peso de  $Mo_2C$ . Por consiguiente, resultan: un contenido en (Co + Ru) de 14,9 % en peso de metal duro, un contenido en Ru de aproximadamente 13 % en peso del contenido en (Co + Ru), un contenido en Cr de aproximadamente 7 % en peso del contenido en (Co + Ru) y un contenido en Mo de aproximadamente 0,75 % en peso de metal duro.

Ejemplo 6

A diferencia de los ejemplos y ejemplos comparativos descritos anteriormente, en el Ejemplo 6 se empleó un polvo de WC con un tamaño de partícula medio entre 0,1 y 1,2  $\mu m$ , en especial con un tamaño de partícula medio de aproximadamente 0,5  $\mu m$ . La composición se ajustó a través de los siguientes materiales de partida: 7,1 % en peso de Co, 1,1 % en peso de Ru, 0,5 % en peso de  $Cr_3C_2$  y 0,1 % en peso de VC. Por consiguiente, resultan: un contenido en (Co + Ru) de 8,2 % en peso de metal duro, un contenido en Ru de aproximadamente 13,4 % en peso del contenido en (Co + Ru), un contenido en Cr de aproximadamente 5,3 % en peso del contenido en (Co + Ru) y un contenido en V de aproximadamente 0,08 % en peso de metal duro.

TABLA 1

	Co [% en peso]	Ru [% en peso]	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> [% en peso]	Mo <sub>2</sub> C [% en peso]	VC [% en peso]
Ejemplo 1	10	1,5	0,6	-	-
Ejemplo 2	10	1,5	0,6	0,6	-
Ejemplo comparativo 1	11,5	-	0,6	-	-
Ejemplo 3	10	1,5	0,6	-	0,1
Ejemplo comparativo 2	10	1,5	0,6	-	0,4
Ejemplo 4	8,7	1,3	0,6	0,3	-
Ejemplo comparativo 3	10	-	0,6	0,3	0,1
Ejemplo 5	5,5	0,8	0,4	0,2	-
Ejemplo comparativo 4	13	1,9	1,2	0,8	-
Ejemplo 6	7,1	1,1	0,5	-	0,1

5 En la Tabla 1 se reúnen las composiciones de los respectivos ejemplos y ejemplos comparativos en porcentaje en peso de metal duro, estando constituido por WC el resto hasta 100 %. En la siguiente tabla se reúnen los valores de medición determinados de los respectivos ejemplos y ejemplos comparativos.

TABLA 2

	Tamaño de grano de WC medio [µm]	HV30	Tenacidad a la rotura K <sub>1c</sub> [MPa√m]
Ejemplo 1	0,36	1622	10,7
Ejemplo 2	0,31	1636	10,8
Ejemplo comparativo 1	0,42	1554	10,8
Ejemplo 3	0,33	1650	10,2
Ejemplo comparativo 2	0,29	1800	9,2
Ejemplo 4	0,33	1697	10,4
Ejemplo comparativo 3	0,36	1600	10,4
Ejemplo 5	0,34	1918	9,6
Ejemplo comparativo 4	0,30	1536	11,4
Ejemplo 6	0,18	1851	10,2

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Herramienta de corte de metal (1; 100) para materiales que contienen metal, con un material básico constituido por metal duro (4), que presenta partículas de material duro (6) incrustadas en un aglutinante dúctil metálico (5), siendo el aglutinante metálico (5) una aleación de Co-Ru, estando formadas las partículas de material duro (6) por carburo de wolframio al menos predominantemente,
- un contenido en (Co + Ru) de 5-17 % en peso de metal duro,
- un contenido en Ru de 6-16 % en peso del contenido en (Co + Ru),
- un contenido en Cr de 2-7,5 % en peso del contenido en (Co + Ru),
- un contenido de Ti, Ta y/o Nb de < 0,2 % en peso de metal duro en cada caso, y
- 10 un contenido en V de < 0,3 % en peso de metal duro, preferentemente < 0,2 % en peso,
- caracterizado por un tamaño de grano medio de carburo de wolframio de 0,1 - 1,2  $\mu\text{m}$ , medido como "longitud de intercepción lineal" según la norma internacional ISO 4499-2:2008(E),
- ascendiendo el contenido en Cr a menos de la mitad del contenido en Ru.
- 15 2. Herramienta de corte de metal según la reivindicación 1, presentando el metal duro (4) además un contenido en Mo en el intervalo de 0-3,0 % en peso de metal duro.
3. Herramienta de corte de metal según la reivindicación 2, presentando el metal duro (4) un contenido en Mo en el intervalo de 0,1-3,0 % en peso de metal duro, preferentemente de 0,15 - 2,5 % en peso.
4. Herramienta de corte de metal según una de las reivindicaciones precedentes, ascendiendo el tamaño de grano medio del carburo de wolframio a 0,15  $\mu\text{m}$  - 0,9  $\mu\text{m}$ .
- 20 5. Herramienta de corte de metal según una de las reivindicaciones precedentes, ascendiendo el contenido en Ru a 8-14 % en peso del contenido en (Co + Ru).
6. Herramienta de corte de metal según una de las reivindicaciones precedentes, ascendiendo el contenido de Ti, Ta y/o Nb a 0 - 0,15 % en peso en cada caso.
- 25 7. Herramienta de corte de metal según una de las reivindicaciones precedentes, ascendiendo el contenido total de (Ti + Ta + Nb) a 0 - 0,2 % en peso de metal duro, preferentemente 0 - 0,15 % en peso.
8. Herramienta de corte de metal según una de las reivindicaciones precedentes, presentando el metal duro (4) un contenido en WC en el intervalo de 80 - 95 % en peso.
9. Herramienta de corte de metal según una de las reivindicaciones precedentes, estando provisto el material básico además de un revestimiento de material duro CVD o PVD.
- 30 10. Herramienta de corte de metal según una de las reivindicaciones precedentes, que está configurada como herramienta de metal duro maciza con una zona de corte (3) configurada en una sola pieza con un mango (2).
- 35 11. Uso de un metal duro (4) para una herramienta de corte de metal (1; 100) para materiales que contienen metal, presentando el metal duro (4) partículas de material duro (6) incrustadas en un aglutinante dúctil metálico (5), siendo el aglutinante metálico (5) una aleación de Co-Ru, estando formadas las partículas de material duro (6) por carburo de wolframio al menos predominantemente,
- un contenido en (Co + Ru) de 5-17 % en peso de metal duro,
- un contenido en Ru de 6-16 % en peso del contenido en (Co + Ru),
- un contenido en Cr de 2-7,5 % en peso del contenido en (Co + Ru),
- un contenido de Ti, Ta y/o Nb de < 0,2 % en peso de metal duro en cada caso, preferentemente < 0,15 % en peso en cada caso, y
- 40 un contenido en V de < 0,3 % en peso de metal duro, preferentemente < 0,2 % en peso,
- caracterizado por un tamaño de grano medio de carburo de wolframio de 0,1 - 1,2  $\mu\text{m}$ , medido como "longitud de intercepción lineal" según la norma internacional ISO 4499-2:2008(E),
- ascendiendo el contenido en Cr a menos de la mitad del contenido en Ru.
- 45 12. Uso de un metal duro según la reivindicación 11, presentando el metal duro (4) un contenido en Mo en el intervalo de 0,1-3,0 % en peso de metal duro.

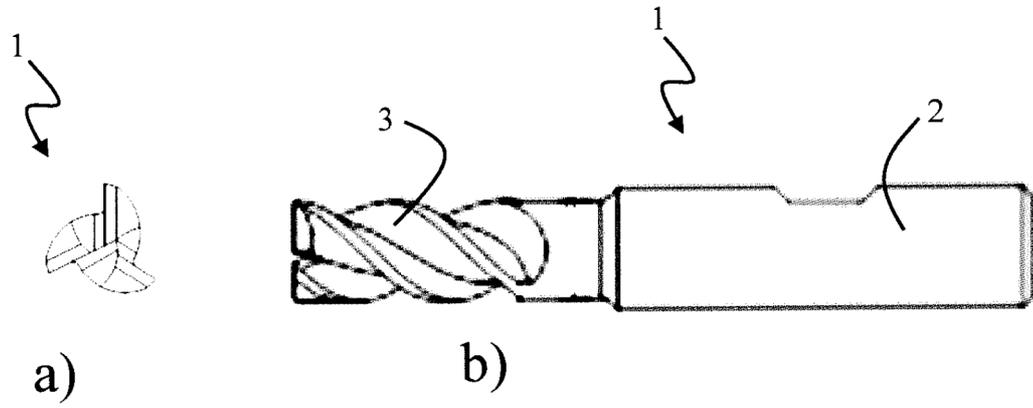


Fig. 1

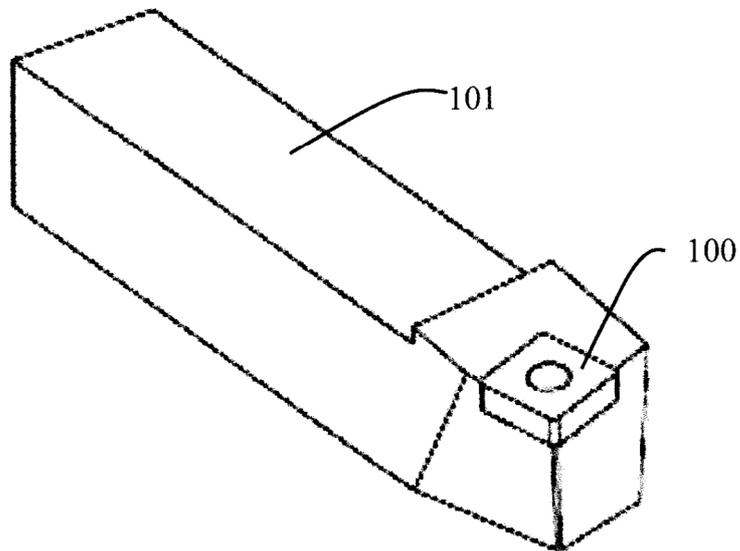


Fig. 2

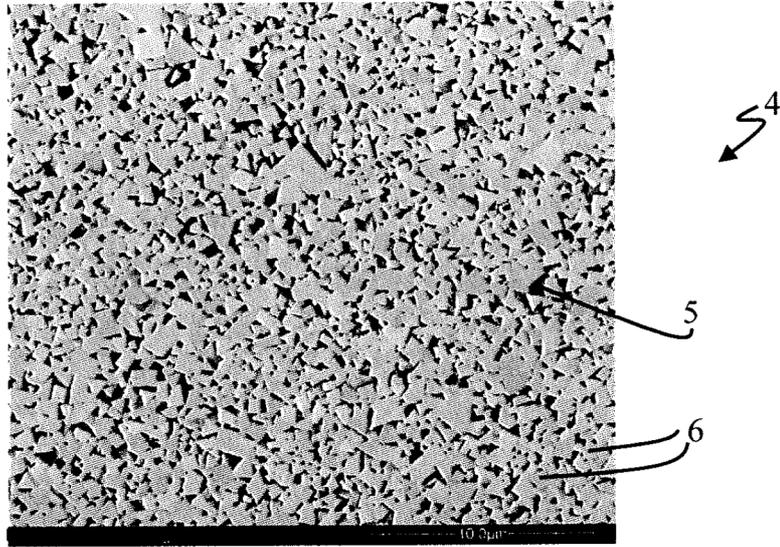


Fig. 3

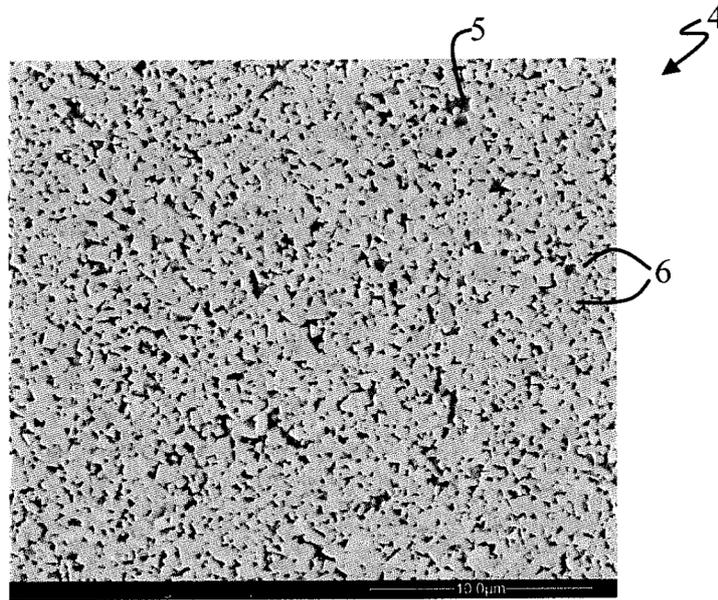


Fig. 4

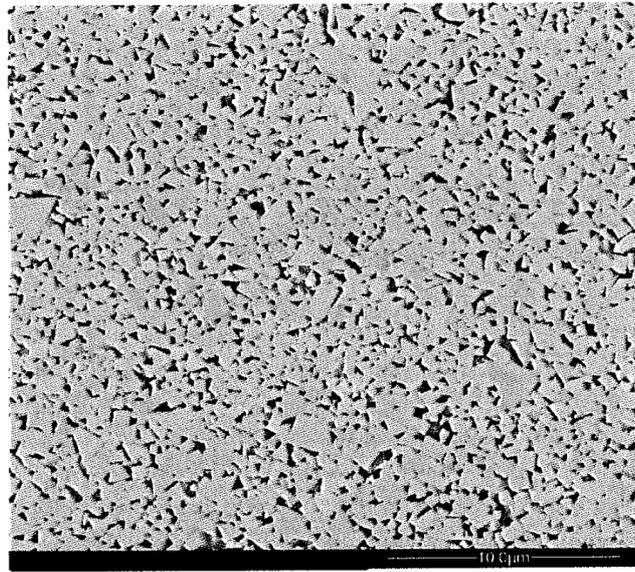


Fig. 5