



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 293 919**

51 Int. Cl.:
C04B 41/80 (2006.01)
C04B 41/91 (2006.01)
B23B 27/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00957742 .0**
86 Fecha de presentación : **23.08.2000**
87 Número de publicación de la solicitud: **1222149**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **17.07.2002**

54 Título: **Proceso para tratar por calor cerámica y artículos de fabricación compuestos por la misma.**

30 Prioridad: **09.09.1999 US 393004**
22.05.2000 US 576833

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2008

73 Titular/es: **KENNAMETAL Inc.**
P.O. Box 231
Latrobe, Pennsylvania 15650-0231, US

72 Inventor/es: **Mehrotra, Pankaj, K.;**
Garman, Mark, A.;
Lipniskis, Chuck, E. y
Battaglia, Frank, B.

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

ES 2 293 919 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).

ES 2 293 919 T3

DESCRIPCIÓN

Proceso para tratar por calor cerámica y artículos de fabricación compuestos por la misma.

5 Esta solicitud de patente es una continuación parcial de la solicitud de patente de Estados Unidos en trámite junto con la presente N° de serie 09/393.004, presentada el 9 de septiembre de 1999, por Mehrotra *et al.*

Campo de la invención

10 La invención se refiere a un proceso para fabricar un inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor que incluye herramientas de corte basadas en nitruro de silicio, herramientas de corte basadas en SiAlON, herramientas de corte basadas en alúmina, herramientas de corte basadas en carbonitruro de titanio, y herramientas de corte de cerámica reforzadas con fibras de cerámica, tales como, por ejemplo, una herramienta de corte de cerámica basada en carbonitruro de titanio reforzada con fibras y una herramienta de corte de cerámica basada en alúmina reforzada con
15 fibras.

Antecedentes de la invención

20 Hasta ahora, los insertos de corte basados en nitruro de silicio, y los insertos de corte basados en SiAlON, que son artículos de cerámica de fabricación, han demostrado ser útiles para muchas aplicaciones de retirada de material. La Patente de Estados Unidos N° 4.127.416 de Lumby *et al.*, la Patente de Estados Unidos N° 4.563.433 de Yeckley *et al.*, la Patente de Estados Unidos N° 4.711.644 de Yeckley *et al.*, la Patente de Estados Unidos N° 5.370.716 de Mehrotra *et al.*, la Patente de Estados Unidos N° 5.382.273 de Mehrotra *et al.*, la Patente de Estados Unidos N° 5.525.134 de Mehrotra *et al.*, la Patente de Estados Unidos N° 4.880.755 de Mehrotra *et al.*, y la Patente de Estados Unidos N°
25 4.913.936 de Mehrotra *et al.* describen diversas composiciones de SiAlON y nitruro de silicio que son útiles como insertos de corte.

Hasta ahora, los insertos de corte reforzados con fibras, que son también artículos de cerámica de fabricación, también han demostrado ser útiles para aplicaciones de retirada de material. Estos insertos de corte reforzados con
30 fibras incluyen materiales basados en alúmina reforzados con fibras de carburo de silicio tal como se muestra y se describe en la Patente de Estados Unidos N° B2 4.789.277 de Rhodes *et al.* y la Patente de Estados Unidos N° 4.961.757 de Rhodes *et al.* Un inserto de corte basado en alúmina reforzado con fibras con una adición de circonia también se ha mostrado y descrito en la Patente de Estados Unidos N° 4.959.332 de Mehrotra *et al.* Un inserto de corte basado en carbonitruro de titanio reforzado con fibras se muestra y se describe en el documento WO 97/18177.

35 La Solicitud de Patente Japonesa JP-A 4-136174 se refiere a un método para fabricar una herramienta de corte de cerámica recubierta. El sustrato comprende una cerámica basada en nitruro de silicio o de SiAlON. De acuerdo con la solicitud de patente, para mejorar la adhesión, el método incluye pulir la superficie del sustrato y después tratar por calor el sustrato pulido en una atmósfera que contiene nitrógeno a una temperatura entre 1050°C y 1400°C. El recubrimiento después se deposita sobre el sustrato tratado con calor usando métodos de CVD y PVD comunes.
40

Aunque los insertos de corte fabricados a partir de los materiales de las patentes y solicitudes de patente anteriores muestran un rendimiento aceptable en aplicaciones de retirada de material tales como, por ejemplo, fresado y torneado, permanece como un objetivo la producción de insertos de corte de cerámica (por ejemplo, insertos de corte basados en
45 nitruro de silicio, insertos de corte basados en SiAlON, insertos de corte basados en alúmina, insertos de corte basados en carbonitruro de titanio, e insertos de corte de cerámica reforzados con fibras) con características de rendimiento aún mejores en aplicaciones de retirada de material. También sigue siendo un objetivo la producción de insertos de corte de cerámica (por ejemplo, insertos de corte basados en nitruro de silicio, insertos de corte basados en SiAlON, insertos de corte basados en alúmina, insertos de corte basados en carbonitruro de titanio, e insertos de corte de cerámica
50 reforzados con fibras) que muestren una microestructura que provoque mejores propiedades físicas y características de rendimiento.

Sumario de la invención

55 En una forma de la misma, la invención es un proceso para fabricar un inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor, seleccionándose dicha cerámica entre el grupo compuesto por cerámica basada en nitruro de silicio, cerámica reforzada con fibras de carburo de silicio, cerámica basada en alúmina y cerámica basada en carbonitruro de titanio, comprendiendo dicho proceso las etapas de: (a) formar un inserto de corte compacto de cerámica verde a partir de una mezcla en polvo; (b) consolidar el inserto de corte compacto de cerámica verde para formar un inserto de corte
60 virgen de cerámica no pulido no recubierto; (c) pulir al menos una parte del inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto para formar un inserto de corte de cerámica pulido no recubierto; y (d) tratar por calor el inserto de corte de cerámica pulido no recubierto para formar el inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor donde el tratamiento por calor sucede en una atmósfera que comprende uno o más de nitrógeno, argón y monóxido de carbono y a una presión que varía de subatmosférica a $206,8 \cdot 10^6$ Pa (30.000 psi) y, si dicha cerámica es una cerámica basada en nitruro de silicio, a una temperatura que varía entre 1600°C y 2200°C, si dicha cerámica se selecciona entre el grupo
65 compuesto por cerámica reforzada con fibras de carburo de silicio, cerámica basada en alúmina y cerámica basada en carbonitruro de titanio, a una temperatura entre 1300°C y 1700°C, y, en cada caso, durante un tiempo entre 15 y 360 minutos.

ES 2 293 919 T3

Las realizaciones preferidas de la presente invención comprenden adicionalmente las características de una de las reivindicaciones 2 a 28.

Breve descripción de los dibujos

5

A continuación se presenta una breve descripción de los dibujos que forman parte de esta solicitud de patente:

la Fig. 1 es una vista isométrica de un inserto de corte de la presente invención;

10

la Fig. 2 es una fotomicrografía en microscopio electrónico de barrido (SEM) que representa imágenes electrónicas secundarias (SEI) a un aumento de 1000X de la superficie en rastrillo de un inserto de corte de superficie pulida de la Mezcla I;

15

la Fig. 3 es una fotomicrografía en microscopio electrónico de barrido (SEM) que representa imágenes electrónicas secundarias (SEI) a un aumento de 3000X de la superficie en rastrillo de un inserto de corte de superficie pulida de la Mezcla I;

20

la Fig. 4 es una fotomicrografía en microscopio electrónico de barrido (SEM) que representa imágenes electrónicas secundarias (SEI) a un aumento de 1000X de la superficie en rastrillo de un inserto de corte pulido y tratado por calor de la Mezcla I;

25

la Fig. 5 es una fotomicrografía en microscopio electrónico de barrido (SEM) que representa imágenes electrónicas secundarias (SEI) a un aumento de 3000X de la superficie en rastrillo de un inserto de corte pulido y tratado por calor de la Mezcla I;

30

la Fig. 6 es una fotomicrografía en microscopio electrónico de barrido (SEM) que representa imágenes electrónicas secundarias (SEI) a un aumento de 1000X de la superficie en rastrillo de un lateral del inserto de corte de superficie pulida de la Mezcla I; y

la Fig. 7 es una fotomicrografía en microscopio electrónico de barrido (SEM) que representa imágenes electrónicas secundarias (SEI) a un aumento de 3000X de la superficie en rastrillo de un lateral del inserto de corte de superficie pulida de la Mezcla I.

Descripción detallada de la invención

35

Con referencia a los dibujos, se muestra en la Fig. 1 un inserto de corte de cerámica generalmente denominado 20. El inserto de corte 20 tiene una superficie en rastrillo 22, y superficies laterales 24. Hay bordes de corte 26 en las intersecciones de la superficie en rastrillo 22 y las superficies laterales. El inserto de corte fabricado de acuerdo con la presente invención puede adoptar una cualquiera de una diversidad de geometrías de inserto de corte de modo que el solicitante no pretende limitar el alcance de la presente invención a la geometría del inserto de corte específico ilustrado en la Fig. 1 o las geometrías expuestas en los ejemplos de este documento.

45

Con respecto a la producción de los insertos de corte usados en los ensayos, los componentes en polvo se molerán en molino de bolas, se secarán, y después se seleccionarán para formar la mezcla en polvo. Algunas mezclas en polvo para las que la presente invención tiene aplicación se describen a continuación en este documento. Estas mezclas en polvo incluían las cuatro mezclas basadas en nitruro de silicio (Mezclas I a IV) expuestas en la siguiente Tabla I.

TABLA I

50

Composición (Porcentaje Ponderal) de las Mezclas en Polvo de Partida I-IV Basadas en Nitruro de Silicio					
Mezcla	Nitruro de Silicio	Nitruro de Aluminio	Óxido de Aluminio	Magnesia	Itria
I	98,0	-	-	1,0	1,0
II	85,4	6,2	3,7	-	4,7
III	63,3	9,3	22,7	-	4,7
IV	91,6	1,6	1,3	-	5,5

65

Los componentes en polvo expuestos en la Tabla I anteriormente en este documento se describen brevemente del siguiente modo. Para las Mezclas I y III, el nitruro de silicio es polvo de nitruro de silicio de Calidad SNE10 de Ube Industries, Ltd. de Tokio, Japón. Para la Mezcla II, el nitruro de silicio es un polvo de nitruro de silicio nitrado de pureza inferior disponible en Herman C. Starck, Inc. de Nueva York, Nueva York (USA). Para la Mezcla IV, el polvo

ES 2 293 919 T3

de nitruro de silicio es de Calidad LC1 o M11 disponible en Herman C. Starck, Inc. Para las Mezclas I-IV, el nitruro de aluminio es polvo de AlN de Calidad C disponible en Herman C. Starck, Inc. de Nueva York, Nueva York (USA). Para las Mezclas I-IV, la alúmina es HPA 0.5 de Calidad Ceralox disponible en Ceralox Corporation de Tucson, Arizona (USA). Para las mezclas I-IV, el polvo de itria es itria de calidad fina de Herman C. Starck, Inc. de Nueva York, Nueva York (USA). Se encuentran descripciones más detalladas de estos polvos en la Patente de Estados Unidos N° 5.370.716.

Las mezclas en polvo usadas en la invención incluyen adicionalmente cerámica reforzada con fibras de carburo de silicio, cerámica basada en alúmina, y cerámica basada en carbonitruro de titanio. Los ejemplos de estas mezclas en polvo, que se identifican como Mezclas V, VI y VII, se exponen en la siguiente Tabla II.

TABLA II

Composición (Porcentaje Ponderal) de las Mezclas en Polvo de Partida V, VI y VII de Cerámica Reforzada con Fibras de Carburo de Silicio (SiC_w), Cerámica Basada en Alúmina y Cerámica Basada en Carbonitruro de Silicio.					
Mezcla	Circonia	Alúmina	Carbonitruro de Titanio	SiC_w	Otros
V	14,2	Equilibrio	Ninguno	1,2	2,3 MgAl_2O_4 ; 0,14 SiO_2 ; 0,02 CaO
VI	Ninguno	34,4	Equilibrio	19,1	0,3 Y_2O_3
VII	Ninguno	Equilibrio	Ninguno	25	500 ppm MgO como MgAl_2O_4

Estas mezclas en polvo de las Mezclas I a VII pueden consolidarse por una diversidad de métodos incluyendo prensado, sinterizado, prensado isostático en caliente, prensado en caliente y otros métodos conocidos en la bibliografía.

Como un ejemplo, los parámetros de procesado para la Mezcla en polvo I para fabricar los insertos de corte, después de mezclar los componentes en polvo, la mezcla en polvo se prensó uniaxialmente en insertos de corte compactos de cerámica verde. Estos insertos de corte compactos de cerámica verde se cargaron en un recipiente de grafito revestido de carburo de silicio, y los insertos de corte verdes compactos se rodearon por un polvo de sedimentación protector. El polvo de sedimentación era un polvo basado en nitruro de silicio con cantidades minoritarias de uno o más de alúmina, itria, magnesita, carbono, carburo de silicio y nitruro de boro o sus productos de reacción contenidos en los mismos.

El recipiente con los insertos de corte verdes compactos en el mismo se cargó en un horno de sinterizado discontinuo y los insertos de corte verdes compactos después se sinterizaron por lotes a 1815 grados centígrados durante 270 minutos en $101,3 \cdot 10^3$ Pa (una atmósfera) de nitrógeno. El producto resultante era un inserto de corte compacto de cerámica sinterizado. Después de completarse el sinterizado, los insertos de corte compactos de cerámica sinterizados se prensaron isostáticamente en caliente a 1750 grados centígrados a una presión de $137,9 \cdot 10^6$ Pa (20.000 psi) de nitrógeno durante 60 minutos. Los productos resultantes eran insertos de corte vírgenes completamente densos pulidos no recubiertos, es decir, insertos de corte vírgenes moldeados con una superficie no pulida. En este punto del procesamiento, estos insertos de corte vírgenes moldeados no pulidos corresponden a la caracterización como insertos de corte (o insertos de corte vírgenes) "de superficie no pulida" como se encuentra en la Tabla III a la Tabla IX en este documento. Otros métodos de densificación de polvo pueden incluir sinterizado (sin HIP), prensado en caliente, HIP encapsulado, sinterizado sin una cubierta de polvo protector, y otros métodos conocidos en la bibliografía.

Para formar un inserto de corte de cerámica pulido no recubierto, es decir, un inserto de corte que corresponda a la caracterización inserto de corte "de superficie pulida" como se encuentra en la Tabla III a la Tabla IX en este documento, el inserto de corte virgen de superficie no pulida se sometió a un proceso de pulimentado en el que la superficie superior, la superficie inferior, y la periferia se pulieron a medida y se pulieron bordes de corte con canto en T.

Debe apreciarse que la etapa de pulimentado también puede comprender una etapa de perfeccionamiento o similar. La etapa de pulimentado o perfeccionamiento también puede afectar solamente a una parte del inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto de modo que solamente una parte del inserto de corte de cerámica pulido no recubierto se pula o perfeccione. Se entiende que en el proceso la etapa de pulimentado (o perfeccionamiento) sucede sobre un artículo sinterizado que es al menos sustancialmente denso por completo (es decir, porosidad cerrada).

ES 2 293 919 T3

Para la fabricación por prensado en caliente, una placa o disco puede prensarse en caliente a densidad completa, cortarse (o cortarse en tacos) en formas deseadas, y acabarse por pulimentado. Como alternativa, los insertos de corte vírgenes prensados en caliente de forma casi neta pueden acabarse por pulimentado.

5 Para fabricar un inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor, es decir, un inserto de corte que corresponde la caracterización inserto de corte “pulido y tratado por calor” en la Tabla III a la Tabla IX, los insertos de corte de cerámica pulidos de la Mezcla I se cargaron en un recipiente de grafito revestido de carburo de silicio, y estos insertos de corte se rodearon por un polvo de sedimentación protector. El polvo de sedimentación era un polvo basado en nitrato de silicio con cantidades minoritarias de uno o más de alúmina, itria, magnesia, carbono, carburo de silicio y
10 nitrato de boro o sus productos de reacción contenidos en los mismos. El uso del polvo de sedimentación protector es una característica opcional del proceso y se presenta aquí solamente como un ejemplo.

El recipiente con los insertos de corte pulidos convencionales en el mismo se cargó en un horno de sinterizado discontinuo y los insertos de corte pulidos convencionales se trataron por calor a una temperatura de 1815 grados centígrados durante 270 minutos a una presión de $101,3 \cdot 10^3$ Pa (una atmósfera) de nitrógeno. La duración del tratamiento por calor puede variar entre aproximadamente 15 minutos y aproximadamente 6 horas. El intervalo de temperatura del tratamiento por calor para cerámica basada en nitrato de silicio es entre aproximadamente 1600 grados centígrados y aproximadamente 2200 grados centígrados. El intervalo de temperatura del tratamiento por calor para las otras composiciones de cerámica descritas en este documento es entre aproximadamente 1300 grados centígrados y
20 aproximadamente 1700 grados centígrados.

Después de completarse el tratamiento por calor, los insertos de corte se enfriaron en el horno. Como se ha mencionado previamente, los insertos de corte de cerámica resultantes de este tratamiento por calor corresponden a los insertos de corte caracterizados como “pulidos y tratados por calor” en la Tabla III a la Tabla IX en este documento.

25 Aunque la descripción anterior se refiere a un horno discontinuo, el proceso puede tener lugar en un horno continuo.

Aunque las condiciones de procesamiento pueden variar, se pretende que el tratamiento por calor post-pulimentado comprenda un tratamiento por calor en el que puede o no haber algo de fase líquida que se forme, y puede o no haber necesariamente alguna densificación significativa adicional que suceda debido al tratamiento por calor post-pulimentado. Además, el tratamiento por calor post-pulimentado puede o no implicar un polvo de sedimentación y puede conseguirse a presiones que varían entre subatmosférica y aproximadamente $206,8 \cdot 10^6$ Pa (30.000 psi).

Aunque el proceso anterior para fabricar los insertos de corte pulidos tratados por calor incluía la etapa pulimentado, los insertos de corte vírgenes de cerámica no recubiertos (es decir, insertos de corte vírgenes de superficie no pulida) antes de la etapa de tratamiento por calor, debe apreciarse que pueden suceder algunas etapas de pulimentado después de completarse la etapa de tratamiento por calor. Esto es especialmente cierto para etapas de pulimentado minoritarias que pueden suceder después de la etapa de tratamiento por calor (por ejemplo, sobre superficies que no son críticas para el rendimiento de corte tales como orificios, y superficies superior e inferior), en algunas o todas las superficies. Aún haciendo referencia a las etapas de pulimentado minoritarias después del tratamiento por calor, los bordes de corte pueden pulirse suavemente o refinarse de modo que aún se retengan las ventajas de la presente invención sobre productos pulidos convencionales (es decir, insertos de corte de cerámica de superficie pulida no recubiertos).

Aunque los insertos de corte pulidos y tratados por calor descritos anteriormente fueron el resultado de las etapas de sinterizado, prensado isostático en caliente, pulimentado y tratamiento por calor, los insertos de corte pulidos tratados por calor pueden fabricarse a partir de las etapas de sinterizado, prensado isostático en caliente, tratamiento por calor pre-pulimentado, pulimentado, y un tratamiento por calor post-pulimentado.

Pueden aplicarse otros métodos de fabricación a la presente invención. Un método adicional de fabricación incluye las etapas de: sinterizado, opcionalmente prensado isostático en caliente, pulimentado del inserto de corte sobre su superficie completa, y tratamiento por calor. Otro método de fabricación incluye las etapas de: sinterizado, opcionalmente prensado isostático en caliente, pulimentado del inserto de corte en la superficie superior y la superficie inferior y en sobre el canto en K, y tratamiento por calor. Otro método más de fabricación incluye las etapas de: sinterizado, pulimentado del inserto de corte sobre su superficie completa, y tratamiento por calor del inserto de corte. Finalmente, otro método de fabricación incluye las etapas de: sinterizado, pulimentado de la superficie superior y la superficie inferior del inserto de corte, tratamiento por calor, y después pulimentado del canto en K.

Aunque los detalles del procesamiento pueden variar, hablando en líneas generales la mezcla en polvo de la Mezcla I puede procesarse para formar un inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto de acuerdo con los contenidos de las Patentes de Estados Unidos N° 5.382.273 y 5.525.134.

Lo mismo es cierto para la mezcla en polvo de la Mezcla II porque para formar un inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto a partir de la Mezcla II, la mezcla en polvo puede procesarse de acuerdo con los contenidos de la Patente de Estados Unidos N° 4.563.433. Con respecto al procesamiento de los ejemplos de la Mezcla II, en el tratamiento por calor post-sinterizado las partes se colocaron sobre la parte superior del polvo de sedimentación que era un polvo de sedimentación de nitrato de boro en un caja de nitrato de boro. El tratamiento por calor post-sinterizado fue a 1770 grados centígrados durante dos horas a una presión de $101,3 \cdot 10^3$ Pa (una atmósfera) de nitrógeno en un horno de correa continuo.

ES 2 293 919 T3

Asimismo, para la mezcla en polvo de la Mezcla III porque para formar un inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto a partir de la Mezcla III, la mezcla en polvo puede procesarse de acuerdo con los contenidos de la Patente de Estados Unidos N° 5.370.716. Con respecto al procesamiento de los ejemplos de la Mezcla III, en el tratamiento por calor post-sinterizado las partes se colocaron sobre la parte superior del polvo de sedimentación que era un polvo de sedimentación de nitruro de boro en una caja de nitruro de boro. El tratamiento por calor post-sinterizado fue a 1725 grados centígrados durante dos horas a una presión de $101,3 \cdot 10^3$ Pa (una atmósfera) de nitrógeno en un horno de correa continuo.

Los insertos de corte de la Mezcla III pulidos y tratados por calor se ensayaron frente a insertos de corte de la Mezcla III pulidos de la técnica anterior en el fresado y el torneado.

El ensayo de fresado era fresado ascendente de Inconel 718 a 3000 sfm (915 m/min), 0,004 ipt (0,01 cm/u), 0,100 pulgadas (0,254 cm) de profundidad de corte, seco, usando cuatro insertos de corte estilo RNG-45T0320 montados en una fresadora Hertel 4.0060R232 de 5,08 cm (dos pulgadas) de diámetro en el que la anchura de corte era de 1,468 pulgadas (3,729 cm) y la longitud/pase era 13 pulgadas (33,02 cm) (tiempo de corte real para cada borde por pase = 0,050 minutos). Los insertos de la Mezcla III tratados por calor tenían una vida media de 3,63 pases (promedio de dos rep.) y fallaban por desgaste/astillado de lateral máximo, mientras que los insertos de la Mezcla III pulidos de la técnica anterior tenían una vida media de 2,30 pases (promedio de dos rep.).

En decoletaje excéntrico de Inconel 718 usando insertos de la Mezcla III estilo RNG-45T0320 a 500 sfm (152,5 m/min), 006 ipr (0,015 cm/u), y 0,040 (0,102 cm) de profundidad de corte (fluido refrigerante), los insertos tratados por calor de acuerdo con la presente invención tenían una vida de herramienta promedio de 4,1 minutos y los insertos pulidos de la técnica anterior tenían una vida de herramienta promedio de 4,6 minutos.

Aunque los detalles del procesamiento pueden variar, la mezcla en polvo de la Mezcla IV se procesó como la de la Mezcla I, excepto en que el polvo de sedimentación estaba basado en nitruro de silicio con adiciones minoritarias de uno o más de alúmina, itria, y nitruro de boro, y la temperatura del tratamiento por calor post-sinterizado fue 1860 grados centígrados y la duración del tratamiento por calor fue 130 minutos.

Aunque los detalles del procesamiento pueden variar, la mezcla en polvo de la Mezcla V puede procesarse para formar un inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto de acuerdo con los contenidos de la Patente de Estados Unidos N° 4.959.332. Con respecto al procesamiento de los ejemplos de la Mezcla V en este documento, para el tratamiento por calor post-sinterizado las partes se colocaron en la parte superior del polvo de sedimentación que era un polvo de sedimentación basado en carburo de niobio, y la temperatura fue 1650 grados centígrados durante 60 minutos a una presión de $101,3 \cdot 10^3$ Pa (una atmósfera) de argón.

Lo mismo es cierto para la mezcla en polvo de la Mezcla VI porque para formar un inserto virgen de cerámica pulido no recubierto a partir de la Mezcla VI, la mezcla en polvo puede procesarse de acuerdo con los contenidos del documento WO 97/18177 así como la Patente de Estados Unidos N° 5.955.390. Con respecto al procesamiento de los ejemplos de la Mezcla VI en este documento, para el tratamiento por calor post-sinterizado las partes se colocaron en la parte superior del polvo de sedimentación que era un polvo de sedimentación basado en carburo de niobio, y la temperatura fue 1650 grados centígrados durante 60 minutos a una presión de $101,3 \cdot 10^3$ Pa (una atmósfera) de argón.

Además, aunque los detalles del procesamiento pueden variar, la mezcla en polvo de la Mezcla VII puede procesarse para formar un inserto de corte virgen de cerámica pulido no recubierto de acuerdo con el contenido de la Patente de Estados Unidos B2 4.789.277 y la Patente de Estados Unidos N° 4.961.757. Con respecto al procesamiento de los ejemplos de la Mezcla VII en este documento, para el tratamiento por calor post-sinterizado las partes se colocaron en la parte superior del polvo de sedimentación que era un polvo de sedimentación basado en carburo de niobio, y la temperatura fue 1650 grados centígrados durante 60 minutos a una presión de $101,3 \cdot 10^3$ Pa (una atmósfera) de argón.

Debe entenderse en base a los procesos descritos anteriormente, que se obtendrá una superficie pulida cuando se retire por pulimentado una capa suficientemente gruesa (es decir, 0,03 pulgadas [0,762 milímetros] a 0,05 pulgadas [1,27 milímetros]) de la superficie pulida y tratada por calor.

La Tabla III expuesta a continuación presenta las fases cristalinas (determinadas por difracción de rayos X) que existen en la microestructura del material cerámico sinterizado fabricado a partir de las mezclas en polvo de las Mezclas I a V cuando el material cerámico está en uno de tres estados, es decir, el estado de superficie no pulida, el estado de superficie pulida y el estado de pulida y tratada por calor. A lo largo de las líneas de las descripciones anteriores de estos estados, el uso de la caracterización "superficie no pulida" en la Tabla III a la Tabla IX de la presente significa un inserto de corte virgen completamente denso sinterizado que no se ha pulido después del sinterizado inicial del mismo. El uso de la caracterización "superficie pulida" en la Tabla III a la Tabla IX significa un inserto de corte completamente denso sinterizado que se ha pulido, pero que no se ha sometido a ningún tratamiento por calor post-pulimentado. El uso de la caracterización "pulida y tratada por calor" en la Tabla III a la Tabla IX significa un inserto de corte completamente denso sinterizado que se ha pulido después del tratamiento de sinterizado inicial y después se ha sometido a un tratamiento por calor post-pulimentado.

ES 2 293 919 T3

TABLA III

Fases Cristalinas Presentes en Mezclas I a V			
Mezcla/Estado	Superficie no Pulida	Superficie Pulida	Pulida y Tratada por Calor
I	β -Si ₃ N ₄ ; Y ₂ Si ₃ O ₃ N ₄	β -Si ₃ N ₄	β -Si ₃ N ₄ ; Y ₂ Si ₃ O ₃ N ₄
II	β' -sialon; 95% α' -sialon; N-YAM	β' -sialon; 15-20% α' -sialon	β' -sialon; 95% α' -sialon; N-YAM
III	β' -sialon; politipo 15R	β' -sialon	β' -sialon; politipo 15R
IV	β' -sialon; N-melilita; N- α -Wollastonita	β' -sialon; fase B; N- α -Wollastonita	β' -sialon; N-melilita
V	Al ₂ O ₃ ; t-ZrO ₂ ; m-ZrO ₂ ; ZrO	Al ₂ O ₃ ; t-ZrO ₂ ; m-ZrO ₂ ; SiC; MgAl ₂ O ₄	Al ₂ O ₃ ; t-ZrO ₂ ; m-ZrO ₂ ; SiC; MgAl ₂ O ₄ ; ZrO/ZrC

La designación 15R es un politipo que es un SiAlON de fase única de una estructura cristalina romboédrica con la fórmula SiAl₄O₂N₄. Este politipo 15R se describe en la Patente de Estados Unidos N° 4.127.416. La designación “t-ZrO₂” significa circonia tetragonal y la designación “m-ZrO₂” significa circonia monoclinica.

Debe apreciarse que la presente invención también se puede aplicar a insertos de corte fabricados a partir de materiales en los que el sustrato voluminoso es un nitruro de silicio α , nitruro de silicio α más nitruro de silicio β , α' -SiAlON, y mezclas de nitruro de silicio (α y/o β) y (α' y/o β') SiAlON. Estas composiciones pueden tener microestructuras (diferentes de la fase o fases intergranulares) que pueden incluir opcionalmente aditivos en una cantidad hasta el 30 por ciento en volumen de la composición completa donde estos aditivos comprenden los óxidos de hafnio y/o circonio, los carburos, nitruros y/o carbonitruros de titanio, silicio, hafnio y/o circonio (por ejemplo, carburo de titanio, nitruro de titanio, carbonitruro de titanio, carburo de silicio y carburo de hafnio).

Con referencia ahora a los resultados de ensayo presentados en la Tabla IV expuesta a continuación en este documento, los Ensayos N° 1 a 7 comprenden una diversidad de ensayos que usaron inserto de corte de la Mezcla I donde los insertos de corte estaban en el estado “superficie no pulida”, el estado “superficie pulida” o el estado “pulida y tratada por calor”. El Ensayo N° 8 comprendía un ensayo de fresado usando un inserto de corte de la Mezcla IV donde los insertos de corte estaban en el estado “superficie pulida” y el estado “pulida y tratada por calor”.

El Ensayo N° 1 expone los resultados de ensayo de fresado con fresa perfilada simple de Hierro Fundido Gris Clase 40 (GCI) en forma de bloques con orificios en los mismos usando una fresa Kennametal KDNR-4-SN4-15CB en las condiciones expuestas en la Tabla IV. La anchura y longitud del corte fue tres pulgadas por veinticuatro pulgadas (7,62 centímetros [cm] por 60,96 cm). Los criterios de fin de vida (EOL) para todos los ensayos fueron por un desgaste lateral de 0,015 pulgadas (0,381 mm). La vida de herramienta en minutos como se expone para el Ensayo N° 1 en la Tabla IV refleja el tiempo de corte de astillas real para el inserto de corte. Los resultados de ensayo del Ensayo N° 1 muestran que la vida de herramienta medida en minutos para los insertos de corte pulidos y tratados por calor de la Mezcla I era aproximadamente dos veces y media mayor que para los insertos de corte de superficie pulida de la Mezcla I.

Con referencia al N° de Ensayo 2, estos datos reflejan los resultados de un ensayo de ciclo de torneado en Hierro Fundido Gris Clase 40. Los resultados muestran para la Mezcla I que el inserto de corte pulido y tratado por calor tenía una vida de herramienta mejorada de aproximadamente un veintisiete por ciento (39,2 ciclos/30,8 ciclos) sobre el inserto de corte de superficie no pulida y una vida de herramienta mejorada de aproximadamente un treinta y seis por ciento (39,2 ciclos/ 28,8 ciclos) sobre el inserto de corte de superficie pulida.

Con referencia a los Ensayos N° 3 y 4 de la Tabla IV, estos datos reflejan los resultados del uso de insertos de corte estilo CNGX-434T (0,008 pulgadas (0,203 mm) x 20° canto en K) en el torneado de rotores de freno de Hierro Fundido Gris Clase 30. Es evidente a partir del Ensayo N° 3 que el desgaste de morro para el inserto de corte pulido y tratado por calor era aproximadamente un dieciocho por ciento menor (2,05 x 10⁻⁴ pulgadas (5,207-10⁻⁴ cm) vs. 2,5 x 10⁻⁴ pulgadas (6,35-10⁻⁴ cm)) que para el inserto de corte de superficie pulida. El Ensayo N° 4 muestra que el desgaste de morro promedio para el inserto de corte pulido y tratado por calor era aproximadamente igual que para el inserto de corte de superficie pulida.

Con referencia al Ensayo N° 5, se realizó un ensayo de ciclo de torneado sobre Hierro Fundido Gris Clase 40 usando insertos de corte pulidos y tratados por calor e insertos de corte de superficie pulida. El ensayo de ciclo de torneado enfatiza el corte interrumpido en el que se hicieron dieciséis cortes por ciclo para reducir el diámetro de barra con una longitud de dos pulgadas (5,08 cm) de corte por corte y un tiempo de corte total por ciclo de un minuto. Los resultados de estos ensayos reflejan la vida de herramienta medida en minutos, y donde los criterios de fin de vida

ES 2 293 919 T3

(EOL) eran 0,030 pulgadas (0,762 mm) de desgaste de morro (es decir, “nw”). Los resultados muestran que había una mejora del veintisiete por ciento en la vida de herramienta (12,7 minutos/10,0 minutos) en el torneado de hierro fundido gris, medido por minutos, entre el inserto de corte de superficie pulida y el inserto de corte pulido y tratado por calor.

5 Con referencia a los Ensayos N° 6 y 7, estos ensayos pertenecen al torneado continuo de una barra redonda de hierro fundido dúctil (80-55-06). La vida de herramienta, que comprendía el tiempo de corte de astillas real para el inserto de corte, se midió en minutos donde los criterios EOL eran desgaste lateral de 0,015 pulgadas (0,381 mm). Los Ensayos N° 6 y 7 muestran que la vida de herramienta era aproximadamente igual que para los insertos de corte en un
10 ensayo de torneado continuo.

Con referencia al N° de Ensayo 8, estos resultados se refieren al fresado con fresa perfilada simple de Hierro Fundido Gris Clase 40 (GCI) en forma de bloques con orificios en los mismos usando una fresa Kennametal KDNR-4-SN4-15CB en las condiciones expuestas en la Tabla IV con insertos de corte de la Mezcla IV. La anchura y longitud
15 de corte era tres pulgadas por veinticuatro pulgadas (7,62 centímetros [cm] por 60,96 cm). Los criterios de fin de vida (EOL) para todos los ensayos era por un desgaste lateral de 0,015 pulgadas (0,381 mm). La vida de herramienta en minutos expuesta para el Ensayo N° 8 en la Tabla IV refleja el tiempo de corte de astillas real para el inserto de corte. La vida de herramienta para el inserto de corte pulido y tratado por calor fue aproximadamente un veinte por ciento
20 (1,8 minutos/1,5 minutos) mejor que la del inserto de corte de superficie pulida de la Mezcla IV.

(Tabla pasa a página siguiente)

ES 2 293 919 T3

TABLA IV

Resultados del Ensayo de Corte de Metal			
Mezcla I/Ensayo	Superficie no Pulida	Superficie Pulida	Pulida y Tratada por Calor
<p>Ensayo N° 1 Fresado GCI Clase 40 con orificios: velocidad = 3000 pies superficiales por minuto (sfm) [915 m/min]; carga de astilla = 0,006 pulgadas por diente (ipt) [0,153 mm/t]; Profundidad de Corte (DOC) = 0,08" [0,203 cm]; Inserto SNGA433T [tamaño de bisel = 0,008" (0,203 mm) x 20 grados]. Seco.</p>		1,3 minutos	3,2 minutos
<p>Ensayo N° 2 Ciclo de Torneado GCI Clase 40 Rectangular: velocidad = 1600 sfm [488 m/min]; Suministro = 0,012 pulgadas por revolución (ipr) [0,305 mm/U]; DOC = 0,1" [0,254 cm]; Seco</p>	SNU433T/ 30,8 ciclos	SNG433T/ 28,8 ciclos	SNG433T/ 39,2 ciclos
<p>Ensayo N° 3 Torneado/orientación con disco de freno GCI Clase 30: Velocidad = 2500-3000 sfm [762,5-915m/min]; Suministro = 0,006-0,024 ipr [0,153-0,610 mm/U]; Inserto CNGX454T; Seco</p>		2,5 x 10 ⁻⁴ pulgadas [6,35·10 ⁻⁴ cm] desgaste de morro por parte	2,1 x 10 ⁻⁴ pulgadas [5,33·10 ⁻⁴ cm] desgaste de morro por parte 2,0 x 10 ⁻⁴ pulgadas [5,08·10 ⁻⁴ cm] desgaste de morro por parte
<p>Ensayo N° 4 Torneado/orientación con disco de freno GCI Clase 30: Velocidad = 2500-3000 sfm [762,5-915m/min]; Suministro = 0,006-0,024 ipr [0,153-0,610 mm/U]; Inserto CNGX454T; Seco</p>		2,6 x10 ⁻⁴ pulgadas [6,61·10 ⁻⁴ cm] desgaste de morro por parte	2,9 x10 ⁻⁴ pulgadas [7,37·10 ⁻⁴ cm] desgaste de morro por parte 2,3 x10 ⁻⁴ pulgadas [5,84·10 ⁻⁴ cm] desgaste de morro por parte
<p>Ensayo N° 5 Ciclo de Torneado GCI Clase 40: Velocidad = 3000 sfm [915 m/min]; Suministro = 0,016 ipr [406 mm/U]; DOC = 0,07 pulgadas [0,178 cm]; Inserto CNGX454T; Seco</p>		10 minutos	12,7 minutos
<p>Ensayo N° 6 Torneado DCI: Velocidad = 2000 sfm [610 m/min]; Suministro = 0,02 ipr [0,508 mm/U]; DOC = 0,1 pulgadas [0,254 cm]; Inserto SNGA433T; Seco</p>		1,4 minutos	1,4 minutos

ES 2 293 919 T3

5	Ensayo N° 7 Torneado DCI: Velocidad = 1500 sfm [457,7 m/min]; Suministro = 0,015 ipr [0,381 mm/U]; DOC = 0,1 pulgadas [0,254 cm]; Inserto SNGA433T; Seco	1,8 minutos	1,9 minutos
10	Mezcla IV Ensayo N° 8 Fresado GCI Clase 40 con orificios: Velocidad = 3000 sfm [915 m/min]; Carga de astilla = 0,006 ipt [0,153 mmpt]; DOC = 0,08 pulgadas [0,203 cm]; Inserto SNG432T; Seco	1,5 minutos	1,8 minutos

20

25 Además de realizar ensayos del rendimiento real del inserto de corte en aplicaciones de retirada de material, se analizaron ciertas composiciones para averiguar sus propiedades físicas. A este respecto, se ha descubierto que las propiedades físicas de asperezas superficiales, resistencia a rotura transversal, dureza, y resistencia a fractura superficial son indicativas del rendimiento de un inserto de corte. Además, se ha descubierto que la microestructura del inserto de corte, en algunos casos, influye en el rendimiento del inserto de corte.

30 La siguiente Tabla V expone los resultados de ensayo de mediciones de asperezas superficiales en micropulgadas (μ pulgadas) de insertos de corte de la Mezcla I donde cada inserto de corte está en uno de los tres estados (es decir, superficie no pulida, superficie pulida, o pulida y tratada por calor). La técnica usada para medir la aspereza superficial usó un sistema de medida superficial WYKO Modelo N° NT 2000 equipado con el software Vision 32. Las mediciones de asperezas superficiales se hicieron en el modo interferométrico de exploración vertical a 10,2 aumentos sin inclinación y sin filtración. Los parámetros establecidos eran: tamaño: 736 x 480, y muestreo: 32,296 micropulgadas (0,820 μ m). El sistema de medida superficial WYKO está fabricado por VEECO WYKO Corporation de Tucson, Arizona (USA) 85706.

35

TABLA V

40

Asperezas Superficiales de Insertos de Corte (Mezcla I)			
Parámetro/Estado	Superficie no Pulida	Superficie Pulida	Superficie Pulida y Tratada por Calor
R_a (μ pulgadas) [μ m]	[1,107-1,494] 43,6-58,8	[0,465-0,564] 18,3-22,2	[1,392-1,537] 54,8,60,5
R_o (μ pulgadas) [μ m]	62,4-82,0 [1,585-2,083]	[0,584-0,742] 23,0-29,2	[1,758-1,933] 69,2-76,1
R_z (μ pulgadas) [μ m]	[28,270-37,897] 1113-1492	[7,569-13,995] 298-551	[15,316-18,898] 603-744
R_r (μ pulgadas) [μ m]	[36,474-60,401] 1436-2378	[10,363-17,882] 408-704	[18,694-32,715] 736-1288

55

60 La siguiente Tabla VI muestra la resistencia a rotura transversal (TRS) en miles de libras por pulgada cuadrada (ksi) [kPa] y la desviación típica para la resistencia a rotura transversal, así como el Módulo de Weibull, para barras de rotura transversal de la Mezcla I donde cada barra transversal estaba en uno de los tres estados (es decir, superficie no pulida, superficie pulida, o pulida y tratada por calor). La técnica usada para medir la resistencia a rotura transversal comprendía un ensayo de torsión de tres puntos.

65

ES 2 293 919 T3

TABLA VI

Resistencia a Rotura Transversal (ksi) para Barras de Rotura Transversal de la Mezcla I			
Ensayo/Estado	Superficie no Pulida	Superficie Pulida	Pulida y Tratada por Calor
TRS (ksi) [kPa]	113 [7,791·10 ⁵]	169 [1,165·10 ⁶]	108 [7,447·10 ⁵]
Desviación Típica (ksi) [kPa]	8 [5,516·10 ⁴]	6 [4,137·10 ⁴]	8 [5,516·10 ⁴]
Módulo de Weibull	17	32	16

Estos resultados de ensayo muestran que las barras de rotura transversal pulidas y tratadas por calor tenían peor (es decir, menos) resistencia a rotura transversal que las barras de rotura transversal de superficie pulida de la misma composición. Parece que la razón para esta diferencia en la resistencia a rotura transversal se debe al hecho de que las barras de rotura transversal pulidas y tratadas por calor tenían mayor asperezas superficial que las barras de rotura transversal de superficie pulida. Además, la superficie de la barra de rotura transversal pulida y tratada por calor (Mezcla I) mostró vetas como agujas que estaban ausentes en la superficie de la barra de rotura transversal de superficie pulida (Mezcla I).

La siguiente Tabla VII muestra la carga crítica en kilogramos, que refleja la resistencia a fractura superficial, para insertos de corte de la Mezcla I donde cada inserto de corte está en uno de los tres estados (es decir, superficie no pulida, superficie pulida, o pulida y tratada por calor). La técnica usada para medir la resistencia a fractura superficial comprendía un ensayo de hendidura usando un verificador de dureza Rockwell equipado con un indentador de diamante cónico a cargas de 18 kilogramos, 33 kilogramos, 48 kilogramos y 70 kilogramos. En cada carga, la muestra se examinó visualmente a 64X para determinar la presencia o ausencia de grietas en la superficie para averiguar de este modo la carga crítica a la que aparecen las primeras grietas en la superficie del inserto de corte.

TABLA VII

Resistencia a Fractura: Carga Crítica Medida en Kilogramos para Insertos de Corte de las Mezclas I a VII			
Mezcla/Estado	Superficie no Pulida	Superficie Pulida	Pulida y Tratada por Calor
I	48	33	70+
II	18	33	48
III	70+	33	70
IV	70+	33	70+
V	48	33	70+
VI		48	70+
VII		33	70+

Los resultados de ensayo anteriores muestran que para la mayoría de los insertos de corte, los insertos de corte pulidos y tratados por calor presentaban la mayor carga crítica. Una excepción fue en el caso de la Mezcla III donde los insertos de corte de superficie no pulida tenían una mayor carga crítica (70+ kilogramos) que la carga crítica (70 kilogramos) de los insertos de corte pulidos y tratados por calor. La otra excepción fue en el caso de la Mezcla IV donde la carga crítica del inserto de corte pulido y tratado por calor era igual (es decir, 70+ kilogramos) que para el inserto de corte de superficie no pulida.

La siguiente Tabla VIII presenta las tolerancias de acabado para insertos de corte de la Mezcla I donde cada inserto de corte estaba en uno de los tres estados (es decir, superficie moldeada no pulida, superficie pulida, o pulida y tratada por calor).

ES 2 293 919 T3

TABLA VIII

Tolerancias de Acabado para Insertos de Corte			
Tolerancia IC (+/-)	Superficie Moldeada No Pulida	Superficie Pulida	Pulida y Tratada por Calor
'G' 0,01 pulgadas (0,025 mm)		X	X
'M' 0,003 pulgadas (0,076 mm)	X		
'U' 0,005 pulgadas (0,127 mm)	X		

Esta Tabla VIII anterior muestra que los insertos de corte pulidos y tratados por calor cumplen los requisitos de tolerancia "G" mientras que los insertos de corte moldeados no pulidos solamente cumplen los requisitos de tolerancia "M" y "U". El control dimensional de las piezas a máquina labradas es mucho mejor con el uso de insertos de corte de tolerancia "G" en comparación con el uso de insertos de corte de tolerancia "M" o insertos de corte de tolerancia "U".

La Tabla IX expone los resultados del ensayo de dureza de insertos de corte fabricados de la Mezcla I usando un Ensayo de Dureza Vickers con una carga de 50 gramos y una carga de 100 gramos. Se usó pulido de ángulo inferior de la superficie de las muestras de material para hacer estas mediciones de dureza cerca de la superficie.

La Tabla IX muestra que los insertos de corte pulidos y tratados por calor mostraban una dureza mayor cerca de la superficie del material (es decir, en una región superficial que se extiende aproximadamente 0,030 pulgadas [0,762 mm] desde la superficie) que los insertos de corte de superficie pulida de la Mezcla I o los insertos de corte de superficie no pulida de la Mezcla I. Estos resultados de ensayo también muestran que la región superficial de los insertos de corte pulidos y tratados por calor (de la Mezcla I) presentaban una dureza mayor que el sustrato voluminoso del mismo ya que la dureza del sustrato voluminoso de los insertos de corte pulidos y tratados por calor iguala a la dureza de los insertos de corte de superficie pulida.

TABLA IX

Resumen de la Dureza Promedio de Insertos de Corte de la Mezcla I		
Inserto de corte (Estado y Estilo)	Carga (gramos)	Promedio (VHN)
Superficie Pulida SNG433T	50	1805 ± 42
Superficie Pulida SNG433T	100	2385 ± 83
Superficie no Pulida SPG432	50	2068 ± 26
Superficie no Pulida SPG432	100	2419 ± 30
Pulida y Tratada por Calor SNG433T	50	2267 ± 55
Pulida y Tratada por Calor SNG433T	100	2643 ± 47

Se realizaron análisis para averiguar las fases presentes y la morfología superficial de los insertos de corte de superficie pulida, los insertos de corte de superficie no pulida, y los insertos de corte pulidos y tratados por calor. Con referencia a las Fig. 2 y 3, se descubrió que la región superficial del inserto de corte de superficie pulida tenía líneas de pulimentado y una estructura relativamente aplanada. Un análisis de difracción de rayos X mostró que la región superficial del inserto de corte de superficie pulida comprendía solamente nitruro de silicio beta.

Con referencia a las Fig. 4 y 5, estas fotomicrografías muestran una mezcla de superficies pulidas y superficies no pulidas caracterizadas por estructura de vetas aciculares. Un análisis de difracción de rayos X mostró que la región superficial del inserto de corte pulido y pulido tratado por calor tiene una fase de nitruro de silicio beta y una fase de $Y_2Si_3O_3N_4$.

Con referencia a las Fig. 6 y 7, estas fotomicrografías muestran superficies no pulidas caracterizadas por estructura de vetas como agujas. Un análisis de difracción de rayos X mostró que la región superficial del inserto de corte de superficie no pulida tenía presente una fase de nitruro de silicio beta, y una fase de $Y_2Si_3O_3N_4$, y una fase metálica de silicio.

En la etapa de tratamiento por calor del procesamiento, el polvo de sedimentación y/o la atmósfera pueden adaptarse para proporcionar características superficiales controladas para una región superficial (es decir, un volumen de material que se extiende desde la superficie interiormente hacia el sustrato voluminoso para una distancia específica) en comparación con el sustrato voluminoso. Se puede considerar al polvo de sedimentación y/o a la atmósfera una

ES 2 293 919 T3

fuelle de reacción, es decir, una fuente para los elementos de reacción. Por ejemplo, se puede conseguir una región superficial resistente al desgaste en combinación con una región voluminosa más firme. Con respecto al polvo de sedimentación, donde se desea transmitir uno o más de los siguientes metales y/o sus óxidos y/o carburos a la región superficial del sustrato, se puede usar un polvo de sedimentación que contenga uno o más de los siguientes y/o sus productos de reacción: los óxidos de aluminio, hafnio, circonio, itrio, magnesio, calcio y los metales de la serie de elementos de los lantánidos; y los nitruros y/o carburos de silicio, titanio, hafnio, aluminio, circonio, boro, niobio y carbono.

Otro modo de controlar la reacción con la superficie para proporcionar características superficiales controladas es por el uso de un gas o gases del grupo que comprende nitrógeno, argón, y monóxido de carbono/dióxido de carbono. La presión de estos gases puede variar entre subatmosférica y aproximadamente 30.000 psi (206,8·10⁶ Pa).

En otro ejemplo, se sinterizó y pulió un inserto de corte de composición de β' sialon de la Mezcla IV como se ha descrito anteriormente y después se trató por calor a 1750 grados centígrados durante sesenta minutos a 15-20 Ksi (1,03·10⁵-1,38·10⁵ kPa) de presión isostática de nitrógeno en un polvo de sedimentación de Si₃N₄, Al₂O₃, Y₂O₃, y opcionalmente BN, y sus productos de reacción. Una comparación de rastros de difracción de rayos X obtenida a partir de la superficie pulida y después a partir de la superficie tratada por calor mostró lo siguiente:

TÉCNICA ANTERIOR	INVENCION	
Fases de Superficie Pulida	Fases de Superficie Pulida y Tratada por Calor	
β' sialon fase B, YAM, wollastonita, y vidrio intergranular	26,6 % ponderal α' sialon 73,4 % ponderal β' sialon y cantidades minoritarias de melilita, fase B y vidrio intergranular	34,8 % ponderal α' sialon 65,2 % ponderal β' sialon y cantidades minoritarias de melilita, YAM, fase B y vidrio intergranular

Estos insertos tratados por calor y pulidos de la Mezcla III se ensayaron para el corte de metales en un motor de inyección de Waspalloy modificado, de 17,78 cm (siete pulgadas) de diámetro de árbol principal, en las siguientes condiciones de torneado de desbaste: 676 sfm (206,18 m/min), 0,008 ipr (0,203 mm/u), 0,180 pulgadas (0,457 cm) de profundidad de corte, y cuatro pulgadas (10,16 cm) de longitud de corte. El material de la Mezcla III pulido y tratado por calor se clasificó debido a la profundidad de corte de muescas y produjo un acabado superficial de la pieza a máquina de 56 RMS mientras que el material de la Mezcla III pulido se clasificó debido a la profundidad de corte de muescas y astillado y produjo un acabado superficial peor de 250 RMS.

Este ensayo demuestra que puede producirse por la presente invención una herramienta de corte que tiene una microestructura voluminosa de β' sialon y una microestructura superficial de $\alpha' + \beta'$ sialon. También se cree que se pueden producir por la presente invención herramientas de corte que tienen una microestructura voluminosa de nitruro de silicio β y una microestructura superficial de β' sialon o $\alpha' + \beta'$ sialon. Para producir estas microestructuras, se cree que el polvo de sedimentación usado en la etapa de tratamiento por calor debe contener, además de Si₃N₄, hasta 50 sin AlN y/o Al₂O₃, y cantidades minoritarias de Y₂O₃ (o un óxido de lantánido) para ayudar a controlar el α' sialon producido en la superficie.

La Tabla X expuesta a continuación presenta los resultados de la medición por fluorescencia de rayos X del contenido de aluminio sobre la superficie de los insertos de corte de la Mezcla I donde los insertos de corte estaban en uno de los tres estados (es decir, superficie no pulida, superficie pulida, o pulida y tratada por calor).

TABLA X

Medición por Fluorescencia de Rayos X del Contenido de Aluminio en la Superficie de Insertos de Corte de la Mezcla I	
Estado del Inserto de Corte	Aluminio en Porcentaje Ponderal en la Superficie Medido por Fluorescencia de Rayos X
Superficie Pulida	menos de 10 ppm (partes por millón)
Superficie no Pulida	0,21 a 0,3
Pulida y Tratada por Calor	1,4 a 1,5

ES 2 293 919 T3

5 Con referencia a los resultados expuestos en la Tabla X anterior, estos datos muestran que como resultado del tratamiento por calor, aumentó el contenido de aluminio en la superficie. El aluminio se obtuvo del polvo de sedimentación que contenía alúmina. Este aumento en el aluminio puede conducir a una región (o capa) superficial aleada que tenga mejores propiedades tales como, por ejemplo, resistencia aumentada al desgaste, dureza aumentada, y mayor resistencia a fractura.

10 En otro ejemplo, se trató por calor un inserto de corte pulido de la Mezcla I a 1750 grados centígrados durante 120 minutos a presión isostática de 1500 psi ($103,43 \cdot 10^5$ Pa) o de nitrógeno y un polvo de sedimentación basado en nitruro de silicio que contenía, como se ha descrito previamente en este documento para la Mezcla I, pero que también contenía
15 10% ponderal nitruro de titanio. El análisis de difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X de la superficie tratada por calor, respectivamente encontró: la presencia de nitruro de silicio beta, con cantidades traza de nitruro de titanio (TiN) y fases de silicato de itrio (Y_2SiO_5); y 5,8% ponderal titanio. Se espera que la adición de nitruro de titanio (u otros materiales) de este modo evite los problemas asociados con la aplicación de un recubrimiento del mismo material al material tratado por calor; concretamente la adhesión del recubrimiento y/o grietas térmicas en el recubrimiento,
20 proporcionando al mismo tiempo un rendimiento de corte de metales beneficioso en ciertas aplicaciones (por ejemplo, fresado de hierro fundido gris clase 40).

25 Como alternativa, el polvo de sedimentación y/o la atmósfera reactiva pueden ayudar a eliminar uno o más constituyentes indeseables (o seleccionados) de la región superficial que después conduciría a una diferencia de composición entre la región superficial y la región voluminosa. Dicha diferencia de composición también puede conducir a un rendimiento mejorado, así como a propiedades mejoradas, para los insertos de corte pulidos y tratados por calor en comparación con los insertos de corte de superficie pulida.

30 Parece evidente que el solicitante ha proporcionado un método mejorado para la producción de un inserto de corte de cerámica que incluye una herramienta de corte basada en nitruro de silicio, una herramienta de corte basada en SiAlON, una herramienta de corte basada en alúmina, una herramienta de corte basada en carbonitruro de titanio, y una herramienta de corte de cerámica reforzada con fibras. También es evidente que el solicitante ha proporcionado, como resultado de dicho proceso, una herramienta de corte de cerámica mejorada donde la herramienta de corte es una herramienta de corte basada en nitruro de silicio, una herramienta de corte basada en SiAlON, una herramienta
35 de corte basada en alúmina, una herramienta de corte basada en carbonitruro de titanio, o una herramienta de corte de cerámica reforzada con fibras.

40 Los ensayos de rendimiento revelan que para la mayoría de los casos los insertos de corte pulidos y tratados por calor experimentaron un mejor rendimiento que los insertos de corte de superficie pulida o los insertos de corte no pulidos en las aplicaciones de fresado y torneado de desbaste. Las propiedades físicas de los insertos de corte pulidos y tratados por calor fueron comparables a los de los insertos de corte de superficie pulida. La microestructura de los insertos de corte pulidos y tratados por calor es diferente de la de los insertos de corte de superficie pulida o los insertos de corte no pulidos.

45 Como característica opcional, los insertos de corte pueden recubrirse con un recubrimiento refractario (por ejemplo, alúmina, nitruro de titanio, carburo de titanio, carbonitruro de titanio o nitruro de titanio y aluminio). El recubrimiento puede aplicarse por técnicas de deposición física por vapor (PVD) o por técnicas de deposición química por vapor (CVD). En el caso en el que el esquema de recubrimiento comprende múltiples capas, al menos una capa puede aplicarse por CVD y al menos una capa puede aplicarse por PVD. El solicitante espera que las herramientas de cortes recubiertas sean adecuadas para el labrado de hierro fundido gris, hierro dúctil, aceros, y aleaciones basadas en níquel.

50

55

60

65

ES 2 293 919 T3

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para fabricar un inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor, seleccionándose dicha cerámica entre el grupo compuesto por cerámica basada en nitruro de silicio, cerámica reforzada con fibras de carburo de silicio, cerámica basada en alúmina y cerámica basada en carbonitruro de titanio, comprendiendo dicho proceso las etapas de:
- a) formar un inserto de corte compacto de cerámica verde a partir de una mezcla en polvo;
 - b) consolidar el inserto de corte compacto de cerámica verde para formar un inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto;
 - c) pulir al menos una parte del inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto para formar un inserto de corte de cerámica pulido no recubierto; y
 - d) tratar por calor el inserto de corte de cerámica pulido no recubierto para formar el inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor donde el tratamiento por calor sucede en una atmósfera que comprende uno o más de nitrógeno, argón y monóxido de carbono y a una presión que varía de subatmosférica a $206,8 \cdot 10^6$ Pa (30.000 psi) y, si dicha cerámica es una cerámica basada en nitruro de silicio, a una temperatura que varía entre 1600°C y 2200°C, si dicha cerámica se selecciona entre el grupo compuesto por cerámica reforzada con fibras de carburo de silicio, cerámica basada en alúmina y cerámica basada en carbonitruro de titanio, a una temperatura entre 1300°C y 1700°C, y, en cada caso, durante un tiempo entre 15 y 360 minutos.
2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de consolidación (b) comprende sinterizar el inserto de corte compacto de cerámica verde para forma el inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto.
3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de consolidación (b), comprende las etapas de:
- sinterizado del inserto de corte compacto de cerámica verde para formar un inserto de corte compacto de cerámica no pulido sinterizado; y
 - prensado isostático en caliente del inserto de corte compacto de cerámica no pulido sinterizado para formar un inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto.
4. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de consolidación (b) comprende las etapas de:
- sinterizado del inserto de corte compacto de cerámica verde para formar un inserto de corte compacto de cerámica no pulido sinterizado;
 - prensado isostático en caliente del inserto de corte compacto de cerámica no pulido sinterizado para formar un inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto; y
 - sinterizado del inserto de corte virgen de cerámica no pulido no recubierto.
5. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de consolidación (b) comprende la etapa de prensado uniaxial en caliente del inserto de corte compacto de cerámica verde para formar un inserto de corte virgen de cerámica no pulido prensado en caliente.
6. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el tratamiento por calor en la etapa (d) sucede en una atmósfera de nitrógeno a una presión de una atmósfera y a una temperatura entre 1815°C y 1860°C durante entre 130 y 270 minutos.
7. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el tratamiento por calor en la etapa (d) sucede en una atmósfera de argón a una presión de aproximadamente una atmósfera y a una temperatura de 1650°C durante 60 minutos.
8. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que incluye adicionalmente la etapa de recubrimiento del inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor.
9. El proceso de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el recubrimiento se selecciona entre uno o más compuestos del grupo compuesto por alúmina, nitruro de titanio, carbonitruro de titanio, carburo de titanio y nitruro de titanio y aluminio.
10. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la mezcla en polvo comprende entre el 60 por ciento en peso y el 98 por ciento en peso de nitruro de silicio, hasta el 25 por ciento en peso de nitruro de aluminio, hasta el 25 por ciento en peso de alúmina, hasta el 2 por ciento en peso de magnesia, y hasta el 7 por ciento en peso de itria.

ES 2 293 919 T3

11. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la mezcla en polvo comprende el 98 por ciento en peso de nitruro de silicio, el 1 por ciento en peso de magnesia y el 1 por ciento en peso de itria.
12. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la mezcla en polvo comprende el 85,4 por ciento en peso de nitruro de silicio, el 6,2 por ciento en peso de nitruro de aluminio, el 3,7 por ciento en peso de alúmina, y el 4,7 por ciento en peso de itria.
13. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la mezcla en polvo comprende el 63,3 por ciento en peso de nitruro de silicio, el 9,3 por ciento en peso de nitruro de aluminio, el 22,7 por ciento en peso de alúmina, y el 4,7 por ciento en peso de itria.
14. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la mezcla en polvo comprende el 91,6 por ciento en peso de nitruro de silicio, el 1,6 por ciento en peso de nitruro de aluminio, el 1,3 por ciento en peso de alúmina, y el 5,5 por ciento en peso de itria.
15. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la mezcla en polvo comprende fibras de alúmina y carburo de silicio.
16. El proceso de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la mezcla en polvo incluye adicionalmente circonia.
17. El proceso de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la mezcla en polvo incluye adicionalmente carbonitruro de titanio.
18. El proceso de acuerdo con la reivindicación 17, en el que la mezcla en polvo comprende el 34,4 por ciento en peso de alúmina, el 19,1 por ciento en peso de fibras de carburo de silicio, el 0,3 por ciento en peso de itria, y el carbonitruro de titanio de equilibrio.
19. El proceso de acuerdo con la reivindicación 18, en el que el carbonitruro de titanio tiene la fórmula TiC_xN_y , y x es igual a aproximadamente 0,5 e y es igual a aproximadamente 0,5.
20. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la mezcla en polvo comprende el 14,2 por ciento en peso de circonia; el 2,3 por ciento en peso de $MgAl_2O_4$; el 1,2 por ciento en peso de fibras de carburo de silicio; el 0,14 por ciento en peso de dióxido de silicio; el 0,02 por ciento en peso de óxido de calcio; y la alúmina de equilibrio.
21. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que la mezcla en polvo está basada en nitruro de silicio, y antes de la etapa de consolidación, el inserto de corte compacto de cerámica verde está en contacto con un polvo de sedimentación; y el polvo de sedimentación incluye uno o más de los siguientes y/o sus productos de reacción: los óxidos de aluminio, hafnio, circonio, itrio, magnesio, calcio y los metales de la serie de elementos de los lantánidos; y nitruros y/o carburos de silicio, titanio, hafnio, aluminio, circonio, boro, niobio y carbono.
22. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la mezcla en polvo incluye adicionalmente hasta el treinta por ciento en volumen de al menos un componente seleccionado entre el grupo de hafnia, circonia, y los nitruros, carburos y/o carbonitruros de titanio, silicio, hafnio, y circonio y sus mezclas.
23. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que el inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor tiene una región superficial con una primera microestructura y una región voluminosa con una segunda microestructura, y la primera microestructura de la región superficial comprende fase de nitruro de silicio β y fase de $Y_2Si_3O_3N_4$, y la segunda microestructura de la región voluminosa comprende nitruro de silicio β .
24. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que el inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor tiene una región superficial con una primera microestructura y una región voluminosa con una segunda microestructura, y la primera microestructura de la región superficial comprende β' -Sialon, α' -Sialon y N-YAM; y la segunda microestructura de la región voluminosa comprende una mezcla de α' -Sialon y β' -Sialon.
25. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que el inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor tiene una región superficial con una primera microestructura y una región voluminosa con una segunda microestructura, y la primera microestructura de la región superficial comprende β' -Sialon y fase 15R; y la segunda microestructura de la región voluminosa consta esencialmente de β' -Sialon.
26. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que el inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor tiene una región superficial con una primera microestructura y una región voluminosa con una segunda microestructura, y la primera microestructura de la región superficial comprende β' -Sialon y N-Melilita; y la segunda microestructura de la región voluminosa consta esencialmente de β' -Sialon, fase B y N- α -Wollastonita.
27. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que el inserto de corte de cerámica pulido tratado por calor tiene una región superficial con una primera microestructura y una región voluminosa con una

ES 2 293 919 T3

segunda microestructura, y la primera microestructura de la región superficial comprende alúmina, circonia tetragonal, circonia monoclinica, carburo de silicio, $MgAl_2O_4$, y ZrO/ZrC ; y la segunda microestructura de la región voluminosa comprende alúmina, circonia monoclinica, circonia tetragonal, carburo de silicio y $MgAl_2O_4$.

- 5 28. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, que incluye adicionalmente la etapa de pulimentado de al menos una parte del inserto de corte pulido tratado por calor no recubierto.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

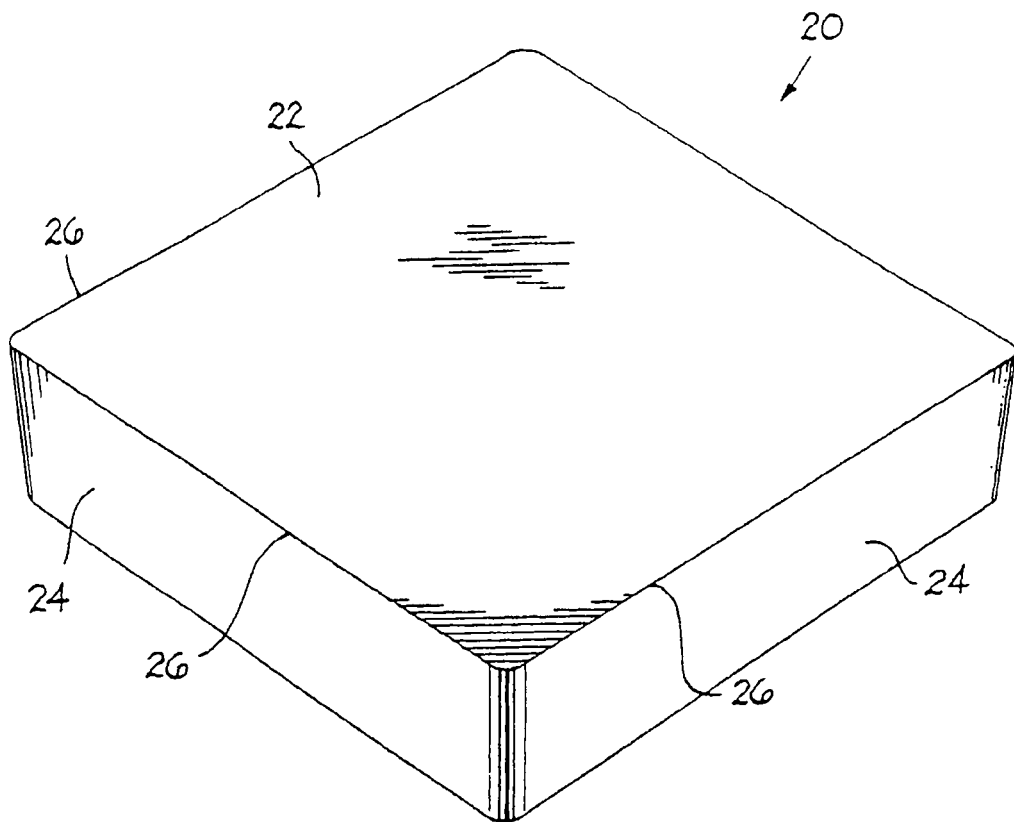


FIG. 1

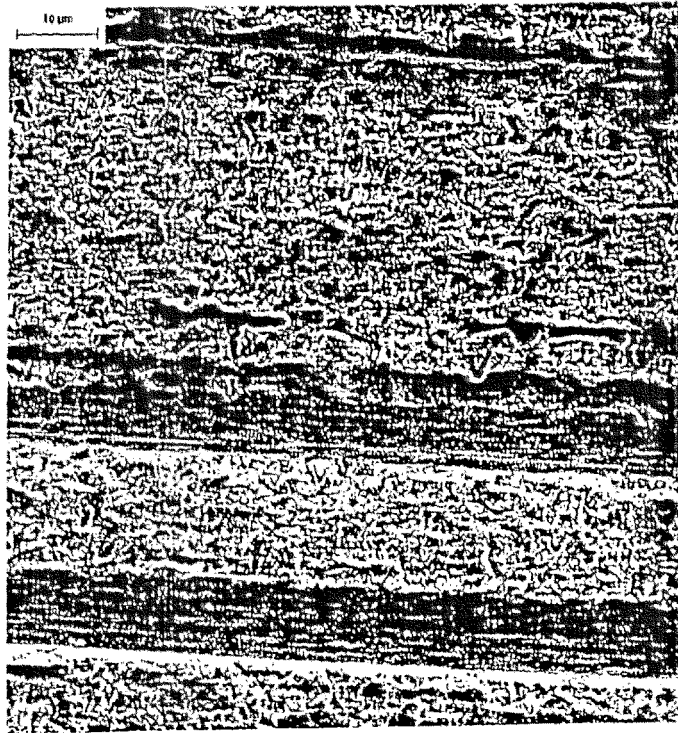


FIG.2

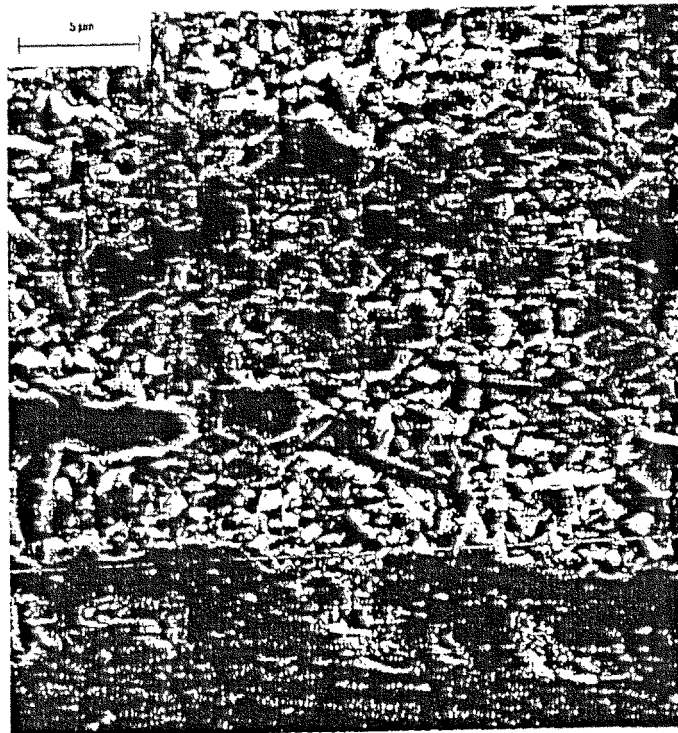


FIG.3

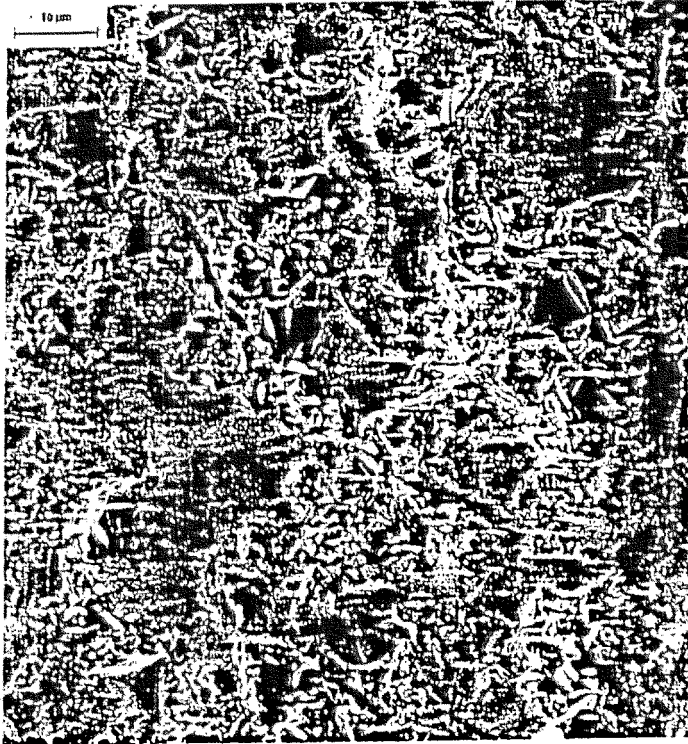


FIG.4



FIG.5

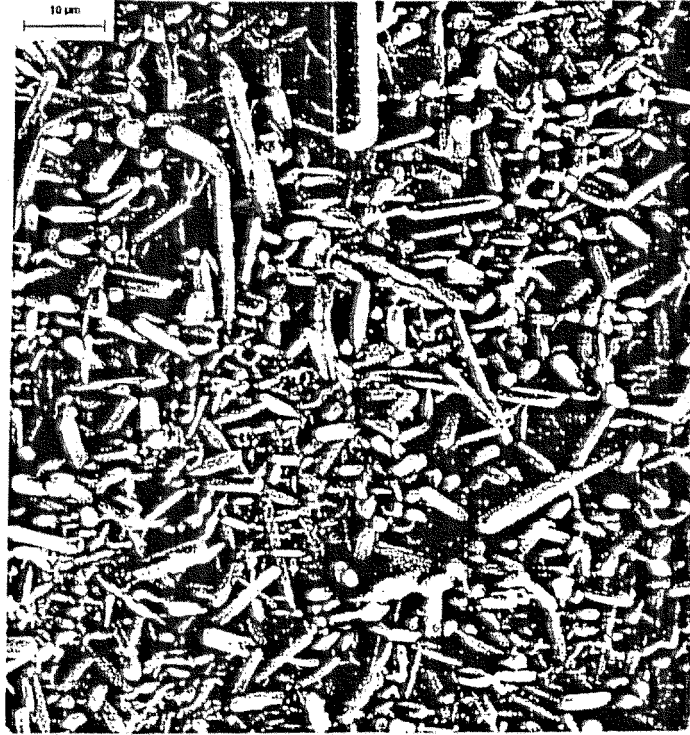


FIG.6



FIG.7