

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 569**

51 Int. Cl.:

<b>B24D 3/02</b>	(2006.01)
<b>B24D 11/00</b>	(2006.01)
<b>B24D 18/00</b>	(2006.01)
<b>C09K 3/14</b>	(2006.01)
<b>C09C 1/68</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.12.2010 PCT/US2010/062633**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.07.2011 WO11082377**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.12.2010 E 10841776 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 2519381**

54 Título: **Artículo abrasivo que incorpora un segmento abrasivo infiltrado**

30 Prioridad:

**31.12.2009 US 291785 P**

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

**14.02.2018**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. (50.0%)  
1 New Bond Street Box No. 15138  
Worcester, MA 01615-0138, US y  
SAINT-GOBAIN ABRASIFS (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HOANG, MARC, L.;  
GOSAMO, IGNAZIO y  
HEYEN, ANDRÉ, R. G.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 654 569 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

Artículo abrasivo que incorpora un segmento abrasivo infiltrado

### Campo técnico

5 Lo siguiente está relacionado generalmente con herramientas abrasivas y procesos para la formación de las mismas, y más particularmente, con herramientas abrasivas que utilizan segmentos abrasivos infiltrados unidos a una base y métodos de conexión de dichas herramientas.

### Técnica anterior

10 Las herramientas necesarias para las mejoras avanzadas en infraestructuras, tales como edificaciones y carreteras adicionales a las construcciones, son vitales para la expansión económica continuada de las regiones en desarrollo. Adicionalmente, las regiones desarrolladas tienen una continua demanda de sustitución de las infraestructuras viejas por nuevas y mayores carreteras y edificaciones.

15 La industria de la construcción utiliza una diversidad de herramientas para el corte y la molienda de materiales de construcción. Las herramientas de corte y molienda son necesarias para retirar o re-terminar las secciones antiguas de las carreteras. Adicionalmente, la excavación y preparación de materiales terminados, tales como losas de piedra usados para pavimentos y fachadas de construcción, requiere herramientas de perforación, corte y pulido. Típicamente, estas herramientas incluyen miembros abrasivos unidos al elemento de base, tales como una placa o rueda. La ruptura del enlace entre el miembro abrasivo y el elemento de base puede precisar sustitución del miembro abrasivo y/o el elemento de base, lo cual tiene como resultado la pérdida de tiempo y productividad. Adicionalmente, la ruptura puede poseer un peligro de seguridad cuando las partes del miembro abrasivo salen despedidas a alta velocidad del área de trabajo. Como tal, se demanda una unión mejorada entre el miembro abrasivo y el elemento de base. El documento EP 1 133 379 divulga un artículo abrasivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

### Divulgación de la invención

25 La presente invención se define por medio de un artículo abrasivo de acuerdo con la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes de la misma definen condiciones particulares adicionales de la invención.

30 De acuerdo con un aspecto, el artículo abrasivo incluye una base y un miembro abrasivo que incluye partículas abrasivas unidas a una matriz metálica, presentando el miembro abrasivo una red de poros interconectados sustancialmente rellenos de un infiltrante que comprende un material infiltrante metálico. El artículo abrasivo además incluye una región de refuerzo entre el miembro abrasivo y la base, estando formada la región de refuerzo por una composición de unión que incluye al menos un elemento metálico, siendo la región de refuerzo distinta de la base y una región distinta del miembro abrasivo. El artículo abrasivo puede tener una resistencia media de rotura en la región de refuerzo de al menos aproximadamente  $600 \text{ N/m}^2$ , y una variación de resistencia de rotura no mayor de aproximadamente 150.

35 En otro aspecto, un artículo abrasivo puede tener una base, un miembro abrasivo que comprende tres fases distintas unidas unas a otras incluyendo partículas abrasivas, una matriz metálica, y un infiltrante, y una región de refuerzo entre el miembro abrasivo y la base. La región de refuerzo incluye una primera fase y una segunda fase, en la que la primera fase y la segunda fase están distribuidas de manera sustancialmente uniforme una con respecto a la otra y en la que la primera fase y la segunda fase está formadas por regiones discretas, en las que las regiones discretas tienen un tamaño medio no mayor de aproximadamente 150 micrómetros.

40 De acuerdo con otro aspecto, un artículo abrasivo incluye una base y un miembro abrasivo que incluye partículas abrasivas unidas a una matriz metálica, comprendiendo además el miembro abrasivo una red de poros interconectados sustancialmente rellenos con un infiltrante que comprende un material infiltrante metálico. El artículo abrasivo además incluye una región de refuerzo entre el miembro abrasivo y la base, estando formada la región de refuerzo por una composición de unión que incluye al menos un artículo abrasivo metálico, siendo la región de refuerzo una región distinta de la base y una región distinta del miembro abrasivo. El artículo abrasivo tiene una velocidad de corte de al menos aproximadamente  $1000 \text{ cm}^2/\text{min}$  para 50 cortes a través de losetas para pavimento de hormigón y que tienen un espesor de 4 cm y una longitud de 30 cm.

45 En otro aspecto, un artículo abrasivo incluye una base, un miembro abrasivo que comprende tres fases distintas unidas unas a otras que incluyen partículas abrasivas, una matriz metálica y un infiltrante, y una región de refuerzo entre el miembro abrasivo y la base, en el que la región de refuerzo comprende una junta de unión soldada con láser.

50 De acuerdo con un aspecto, un método de formación de un artículo abrasivo incluye la colocación de un miembro abrasivo sobre una base, en el que el miembro abrasivo comprende partículas abrasivas unidas a la matriz metálica, y además comprende una red de poros interconectados sustancialmente rellenos con un infiltrante que comprende un material de infiltrante metálico. El método además incluye soldar el miembro metálico a la base.

**Breve descripción de los dibujos**

La presente divulgación puede comprenderse mejor, y sus numerosas características y ventajas resultan evidentes para los expertos en la técnica haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

5 La Figura 1 incluye un diagrama de flujo de un método de formación de un artículo abrasivo de acuerdo con una realización.

La Figura 2 incluye una ilustración de un artículo abrasivo de acuerdo con una realización.

Las Figuras 3A y 3B incluyen imágenes de corte transversal de una parte de un artículo abrasivo que incluye una parte de una región de refuerzo de acuerdo con una realización.

10 La Figura 4 incluye una imagen de corte transversal de un artículo abrasivo convencional prensado en caliente que tiene una región de refuerzo que exhibe piedras.

El uso de los mismos símbolos de referencia en diferentes dibujos indica términos idénticos o similares.

**Descripción de la(s) realización(es) preferida(s)**

15 De acuerdo con una realización, los artículos abrasivos de la presente memoria pueden incluir un elemento de base y un miembro abrasivo. El artículo abrasivo puede ser una herramienta de corte para el corte de materiales de construcción, tales como una sierra para el corte de hormigón. Alternativamente, el artículo abrasivo puede ser una herramienta de trituración tal como para triturar hormigón o barro cocido o retirar asfalto.

20 La Figura 1 incluye un diagrama de flujo que proporciona un método para formar un artículo abrasivo de acuerdo con una realización. Como se ilustra, el proceso se puede iniciar en la etapa 101 por medio de la colocación de un miembro abrasivo sobre la base. Se apreciará que el miembro abrasivo puede formarse inicialmente antes de la colocación sobre la base para la unión. En particular, el miembro abrasivo puede ser un segmento abrasivo infiltrado que tiene partículas abrasivas unidas a una matriz metálica, y que además comprende una red de poros interconectados, en la que al menos una parte de los poros están rellenos con un infiltrante formado por un material infiltrante metálico.

25 El elemento de base puede estar en forma de un anillo, sección de anillo, placa, o disco dependiendo de la aplicación deseada del artículo abrasivo. El elemento de base puede estar formado por un metal o aleación metálica. Por ejemplo, la base puede estar formada por acero, y particularmente, aleaciones de acero aptas para tratamiento térmico, tales como 25CrMo4, 75Cr1, C60 o aleaciones de acero similares para elementos de base con cortes transversales finos o acero para construcción sencillo tal como St 60 o similar para elementos de base gruesos. El elemento de base puede tener una resistencia a la tracción de al menos aproximadamente 600 N/m<sup>2</sup>. El elemento de base se puede conformar por medio de una diversidad de técnicas metalúrgicas conocidas en la técnica.

30 Notablemente, el material de base puede ser un material de tipo bajo contenido en carbono, que facilite un proceso de soldadura de acuerdo con las realizaciones de la presente memoria. El material de base puede tener menos de aproximadamente un 10 % de contenido de carbono, tal como menos de aproximadamente un 8 %, menos de aproximadamente un 6 %, menos de aproximadamente un 4 %, menos de aproximadamente un 2 %, e incluso menos de aproximadamente un 1 %, para facilitar el proceso de conformación.

35 En una realización a modo de ejemplo, un miembro abrasivo incluye partículas abrasivas intercaladas en una matriz metálica que tiene una red de poros interconectados. Las partículas abrasivas pueden incluir un material abrasivo que tiene una dureza de Mohs de al menos aproximadamente 7. En ejemplos particulares, las partículas abrasivas pueden incluir un material superabrasivo, tal como diamante o nitruro de boro cúbico. Las partículas abrasivas pueden tener un tamaño de partícula no menor de aproximadamente retícula 400 US, tal como no menor de una retícula 100 US, tal como entre aproximadamente una retícula 25 y 80 US. Dependiendo de la aplicación, el tamaño puede estar entre aproximadamente una retícula 30 y 60 US.

45 Las partículas abrasivas pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente un 2 % en volumen y un 50 % en volumen. Adicionalmente, la cantidad de partículas abrasivas puede depender de la aplicación. Por ejemplo, un miembro abrasivo para una herramienta de trituración o pulido puede incluir entre aproximadamente un 3,75 % en volumen y aproximadamente un 50 % en volumen de partículas abrasivas del volumen total del miembro abrasivo. Alternativamente, un miembro abrasivo para una herramienta de corte puede incluir entre aproximadamente un 2 % en volumen y aproximadamente un 6,25 % en volumen de partículas abrasivas del volumen total del miembro abrasivo. Además, un miembro abrasivo para perforación puede incluir entre

50 aproximadamente un 6,25 % en volumen y un 20 % en volumen de partículas abrasivas del volumen total del miembro abrasivo.

La matriz metálica puede incluir un elemento metálico o aleación metálica que incluye una pluralidad de elementos metálicos. Para determinados segmentos abrasivos, la matriz metálica puede incluir elementos metálicos tales como hierro, tungsteno, cobalto, níquel, cromo, titanio, plata y combinaciones de los mismos. En ejemplos particulares, la

matriz metálica puede incluir un elemento de las tierras raras tal como cerio, lantano, neodimio y una combinación de los mismos.

5 En un ejemplo particular, la matriz metálica puede incluir un componente resistente al desgaste. Por ejemplo, en una realización, la matriz metálica puede incluir carburo de tungsteno, y más particularmente, puede consistir esencialmente en carburo de tungsteno.

En determinados diseños, la matriz metálica puede incluir partículas de componentes individuales o partículas prealeadas. Las partículas pueden estar entre aproximadamente 1,0 micrómetro y aproximadamente 250 micrómetros.

10 Como se ha comentado anteriormente, el miembro abrasivo puede formarse de tal manera que un infiltrante esté presente dentro de la red interconectada de poros dentro del cuerpo del miembro abrasivo. El infiltrante puede rellenar parcialmente, rellenar sustancialmente, o incluso rellenar completamente el volumen de los poros que se extienden a través del volumen del miembro abrasivo. De acuerdo con un diseño particular, el infiltrante puede ser un metal o material de aleación metálica. Por ejemplo, algunos elementos metálicos apropiados pueden incluir cobre, estaño, cinc y una combinación de los mismos.

15 En ejemplos particulares, el infiltrante puede ser un material de bronceado formado por una aleación metálica, y en particular una aleación de metal cobre-estaño, de forma que se adapte particularmente a la soldadura de acuerdo con las realizaciones de la presente memoria. Por ejemplo, el material de bronceado puede consistir esencialmente en cobre y estaño. Determinados materiales de bronceado pueden incorporar contenidos particulares de estaño, tales como no más de aproximadamente un 20 %, no más de aproximadamente un 15 %, no más de aproximadamente un 12 %, o incluso no más de aproximadamente un 10 % de la cantidad total de los materiales de la composición. De acuerdo con una realización, el material de bronceado puede incluir una cantidad de estaño dentro de un intervalo entre aproximadamente un 5 % y un aproximadamente un 20 %, tal como de aproximadamente un 8 % y aproximadamente un 15 % o incluso entre aproximadamente un 8 % y aproximadamente un 12 %.

25 Además, determinados materiales de bronceado se pueden usar como material infiltrante, y pueden tener una cantidad de cobre de al menos aproximadamente un 80 %, al menos aproximadamente un 85 %, o incluso al menos aproximadamente un 88 % de la cantidad total de materiales de la composición. Algunos materiales de bronceado pueden utilizar una cantidad de cobre dentro del intervalo entre aproximadamente un 80 % y aproximadamente un 95 %, tal como entre aproximadamente un 85 % y aproximadamente un 95 % o incluso entre aproximadamente un 88 % y aproximadamente un 93 %.

30 Adicionalmente, el material de bronceado puede contener un contenido particularmente bajo de otros elementos, tal como cinc para facilitar la formación apropiada del artículo abrasivo de acuerdo con los métodos de conformación de las realizaciones de la presente memoria. Por ejemplo, el material de bronceado puede utilizar no más de aproximadamente un 10 %, tal como no más de aproximadamente un 5 %, o incluso no más de aproximadamente un 2 % de cinc. De hecho, determinados materiales de bronceado puede estar esencialmente libres de cinc.

35 El miembro abrasivo se puede fabricar, de forma que las partículas abrasivas se puedan combinar con una matriz metálica para formar una mezcla. La matriz metálica puede incluir una mezcla de partículas de los componentes de la matriz metálica o se pueden preparar partículas aleadas de la matriz metálica. En una realización, la matriz metálica puede conformarse con la fórmula  $(WC)_w W_x Fe_y Cr_z X_{(1-w-x-y-z)}$ , en la que  $0 \leq w \leq 0,8$ ,  $0 \leq x \leq 0,7$ ,  $0 \leq y \leq 0,8$ ,  $0 \leq z \leq 0,05$ ,  $w+x+y+z \leq 1$ , y X puede incluir otros metales tales como cobalto y níquel. En otra realización, la matriz metálica puede conformarse con la fórmula  $(WC)_w W_x Fe_y Cr_z Ag_v X_{(1-w-x-y-z)}$ , en la que  $0 \leq w \leq 0,5$ ,  $0 \leq x \leq 0,4$ ,  $0 \leq y \leq 1,0$ ,  $0 \leq z \leq 0,05$ ,  $0 \leq v \leq 0,1$ ,  $v+w+x+y+z \leq 1$ , y X puede incluir otros metales tales como cobalto y níquel.

40 La mezcla de la matriz metálica y las partículas abrasivas se puede conformar para dar lugar a una preforma abrasiva por medio de una operación de prensado, en particular una operación de prensado en frío, para formar un miembro abrasivo poroso. El prensado en frío se puede llevar a cabo a una presión entre aproximadamente 500 kN/cm<sup>2</sup> (500 MPa) a aproximadamente 250 kN/cm<sup>2</sup> (2500 MPa). El miembro abrasivo poroso resultante puede tener una red de poros interconectados. En un ejemplo, el miembro abrasivo poroso puede tener una porosidad entre aproximadamente un 25 y un 50 % en volumen.

45 El miembro poroso resultante puede someterse posteriormente a un proceso de infiltración, en el que se dispone el material infiltrante dentro del cuerpo del miembro abrasivo, y en particular, se dispone dentro de la red interconectada de poros en el interior del cuerpo del miembro abrasivo. El infiltrante se puede extraer al interior de los poros del miembro abrasivo prensado en frío por medio de la acción capilar. Tras el proceso de infiltración, el miembro abrasivo densificado resultante puede tener una densidad no menor de aproximadamente un 96 %. La cantidad de infiltrante que se infiltra en el miembro abrasivo puede estar entre aproximadamente un 20 % en peso y un 45 % en peso del miembro abrasivo densificado.

55 El miembro abrasivo puede incluir una región de refuerzo, dispuesta entre el miembro abrasivo y la base, que facilita la unión del miembro abrasivo y la base. De acuerdo con una realización, la región de refuerzo puede ser una región distinta del miembro abrasivo y la base. Aún, la región de refuerzo puede estar formada esencialmente como parte del miembro abrasivo, y en particular puede ser una región distinta del miembro abrasivo que tiene características

particulares que facilitan la unión del miembro abrasivo y la base. Por ejemplo, de acuerdo con una realización, la región de refuerzo puede tener un porcentaje menor (% en volumen) de partículas abrasivas, en comparación con la cantidad de partículas abrasivas dentro del miembro abrasivo. De hecho, en algunos casos, la región de refuerzo puede estar esencialmente libre de partículas abrasivas. Esto puede resultar particularmente apropiado para métodos de conformación que utilizan un haz de energía (por ejemplo, un láser) usado para soldar el miembro abrasivo a la base.

Al menos una parte de la región de refuerzo puede incluir una composición de unión. La composición de unión puede incluir un metal o aleación metálica. Algunos materiales metálicos apropiados pueden incluir elementos de metal de transición, incluyendo por ejemplo, titanio, plata, manganeso, fósforo, aluminio, magnesio, cromo, hierro, plomo, cobre, estaño y una combinación de los mismos.

En ejemplos particulares, la composición de unión puede ser similar al infiltrante, de manera que la composición de unión y el infiltrante sean diferentes uno de otro en no más de una especie elemental individual. En ejemplos más particulares, la composición de unión puede ser la misma que el infiltrante. Por ejemplo, la composición de unión puede ser un material de bronceado, y más particularmente, puede consistir esencialmente en un material de bronceado como se describe en la presente memoria.

De acuerdo con realizaciones de la presente memoria, la composición de unión puede estar relacionada con la composición de infiltrante en el sentido de tener un cierto grado de identidad de especies elementales. Cuantitativamente, puede ocurrir que la diferencia de porcentaje en peso elemental entre la composición de unión y la composición de infiltrante no sea mayor de aproximadamente un 20 % en peso. La diferencia en porcentaje en peso elemental se define como el valor absoluto de la diferencia en el contenido en peso de cada elemento presente en la composición de unión con respecto a la composición de infiltrante. Otras realizaciones tienen relaciones de composición más próximas entre la composición de unión y la composición del infiltrante. La diferencia en porcentaje en peso elemental entre la composición de unión y la composición de infiltrante puede, por ejemplo, no superar un 15 % en peso, 10 % en peso, 5 % en peso o puede no superar un 2 % en peso. Una diferencia en porcentaje en peso elemental de aproximadamente cero representa la misma composición que constituye la región de refuerzo y el infiltrante. Los valores elementales anteriores se pueden medir a través de cualquier medio analítico apropiado, incluyendo análisis elemental por micro-sonda, e ignorando que la aleación que podría formarse en las zonas en las que el infiltrante entre en contacto con la matriz metálica.

La región de refuerzo puede tener un contenido particular de porosidad. Por ejemplo, la región de refuerzo puede tener una porosidad menor que la porosidad del miembro abrasivo. De hecho, la cantidad de porosidad de la región de refuerzo puede ser significativamente menor en comparación con la cantidad de porosidad dentro del miembro abrasivo. En algunos casos, la región de refuerzo comprende al menos un 2 % menos de porosidad en comparación con una base de porcentaje en volumen entre las dos regiones. En otros ejemplos, la diferencia puede ser mayor, tal como al menos aproximadamente un 4 % menos de porosidad, al menos aproximadamente un 5 % menos, al menos aproximadamente un 7 % menos, al menos aproximadamente un 10 % menos, o incluso al menos aproximadamente un 15 % menos de porosidad que el miembro abrasivo. La diferencia de porosidad puede facilitar la infiltración apropiada de la región de refuerzo y el miembro abrasivo.

La región de refuerzo puede tener no más de aproximadamente un 40 % en volumen de porosidad para el volumen total de la región de refuerzo. En otros ejemplos, la cantidad de porosidad dentro de la región de refuerzo puede ser no mayor de aproximadamente un 38 %, no mayor de aproximadamente un 34 % o incluso no mayor de aproximadamente un 30 % en volumen. Aún, la cantidad de porosidad dentro de la región de refuerzo puede ser de al menos aproximadamente un 7 % en volumen, al menos aproximadamente un 8 % en volumen, al menos aproximadamente un 10 % en volumen, al menos aproximadamente un 12 % en volumen, o incluso al menos aproximadamente un 15 % en volumen del infiltrante. El contenido de porosidad de la región de refuerzo puede estar dentro de un intervalo entre cualquiera de unos porcentajes mínimo y máximo comentados con anterioridad.

Se apreciará de forma adicional que una parte de la porosidad total dentro de la región de refuerzo puede ser porosidad interconectada. Es decir, al menos la mayoría, o incluso al menos aproximadamente un 75 %, al menos aproximadamente un 80 %, al menos aproximadamente un 90 %, al menos aproximadamente un 95 %, o esencialmente toda la porosidad puede ser porosidad interconectada.

La región de refuerzo puede incluir al menos aproximadamente un 5 % en volumen de infiltrante para el volumen total de la región de refuerzo. En otros ejemplos, la región de refuerzo puede incluir al menos aproximadamente un 7 % en volumen, al menos aproximadamente un 8 % en volumen, al menos aproximadamente un 10 % en volumen, al menos aproximadamente un 12 % en volumen, o incluso al menos aproximadamente un 15 % en volumen de infiltrante. Aún, la cantidad de infiltrante puede ser limitada, de manera que no sea mayor que aproximadamente un 40 % en volumen, no mayor de aproximadamente un 38 % en volumen, no mayor de aproximadamente un 34 % en volumen, incluso no mayor de aproximadamente un 30 % en volumen. La cantidad de infiltrante puede estar dentro del intervalo entre cualquiera de los porcentajes mínimo y máximo comentados con anterioridad.

Por consiguiente, la región de refuerzo puede incluir una red de poros interconectados formados entre un metal de matriz, y en la que el material de infiltrante rellena sustancialmente los poros interconectados. La región de refuerzo

puede contener cantidades similares de metal de matriz e infiltrante. Notablemente, la región de refuerzo puede estar esencialmente libre de partículas abrasivas. En dichas realizaciones en las que la región de refuerzo incluye poros interconectados sustancialmente rellenos con el infiltrante, el material de infiltrante puede actuar como material de bronceado en la formación de una junta (por ejemplo, una junta soldada) entre la base y el miembro abrasivo.

Por consiguiente, la formación de la región de refuerzo, y en particular, el control de la naturaleza y el tamaño de la porosidad dentro de la región de refuerzo se pueden controlar para facilitar la infiltración apropiada. La infiltración apropiada garantiza las características apropiadas de material de la región de refuerzo y la formación de una región de junta de soldadura apropiada entre la región de refuerzo y la base. Por ejemplo, la región de refuerzo se forma de tal manera que el tamaño medio de poro dentro de la región de refuerzo no sea mayor en tamaño, y más particularmente sea menor en tamaño, que el tamaño medio de poro del material abrasivo. Dicha distinción puede facilitar la infiltración completa y apropiada de la región de refuerzo y la formación de una región de junta de soldadura fuerte.

En determinados ejemplos, el tamaño medio de los poros de la región de refuerzo es de al menos aproximadamente un 1 % más pequeño que el tamaño medio de los poros del miembro abrasivo. En otras realizaciones, la diferencia del tamaño medio de poro puede ser mayor, tal como al menos aproximadamente un 3 %, al menos aproximadamente un 5 %, al menos aproximadamente un 10 %, o incluso al menos aproximadamente un 20 % más pequeña. Aún, la diferencia puede ser limitada, de forma que no sea mayor que aproximadamente un 80 %, no mayor de aproximadamente un 70 %, no mayor de aproximadamente un 50 %, o incluso no mayor de aproximadamente un 40 %. La diferencia del tamaño de poro puede estar dentro de un intervalo entre cualquiera de los valores mínimo y máximo.

El control de la naturaleza y tamaño de la porosidad dentro del miembro abrasivo y la región de refuerzo puede incluir la aplicación de presión altamente uniforme durante la formación del artículo abrasivo incluyendo el miembro abrasivo y la región de refuerzo. La presión uniforme a través de toda la longitud y el volumen de los dos componentes puede facilitar la compresión homogénea de los cuerpos y tamaños de poro sustancialmente uniformes. Los tamaños de polvo del material en forma de polvo usado para formar el miembro abrasivo y la región de refuerzo pueden seleccionarse de forma particular para controlar de forma adicional el tamaño de poro.

En una realización, la región de refuerzo puede incluir un material de bronceado particular que facilite una operación de soldadura para unir el miembro abrasivo y la base. De hecho, determinadas regiones de refuerzo pueden consistir esencialmente en un material de bronceado de cobre-estaño. Algunos materiales de bronceado apropiados pueden incluir al menos aproximadamente un 80 % de cobre, tal como al menos aproximadamente un 82 % de cobre, al menos aproximadamente un 85 % de cobre, al menos aproximadamente un 87 % de cobre, al menos aproximadamente un 88 % de cobre, al menos aproximadamente un 90 % de cobre, al menos aproximadamente un 93 % de cobre, o incluso al menos aproximadamente un 95 % de cobre. Como tal, el material de bronceado puede incluir una cantidad de equilibrio de estaño, de forma que los materiales de bronceado apropiados pueden incluir no más de aproximadamente un 20 % de estaño, no más de aproximadamente un 18 % de estaño, no más de aproximadamente un 15 % de estaño, no más de aproximadamente un 13 % de estaño, no más de aproximadamente un 12 % de estaño, no más de aproximadamente un 10 % de estaño, no más de aproximadamente un 8 % de estaño, no más de aproximadamente un 5 % de estaño.

Tras colocar el miembro abrasivo sobre la base en la etapa 101, el proceso puede continuar en la etapa 103 por medio de soldadura del miembro abrasivo a la base. En ejemplos particulares, el proceso de soldadura incluye lanzar un haz de energía contra la base, y más particularmente, puede incluir lanzar un haz de energía contra la región de refuerzo entre el miembro abrasivo y la base. En ejemplos particulares, el haz de energía puede ser un láser, de forma que el segmento abrasivo se una a la base por medio de una junta de unión soldada con láser. El láser puede ser una fuente de láser Roffin comúnmente disponible en Dr. Eritsch.

La Figura 2 ilustra un artículo 200 abrasivo a modo de ejemplo que incluye un miembro 202 abrasivo densificado unido a una base 204. El miembro 202 abrasivo densificado incluye partículas 206 de matriz metálica y partículas abrasivas 208 unidas a las otras, y una red interconectada de poros que se extiende entre las partículas 206 de matriz metálica que se rellena con un infiltrante 201. Como se ilustra de forma adicional, el artículo abrasivo puede incluir una región de refuerzo 212 dispuesta entre el miembro abrasivo 202 y la base 204. La región de refuerzo 212 puede incluir una composición de unión que puede ser continua con la composición del miembro 202 abrasivo densificado.

De acuerdo con una realización, la región de refuerzo del artículo abrasivo se forma de tal manera que la región de refuerzo 212 pueda incluir una primera fase y una segunda fase uniformemente distribuidas una con la otra. Las Figuras 3A y 3B incluyen imágenes de corte transversal de parte de un artículo abrasivo que incluyen una parte de una región de refuerzo de acuerdo con una realización. Como se ilustra, la imagen de la Figura 3A incluye una parte de la base 301, una parte de la región de refuerzo 302, y una parte de un segmento abrasivo 303. Como se ilustra de forma adicional en la Figura 3B, la región de refuerzo 302 puede incluir fases discretas, en particular una primera fase 305 y una segunda fase 306 que se entre-mezclan de forma sustancialmente uniforme.

Además, la primera fase 305 y la segunda fase 306 pueden tener regiones discretas como se ilustra en la imagen ampliada. Las regiones discretas pueden ser regiones policristalinas que tienen un tamaño medio no mayor de aproximadamente 50 micrómetros, medido a lo largo de la dimensión más larga en una imagen ampliada de forma similar. Esto puede facilitarse mediante el uso de un material metálico que tenga un tamaño medio de polvo particular y que tenga una forma sustancialmente esférica. En determinadas realizaciones, las regiones discretas de las fases primera y segunda 305 y 306 pueden ser más pequeñas, tal como del orden de no mayor de aproximadamente 40 micrómetros, no mayor de aproximadamente 30 micrómetros, no mayor de aproximadamente 25 micrómetros o incluso no mayor de aproximadamente 20 micrómetros. En ejemplos particulares, las regiones discretas de las fases primera y segunda 305 y 306 pueden tener un tamaño medio dentro del intervalo de aproximadamente 1 micrómetro y aproximadamente 50 micrómetros, tal como entre aproximadamente 5 micrómetros y aproximadamente 50 micrómetros, tal como entre aproximadamente 10 micrómetros y aproximadamente 40 micrómetros, o incluso entre aproximadamente 10 micrómetros y aproximadamente 30 micrómetros.

Como se ilustra, la primera y segunda fases 305 y 306 pueden entre-mezclarse de forma fina una con la otra y se pueden triturar de forma fina. Además, las distintas regiones que identifican la primera fase 305 se pueden definir por medio de una morfología dendrítica estirada y/o fibrosa, en la que las hebras fibrosas se pueden extender a través de la segunda fase 306 e incluso se pueden entrelazar unas con otras.

Adicionalmente, la región de refuerzo 302 puede incluir poros 307 finamente cerrados, que pueden estar separados de manera uniforme unos de otros por todo el volumen de la región de refuerzo 302. En ejemplos particulares, los poros cerrados 307 pueden tener formas particularmente redondeadas, y generalmente, el tamaño medio de poro es menor de aproximadamente 50 micrómetros, tal como menor de aproximadamente 40 micrómetros, menor de aproximadamente 25 micrómetros, o incluso menor de aproximadamente 15 micrómetros.

La región de refuerzo puede tener un espesor medio no mayor de aproximadamente 400 micrómetros, tal como del orden de no más de aproximadamente 300 micrómetros, no mayor de aproximadamente 200 micrómetros. La región de refuerzo media se puede medir para que tenga aproximadamente 10 mediciones diferentes usando imágenes ampliadas tal y como se ilustra en la Figura 3., a lo largo de la longitud de la interfaz de la región de refuerzo y el miembro abrasivo de al menos aproximadamente 1 mm. En otros ejemplos, la región frontal 302 puede estar formada para que tenga un espesor medio de al menos aproximadamente 15 micrómetros, tal como al menos aproximadamente 100 micrómetros, al menos aproximadamente 15 micrómetros, o incluso al menos aproximadamente 175 micrómetros. Aún, los diseños particulares pueden utilizar una región de refuerzo que tenga un espesor medio dentro de un intervalo de aproximadamente 50 micrómetros y aproximadamente 400 micrómetros, tal como entre aproximadamente 100 micrómetros y aproximadamente 300 micrómetros.

Además, la región de refuerzo 302 puede estar esencialmente libre de piedras, que pueden resultar comunes en los artículos abrasivos más convencionales (por ejemplo, segmentos abrasivos prensados en caliente unidos a la base por medio de soldadura). Las piedras se identifican generalmente como regiones de composición no homogénea en comparación con la región circundante, y pueden presentar regiones que sean más susceptibles de incluir fallo de fractura a través de la región. La Figura 4 incluye una imagen de corte transversal de un artículo abrasivo convencional que tiene una región frontal 401 que exhibe piedras 403, que están presentes en forma de partículas grandes y redondeadas que están rodeadas por una segunda fase 404 distinta. Además, la región de refuerzo 401 exhibe poros 405 que no están uniformemente dispersados por todo el volumen de la región de refuerzo, pero están concentrados en las regiones particulares, tal como en las regiones próximas a las piedras 403, e incluso más particularmente, en las interfases entre las piedras 403, y la segunda fase 404 distinta que rodea a las piedras 403.

El artículo abrasivo formado de acuerdo con las realizaciones de la presente memoria puede tener características mecánicas particulares, en particular resistencia apropiada de enlaces y consistencia en la resistencia de los enlaces entre el segmento abrasivo y la base, tal y como se mide en la región de refuerzo. Por ejemplo, de acuerdo con una realización, el artículo abrasivo puede tener una resistencia media de rotura en la región de rotura de al menos aproximadamente 60 N/mm<sup>2</sup>, que se puede medir de acuerdo con los procedimientos de ensayo de la normativa Europea recogidos en el documento EN 13236. En determinados casos, la resistencia media de rotura puede ser de al menos aproximadamente 600 N/mm<sup>2</sup>, tal como al menos aproximadamente 700 N/mm<sup>2</sup>, al menos aproximadamente 800 N/mm<sup>2</sup>, al menos aproximadamente 925 N/mm<sup>2</sup>, tal como al menos aproximadamente 950 N/mm<sup>2</sup>, o incluso al menos aproximadamente 975 N/mm<sup>2</sup>. En realizaciones más particulares, el artículo abrasivo puede tener una resistencia media de rotura dentro de un intervalo entre aproximadamente 600 N/mm<sup>2</sup> y aproximadamente 1400 N/mm<sup>2</sup>, entre aproximadamente 700 N/mm<sup>2</sup> y aproximadamente 1400 N/mm<sup>2</sup>, e incluso entre aproximadamente 800 N/mm<sup>2</sup> y aproximadamente 1400 N/mm<sup>2</sup>. En determinadas realizaciones, el artículo abrasivo puede tener una resistencia media de rotura con un intervalo entre aproximadamente 900 N/mm<sup>2</sup> y aproximadamente 1400 N/mm<sup>2</sup>, tal como entre aproximadamente 925 N/mm<sup>2</sup> y aproximadamente 1350 N/mm<sup>2</sup>, entre aproximadamente 950 N/mm<sup>2</sup> y aproximadamente 1300 N/mm<sup>2</sup> o incluso entre aproximadamente 975 N/mm<sup>2</sup> y aproximadamente 1250 N/mm<sup>2</sup>.

Además, los artículos abrasivos de las realizaciones de la presente memoria pueden exhibir resistencia de rotura coherente tal y como se mide por medio de la variación de resistencia de rotura, que se calcula como la desviación típica de al menos 100 mediciones. Los artículos abrasivos de las realizaciones de la presente memoria pueden

tener una variación de resistencia a la rotura no mayor de aproximadamente 150, tal como no mayor de aproximadamente 125, no mayor de aproximadamente 120, o incluso no mayor de aproximadamente 110. En determinados casos, la variación de resistencia de rotura puede estar dentro de un intervalo entre aproximadamente 25 y aproximadamente 150, tal como entre aproximadamente 25 y aproximadamente 125, o incluso entre

5 aproximadamente 25 y aproximadamente 110.

Los artículos abrasivos de las realizaciones de la presente memoria pueden tener ciertas características de rendimiento. Por ejemplo, los artículos abrasivos pueden tener una velocidad de corte media de al menos aproximadamente 1000 cm<sup>2</sup>/min para 50 cortes a través de las losas para pavimentos formadas por agregado de hormigón usado en la pavimentación de carreteras y que tiene un espesor de 4 cm y una longitud de 30 cm. De

10 hecho, determinados artículos pueden tener un velocidad media de corte de al menos aproximadamente 1050 cm<sup>2</sup>/min, tal como al menos aproximadamente 1100 cm<sup>2</sup>/min, o incluso al menos aproximadamente 1125 cm<sup>2</sup>/min. Las realizaciones particulares de la presente memoria pueden utilizar un artículo abrasivo que tiene una velocidad media de corte dentro de un intervalo entre aproximadamente 1000 cm<sup>2</sup>/min y aproximadamente 1400 cm<sup>2</sup>/min, tal como entre aproximadamente 1050 cm<sup>2</sup>/min y aproximadamente 1400 cm<sup>2</sup>/min, o incluso entre

15 aproximadamente 1100 cm<sup>2</sup>/min y aproximadamente 1300 cm<sup>2</sup>/min.

### Ejemplos

Se forman cuatro muestras y se someten a ensayo. La Muestra 1 es una parte infiltrada formada inicialmente a través de prensado en frío a aproximadamente 1000 MPa, y posteriormente infiltrada con un material de bronce particular. El miembro abrasivo incluye una matriz de metal basada en carburo de tungsteno (puede incluir otros

20 metales de cobalto y níquel) y partículas abrasivas de diamante. El artículo abrasivo de la muestra 1 también incluye una región de refuerzo que está esencialmente libre de partículas abrasivas. El infiltrante es un material de bronce de cobre/estaño 80/20 que tiene un tamaño medio de partícula menor de aproximadamente 45 micrómetros.

La Muestra 2 está formada de acuerdo con el proceso de la muestra 1, exceptuando que el material de bronce es un material de bronce de cobre/estaño 85/15 que tiene un tamaño medio de partícula menor de 63 micrómetros.

25 La Muestra 3 está formada de acuerdo con el proceso de la muestra 1, exceptuando que el material de bronce es un material de bronce de cobre/estaño 90/10 que tiene un tamaño medio de partícula menor de 45 micrómetros.

La Muestra 4 está formada de acuerdo con el proceso de la muestra 1, exceptuando que el material de bronce es un material de bronce de cobre/estaño 95/5 que tiene un tamaño medio de partícula menor de 74 micrómetros.

Se llevaron a cabo ensayo de vida y velocidad en las Muestras 1-4, cuyos resultados se muestran en la Tabla 1

30 siguiente.

Tabla 1

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
<b>Velocidad (cm<sup>2</sup>/mm)</b>	960	1029	864	900
<b>Vida (m<sup>2</sup>/mm)</b>	0,387	0,492	0,527	0,373

Como se ha comentado anteriormente, la velocidad de corte y vida de los artículos abrasivos formados de acuerdo con las muestras 1-4 demostró capacidades convencionales en la industria. La velocidad de las muestras 1-4 fue

35 mayor que determinadas piezas prensadas en caliente convencionales en la industria. La vida también mejoró en comparación con determinados artículos convencionales.

Además, se formaron muchas de las partes de acuerdo con las muestras anteriores (Muestras 1-4). De hecho, se formaron 16 segmentos para cada una de las muestras (es decir, muestras 1-4), que posteriormente se soldaron hasta acero de bajo contenido en carbono. La resistencia de soldadura de cada una de las muestras, y la resistencia

40 media de rotura y la desviación típica se proporcionan a continuación en la Tabla 2, basándose en el momento necesario medido para romper el segmento de la base.

Tabla 2

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
<b>Media (N m)</b>	21,7	20,5	22,9	19,6
<b>Desviación Típica</b>	1,75	1,71	0,83	1,93

Como se puede apreciar, los segmentos de las muestras 1-4 demostraron una resistencia media de rotura apropiada para su uso industrial. Quizás más destacable sea que la desviación típica para todas las muestras sometidas a ensayo fue significativamente baja, en particular en comparación con las partes convencionales, en las que las desviaciones típicas son típicamente mucho mayores.

- 5 Se forman las Muestras 5 y 6 de acuerdo con la realización de la muestra 2 anterior. Las Muestras 5 y 6 incluyen cada una 16 segmentos independientes infiltrados y prensados en frío que se sueldan con láser a una base de acero de bajo contenido en carbono. La resistencia media de rotura y la variación de resistencia de rotura se miden para cada uno de los 16 segmentos para las muestras 5 y 6. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 3

	<b>Muestra 5</b>	<b>Muestra 6</b>
Media (N/mm <sup>2</sup> )	998	1131
Variación de la Resistencia de Rotura	75,7	106,5

10 La resistencia media de rotura registrada para la muestra 5 y 6 cumple con las normas de la industria. Más particularmente, la variación de la resistencia de rotura es mejor que otras muestras convencionales, que se sometieron a ensayo y típicamente tuvieron valores de más de 120, si no 150. Claramente, la combinación de soldadura láser y artículos abrasivos infiltrados facilita un artículo fuertemente unido, que tiene una interfaz de junta más consistente en la base, lo cual conduce a menores fallos no deseados y ruptura de los segmentos abrasivos unidos a la base.

15 De acuerdo con una realización, la herramienta abrasiva incluye un elemento portador y un componente abrasivo. La herramienta abrasiva puede ser una herramienta de corte para materiales de construcción, tal como una sierra para cortar hormigón. Alternativamente, la herramienta abrasiva puede ser una herramienta de trituración para hormigón o barro cocido o para la retirada de asfalto. En particular, las siguientes realizaciones han formulado un método para la soldadura de los segmentos abrasivos infiltrados sobre una base para su uso en un artículo abrasivo. Determinadas referencias en la técnica han reconocido generalmente la soldadura como un proceso de unión apropiado. Algunas referencias incluso han realizado grandes afirmaciones de que la pieza infiltrada puede unirse a una base por medio de una diversidad de procesos, y menciona aleatoriamente la soldadura como uno de los muchos procesos. No obstante, estas referencias no están relacionadas con la soldadura de piezas infiltradas y dicho proceso o artículo no queda englobado por las referencias. Los inventores de la presente solicitud, como expertos en el campo, afirman que la soldadura de artículos infiltrados no es un proceso trivial. Además, en base a su conocimiento, ningún artículo de la industria está basado en partes infiltradas soldadas con éxito. Con el éxito del artículo abrasivo demostrado por los solicitantes, ha crecido la demanda de la industria de un artículo como el mencionado. Además, es preciso identificar y solucionar ciertos problemas con el fin de formar un producto comercialmente exitoso de acuerdo con las realizaciones de la presente memoria. Determinada combinación de características que conduce al mencionado éxito incluyen el tamaño y la forma de las materias primas usadas para formar la región de refuerzo, la composición de la región de refuerzo, el tipo, la longitud de onda, y la energía del haz usado para la soldadura, el tipo y la posición de los granos abrasivos dentro del segmento abrasivo. Además, los segmentos abrasivos de las realizaciones de la presente memoria demostraron características mecánicas y propiedades de rendimiento inesperadas.

20 En lo anterior, se ilustra una referencia a realizaciones específicas y conexiones de determinados componentes. Se aprecia que se pretende que la referencia a componentes que se acoplan o conectan divulgue cualquier conexión directa entre dichos componentes o conexión indirecta a través de uno o más componentes que intervienen, como se aprecia para llevar a cabo los métodos que se comentan en la presente memoria. Como tal, la materia objetivo divulgada anteriormente debe considerarse ilustrativa, y no restrictiva, y se pretende que las reivindicaciones adjuntas abarquen todas las citadas modificaciones, mejoras, y otras realizaciones, que se encuentran dentro del alcance cierto de la presente invención. De este modo, en el máximo sentido permitido por la normativa, el alcance de la presente invención debe determinarse por la interpretación más amplia permitida de las siguientes reivindicaciones, y no debe restringirse o estar limitado por la descripción detallada anterior.

25 El Resumen de la Divulgación se proporciona para cumplir la normativa de patentes y se remite con la comprensión de que no se debe usar para interpretar o limitar el alcance o significado de las reivindicaciones. Además, en la Descripción Detallada de los Dibujos anterior, se pueden agrupar diversas características juntas o se pueden describir en una realización individual con el fin de simplificar la divulgación. No debe interpretarse la presente divulgación como reflejo de la intención de que las realizaciones reivindicadas requieren más características que las expresamente citadas en cada reivindicación. En lugar de ello, como reflejan las siguientes reivindicaciones, la materia objetivo de la invención debe destinarse a menos de la totalidad de las características de cualquiera de las realizaciones divulgadas. De este modo, se incorporan las siguientes reivindicaciones en la Descripción Detallada de los Dibujos, de forma que cada reivindicación por sí misma defina por separado la materia objetivo reivindicada.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un artículo abrasivo (200) que comprende:
- 5 una base (204);
- un miembro abrasivo (202) que incluye partículas abrasivas (208) unidas a una matriz metálica (206), comprendiendo el miembro abrasivo una red de poros interconectados sustancialmente rellenos con un infiltrante (210) que comprende un material infiltrante metálico;
- 10 una región de refuerzo (212) entre el miembro abrasivo y la base, comprendiendo la región de refuerzo una red de poros interconectados sustancialmente rellenos de un infiltrante que comprende un material infiltrante metálico; y
- 15 una junta de soldadura en la región de refuerzo que une la base y el miembro abrasivo de forma conjunta;
- caracterizado por que** la porosidad interconectada de la región de refuerzo tiene un tamaño medio de poro que no es mayor que el tamaño medio de poro de la porosidad interconectada del miembro abrasivo.
- 2.- El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que una diferencia del tamaño medio de poro de la porosidad interconectada de la región de refuerzo es de al menos aproximadamente un 1 % menor que el tamaño medio de poro de la porosidad interconectada del miembro abrasivo.
- 3.- El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que la base comprende un material de bajo contenido en carbono, que tiene un contenido de carbono menor de aproximadamente un 20 %.
- 25 4.- El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que el material infiltrante metálico del miembro abrasivo es el mismo material infiltrante metálico de la región de refuerzo.
- 5.- El artículo abrasivo de la reivindicación 4, en el que el material infiltrante metálico comprende un material de bronceado.
- 30 6.- El artículo abrasivo de la reivindicación 5, en el que el material de bronceado comprende una aleación metálica que incluye cobre y estaño.
- 35 7.- El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que el miembro abrasivo tiene una porosidad entre aproximadamente un 25 % en volumen y un 50 % en volumen para un volumen total del miembro abrasivo.
- 8.- El miembro abrasivo de la reivindicación 1, en el que la región de refuerzo comprende una porosidad menor que la porosidad del miembro abrasivo.
- 40 9.- El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que el infiltrante actúa como material de bronceado para formar la junta de soldadura entre la base y el miembro abrasivo en la región de refuerzo.
- 45 10.- El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que el artículo abrasivo tiene una resistencia media de rotura en la región de refuerzo de al menos aproximadamente 600 N/mm<sup>2</sup> y una variación de resistencia de rotura no mayor de aproximadamente 150.

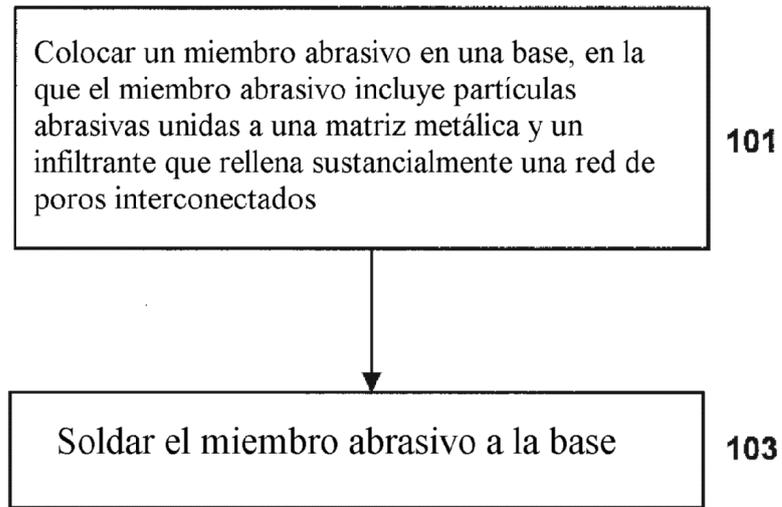


FIG. 1

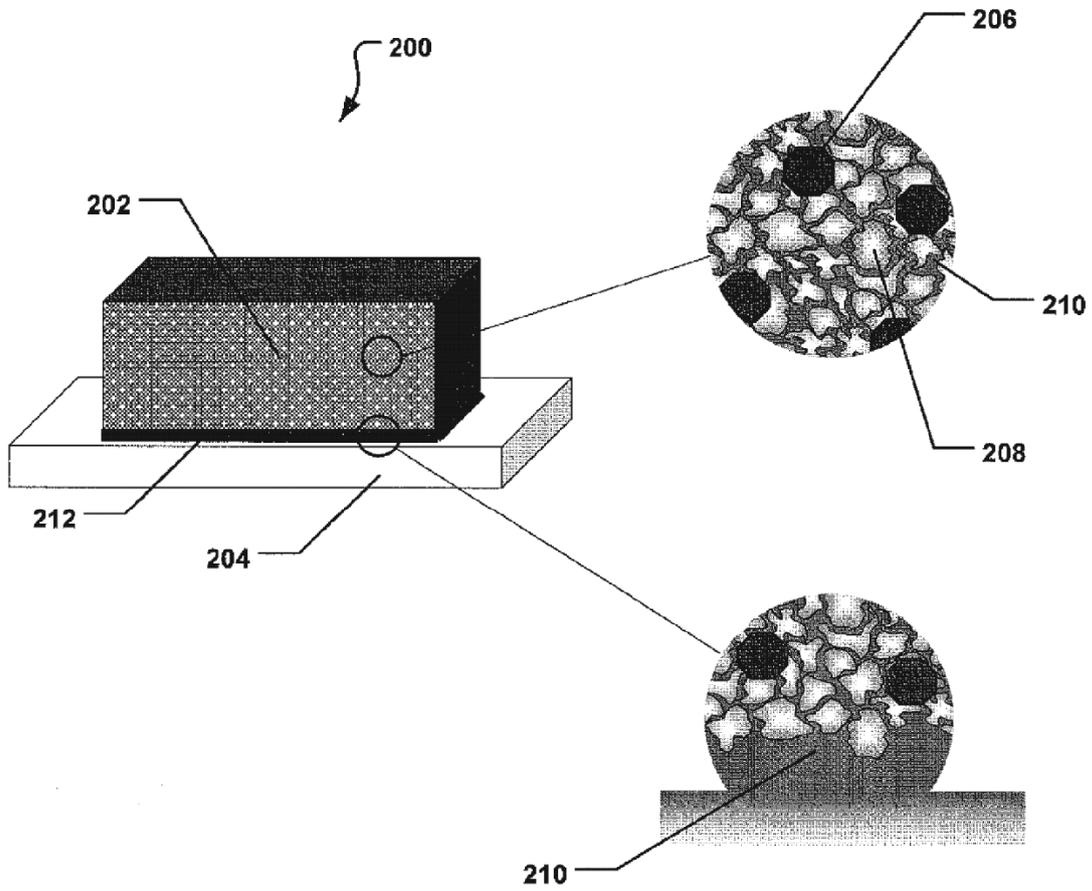


FIG. 2

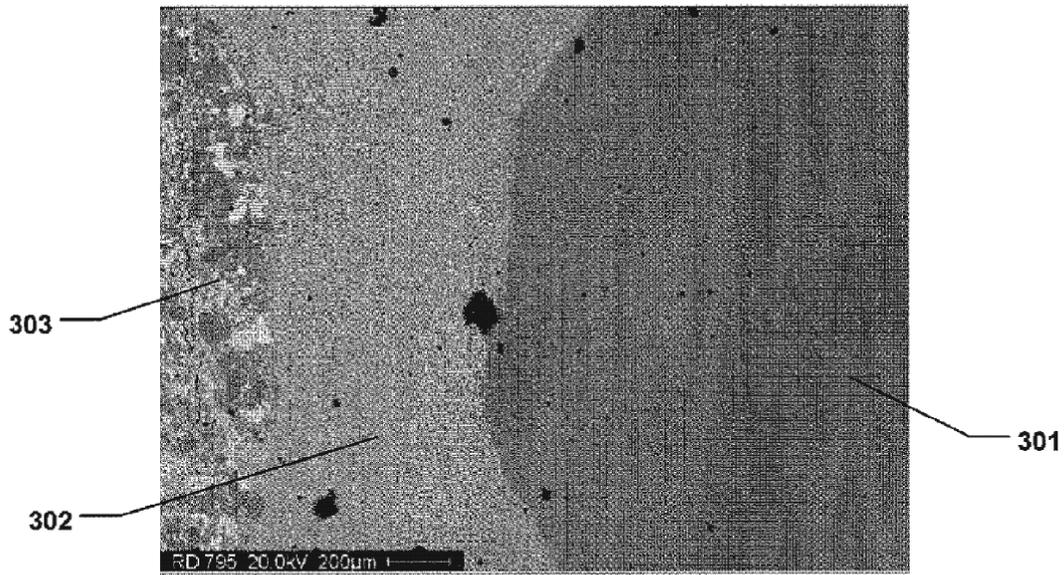


FIG. 3A

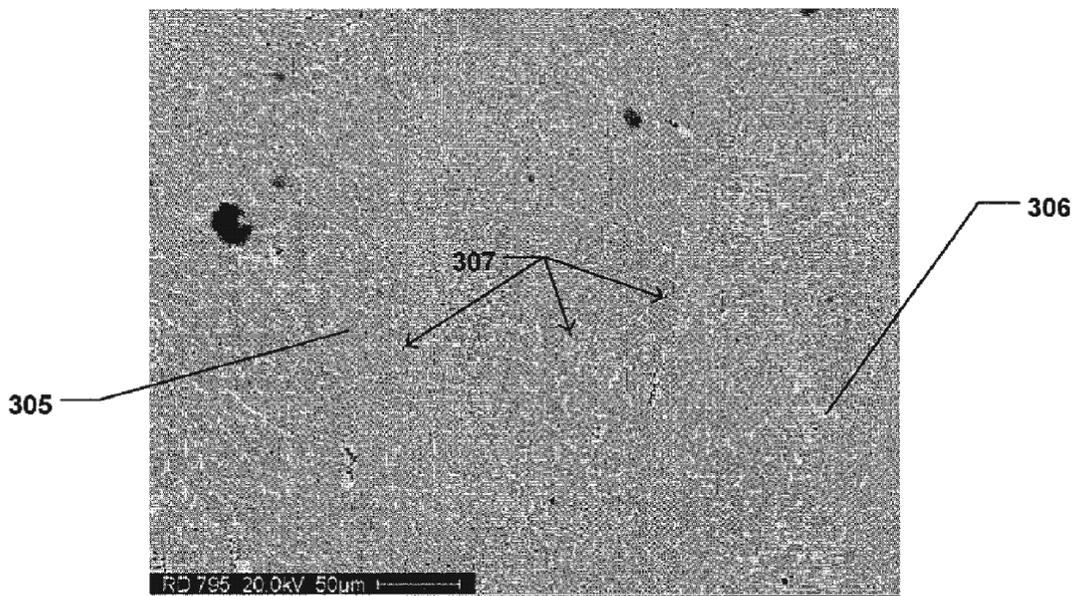


FIG. 3B

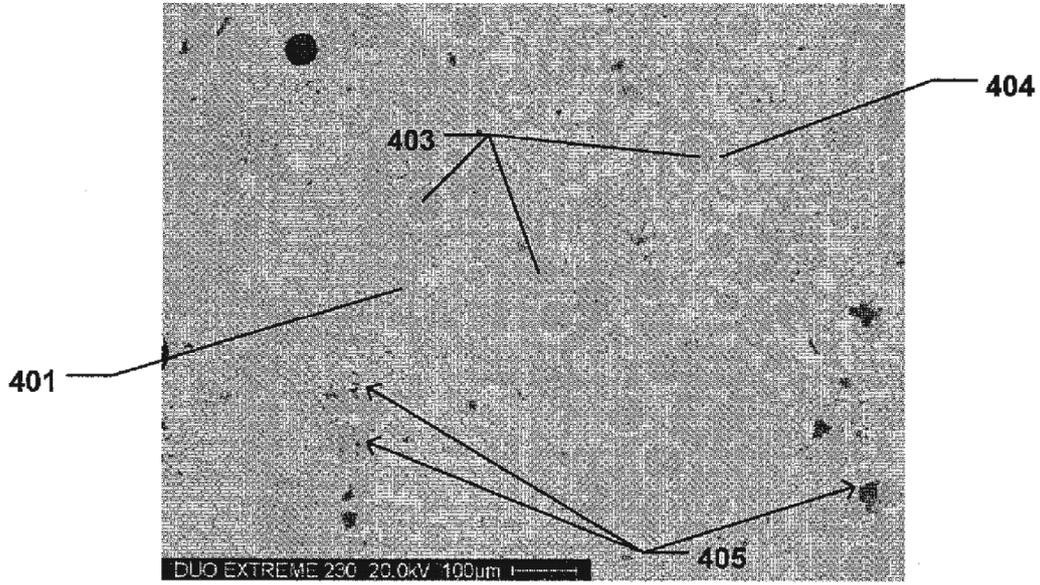


FIG. 4