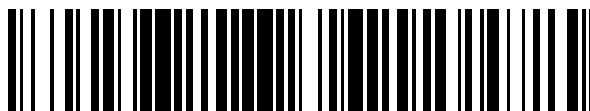


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 686**

51 Int. Cl.:

B24D 3/00 (2006.01)

B24D 3/04 (2006.01)

B24D 3/14 (2006.01)

C03C 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08732146 .9**

96 Fecha de presentación: **13.03.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2132002**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2009**

54 Título: **Artículo abrasivo aglomerado y método de fabricación**

30 Prioridad:
14.03.2007 US 894873 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.11.2012

73 Titular/es:
SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. (50.0%)
ONE NEW BOND STREET
WORCESTER, MA 01615-0138, US y
SAINT-GOBAIN ABRASIFS (50.0%)

72 Inventor/es:
QUEREL, GILLES;
JOUSSEAUME, CECILE;
DANDO, PAUL S. y
HALL, RICHARD W.

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

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 2 391 686 T3

DESCRIPCIÓN

Artículo abrasivo aglomerado y método de fabricación

Campo técnico

- 5 La presente descripción está dirigida a artículos abrasivos aglomerados y dirigida particularmente a artículos abrasivos aglomerados que tienen una matriz aglomerante cristalina.

Antecedentes de la técnica

El documento WO-A-89/02344 da a conocer un artículo abrasivo aglomerado que comprende granos abrasivos que comprenden nitruro de boro cúbico en una matriz aglomerante que comprende un silicato, y un método de producción de un artículo de este tipo.

- 10 Los abrasivos se utilizan generalmente en diversas operaciones de rectificación, que comprenden desde pulimentación fina a eliminación y corte de material a granel. Por ejemplo, se utilizan abrasivos libres compuestos de partículas sueltas en suspensiones espesas para aplicaciones de pulimentación tales como pulimentación químico-mecánica (CMP) en la industria de semiconductores. Alternativamente, los abrasivos pueden encontrarse en forma de artículos abrasivos fijados tales como abrasivos aglomerados y en forma de capa que pueden incluir dispositivos
- 15 tales como muelas de afilar, cintas, rollos, discos y análogos.

- Los abrasivos fijados difieren generalmente de los abrasivos libres en el sentido de que los abrasivos fijados utilizan granos o granalla abrasiva en una matriz de material que fija la posición de los granos abrasivos unos con relación a otros. Las granallas abrasivas fijadas comunes pueden incluir alúmina, carburo de silicio, diversos minerales tales como granate, así como superabrasivos tales como diamante y nitruro de boro cúbico (cBN). Con referencia
- 20 particular a los artículos abrasivos aglomerados, las granallas abrasivas están fijadas unas con relación a otras en un material aglomerante. Si bien pueden utilizarse muchos materiales aglomerantes diferentes, son comunes los materiales aglomerantes vitrificados, tales como materiales vítreos en fase amorfa. Sin embargo, las propiedades de eficiencia de los abrasivos aglomerados convencionales, tales como, por ejemplo, óxido de aluminio, carburo de silicio, diamante, y nitruro de boro cúbico que tienen enlaces vitrificados se ven limitadas por la naturaleza del
- 25 aglomerante y la composición de los granos abrasivos. En particular, la unión entre la matriz aglomerante y los granos abrasivos puede ser insuficiente de tal modo que durante la rectificación, los granos abrasivos se separan fácilmente de la matriz aglomerante, reduciendo la eficacia del proceso de rectificación o pulimentación.

La industria continúa precisando abrasivos aglomerados que tengan propiedades mejoradas. Las propiedades de interés incluyen estabilidad mecánica, solidez, vida de operación, y eficiencia de rectificación mejorada.

- 30 Exposición de la invención

De acuerdo con una primera realización, se proporciona un artículo abrasivo aglomerado que incluye granos abrasivos que incluyen nitruro de boro cúbico en una matriz aglomerante que está hecha de un silicato. El abrasivo aglomerado incluye también un producto de reacción en la interfase entre los granos abrasivos y la matriz aglomerante, que comprende un nitruro de metal de transición.

- 35 De acuerdo con una segunda realización, se proporciona un método de fabricación de un abrasivo aglomerado que incluye proporcionar un polvo de vidrio constituido por un compuesto que es un óxido de metal de transición. El método incluye adicionalmente combinar el polvo de vidrio con granos abrasivos que tienen nitruro de boro cúbico y conformar el polvo de vidrio y los granos abrasivos para formar un artículo crudo. El método incluye adicionalmente sinterizar el artículo crudo a una temperatura de transformación para formar granos abrasivos en una matriz
- 40 aglomerante vítrea, de tal modo que a la temperatura de transformación el compuesto óxido de metal de transición cambia a un compuesto nitruro de metal de transición en la interfase de los granos abrasivos y matriz aglomerante vítrea.

Breve descripción de los dibujos

- 45 La presente exposición puede comprenderse mejor, y sus numerosas características y ventajas pueden hacerse evidentes para los expertos en la técnica tomando como referencia los dibujos que se acompañan.

FIG. 1 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de formación de un artículo abrasivo aglomerado de acuerdo con una realización.

FIG. 2a es una imagen que ilustra una porción de un artículo abrasivo aglomerado formado de acuerdo con realizaciones de esta invención.

- 50 FIG. 2b es una imagen que ilustra una porción de un artículo abrasivo aglomerado formado de acuerdo con técnicas convencionales.

FIG. 3 es una gráfica que ilustra el módulo de elasticidad (MOE) de artículos abrasivos aglomerados formados de acuerdo con realizaciones de esta invención en comparación con una Muestra Comparativa.

FIG. 4 es una gráfica que ilustra el módulo de rotura (MOR) de artículos abrasivos aglomerados formados de acuerdo con realizaciones de esta invención en comparación con una Muestra Comparativa.

- 5 FIG. 5 es una gráfica que ilustra la dureza de artículos abrasivos aglomerados formados de acuerdo con realizaciones de esta invención en comparación con una Muestra Comparativa.

El uso de los mismos símbolos de referencia en los diferentes dibujos indica partes similares o idénticas.

Descripción de las realizaciones

- Haciendo referencia a FIG. 1, se proporciona un diagrama de flujo que ilustra un proceso por el cual se forma un artículo aglomerado de acuerdo con una realización. El proceso se inicia en el paso 101 proporcionando un polvo de vidrio que incluye una sustancia reaccionante que es un óxido de metal de transición. El polvo es generalmente vítreo (amorfo), tal que no menos de aproximadamente 80% en volumen del vidrio es una fase amorfa. De acuerdo con una realización particular, el polvo de vidrio puede incluir un mayor contenido de fase amorfa, tal como no menos de aproximadamente 90% en volumen, o incluso no menos de aproximadamente 95% en volumen de fase amorfa. Generalmente, la formación de un polvo de vidrio puede completarse por mezcla de una proporción adecuada de materias primas y fusión de la mixtura de materias primas para formar un vidrio a temperaturas altas. Después de fusión y mezcladura suficientes del vidrio, el vidrio puede enfriarse (apagarse) y triturarse para dar un polvo.

- Por lo general, el polvo de vidrio puede procesarse ulteriormente, por ejemplo por un proceso de molienda, para proporcionar un polvo de vidrio que tenga una distribución adecuada de tamaños de partícula. Típicamente, el polvo de vidrio tiene un tamaño medio de partícula no superior a aproximadamente 100 micrómetros. En una realización particular, el polvo de vidrio tiene un tamaño medio de partícula no superior a 75 micrómetros, tal como no superior a aproximadamente 50 micrómetros, o incluso no superior a aproximadamente 10 micrómetros. Sin embargo, el tamaño medio de partícula de polvo de vidrio está comprendido típicamente dentro de un intervalo que va desde aproximadamente 5,0 micrómetros a aproximadamente 75 micrómetros.

- La composición del polvo de vidrio puede describirse utilizando la ecuación $aM_2O-bMO-cM_2O_3-dMO_2-eM_2O_5$. Como se ilustra por la ecuación, la composición del polvo de vidrio puede incluir óxidos metálicos, y particularmente más de un óxido metálico, de tal modo que los óxidos están presentes juntos como un material de óxidos compuesto. En una realización particular, el polvo de vidrio incluye compuestos óxidos metálicos que tienen cationes monovalentes (M^{1+}), tales como compuestos óxidos metálicos representados por la fórmula genérica M_2O . Composiciones adecuadas de óxidos metálicos representadas por M_2O pueden incluir compuestos tales como Li_2O , Na_2O , K_2O y Cs_2O .

- De acuerdo con otra realización, y como se estipula en la ecuación general, el polvo de vidrio puede incluir otros compuestos óxidos metálicos. En particular, el polvo de vidrio puede incluir compuestos óxidos metálicos que tienen cationes divalentes (M^{2+}), tales como los compuestos óxidos metálicos representados por la fórmula genérica MO . Composiciones adecuadas de óxidos metálicos representadas por MO pueden incluir compuestos tales como MgO , CaO , SrO , BaO , y ZnO .

- Adicionalmente, el polvo de vidrio puede incluir compuestos óxidos metálicos que tienen cationes trivalentes (M^{3+}), particularmente aquellos compuestos óxidos metálicos representados por la fórmula genérica M_2O_3 . Composiciones adecuadas de óxidos metálicos representadas por M_2O_3 pueden incluir compuestos tales como Al_2O_3 , B_2O_3 , Y_2O_3 , Fe_2O_3 , Bi_2O_3 , y La_2O_3 .

Particularmente, como se indica en la ecuación general anterior, el polvo de vidrio puede incluir compuestos óxidos metálicos que tienen cationes en un estado de valencia M^{4+} , como se representa por MO_2 . Composiciones MO_2 particularmente adecuadas incluyen SiO_2 , ZrO_2 , y TiO_2 .

- Adicionalmente, el polvo de vidrio puede incluir compuestos óxidos metálicos que tienen cationes en un estado de valencia M^{5+} , particularmente aquellos compuestos óxidos metálicos representados por la fórmula genérica M_2O_5 . Composiciones adecuadas de óxidos metálicos representadas por M_2O_5 pueden incluir compuestos tales como V_2O_5 y Nb_2O_5 .

- Con referencia adicional a la composición del polvo de vidrio representada por la ecuación genérica $aM_2O-bMO-cM_2O_3-dMO_2-eM_2O_5$, se proporcionan los coeficientes (a, b, c, d, y e) para indicar la cantidad (en % molar) de cada uno de los diferentes tipos de compuestos óxidos metálicos (M_2O , MO , M_2O_3 , MO_2 , y M_2O_5) que pueden estar presentes en el polvo de vidrio. Como tal, el coeficiente "a" representa generalmente la cantidad total de los compuestos óxidos metálicos M_2O contenida en el polvo de vidrio. La cantidad total (fracción molar de compuestos óxidos metálicos M_2O en el polvo de vidrio está comprendida generalmente dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,30 \geq a \geq 0$. De acuerdo con una realización particular, la cantidad de compuestos óxidos

metálicos M_2O contenida en el polvo de vidrio está comprendida dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,15 \geq a \geq 0$, y más particularmente dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,10 \geq a \geq 0$.

Con referencia a la presencia de compuestos óxidos metálicos MO que contienen un catión divalente M^{2+} , la cantidad total (fracción molar) de tales compuestos puede definirse por el coeficiente "b". Generalmente, la cantidad total de compuestos óxidos metálicos MO contenida en el polvo de vidrio está comprendida dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,60 \geq b \geq 0$. De acuerdo con una realización particular, la cantidad de compuestos óxidos metálicos MO está comprendida dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,45 \geq b \geq 0$, y más particularmente dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,35 \geq b \geq 0,15$.

Adicionalmente, la cantidad de compuestos óxidos metálicos M_2O_3 que contienen un catión trivalente M^{3+} en el polvo de vidrio se representa por el coeficiente "c". Como tal, la cantidad total (fracción molar) de compuestos óxidos metálicos M_2O_3 está comprendida generalmente dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,60 \geq c \geq 0$. De acuerdo con una realización particular, la cantidad de compuestos óxidos metálicos M_2O_3 contenida en el polvo de vidrio está comprendida dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,40 \geq c \geq 0$, y más particularmente dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,30 \geq c \geq 0,10$.

La cantidad de compuestos óxidos metálicos MO_2 que contienen un catión M^{4+} como se describe en la ecuación general $aM_2O-bMO-cM_2O_3-dMO_2-eM_2O_5$ se representa por el coeficiente "d". Generalmente, la cantidad total (fracción molar) de compuestos óxidos MO_2 contenida en el polvo de vidrio está comprendida dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,80 \geq d \geq 0,20$. En una realización particular, la cantidad de compuestos óxidos metálicos MO_2 contenida en el polvo de vidrio está comprendida de un intervalo tal que aproximadamente $0,75 \geq d \geq 0,30$, y más particularmente dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,60 \geq d \geq 0,40$.

La presencia de compuestos óxidos metálicos M_2O_5 que contienen un catión M^{5+} como se describe en la ecuación general $aM_2O-bMO-cM_2O_3-dMO_2-eM_2O_5$ se representa por el coeficiente "e". Generalmente, la cantidad total (fracción molar) de compuestos óxidos M_2O_5 contenida en el polvo de vidrio está comprendida dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,20 \geq e \geq 0$. En una realización particular, la cantidad de compuestos óxidos metálicos M_2O_5 contenida en el polvo de vidrio está comprendida dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,15 \geq e \geq 0$, y más particularmente dentro de un intervalo tal que aproximadamente $0,10 \geq e \geq 0,01$.

Con referencia a los compuestos óxidos metálicos MO_2 y como se ha descrito anteriormente, un compuesto óxido metálico MO_2 particularmente adecuado es óxido de silicio (SiO_2), de tal modo que el polvo de vidrio es una composición basada en silicato. Con referencia particular a la sola presencia de óxido de silicio en el polvo de vidrio, típicamente el polvo de vidrio incluye no más de aproximadamente 80% molar de dióxido de silicio. De acuerdo con otra realización, el polvo de vidrio incluye no más de aproximadamente 70% molar, o incluso no más de aproximadamente 60% molar de óxido de silicio. De todos modos, en realizaciones particulares, la cantidad de óxido de silicio en el polvo de vidrio no es inferior a aproximadamente 20% molar. Como tal, la cantidad de óxido de silicio en el polvo de vidrio se encuentra generalmente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 30% molar y aproximadamente 70% molar, y particularmente en un intervalo entre aproximadamente 40% molar y aproximadamente 60% molar.

Con referencia particular a otros compuestos óxidos metálicos, estas composiciones del polvo de vidrio incluyen óxido de aluminio (Al_2O_3), particularmente además de óxido de silicio, de tal modo que el polvo de vidrio es un silicato de aluminio. Como tal, con referencia a realizaciones que utilizan óxido de aluminio, por lo general el polvo de vidrio incluye no más de aproximadamente 60% molar de Al_2O_3 . En otras realizaciones, el polvo de vidrio puede incluir óxido de aluminio en menores cantidades, tales como no más de aproximadamente 50% molar, o incluso no más de aproximadamente 40% molar. Típicamente, el polvo de vidrio incorpora óxido de aluminio dentro de un intervalo entre aproximadamente 5,0% molar y aproximadamente 40% molar, y particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 10% molar y aproximadamente 30% molar.

De acuerdo con otras realizaciones, el polvo de vidrio incluye al menos uno de óxido de magnesio (MgO) y óxido de litio (Li_2O), particularmente además de óxido de silicio, y más particularmente además de óxido de silicio y óxido de aluminio. Como tal, la cantidad de óxido de magnesio en el polvo de vidrio es generalmente no superior a aproximadamente 45% molar, tal como no superior a 40% molar, o incluso no superior a 35% molar. Típicamente, las composiciones de polvo de vidrio que tienen óxido de magnesio, utilizan una cantidad comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 5,0% molar y aproximadamente 40% molar, y particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 15% molar y aproximadamente 35% molar. Puede hacerse referencia a los vidrios de silicato de aluminio que contienen magnesio como vidrios MAS que tienen una composición de silicato de magnesio y aluminio.

De acuerdo con otra realización, el polvo de vidrio incluye óxido de litio, particularmente además de óxido de silicio, y más particularmente además de óxido de aluminio y óxido de silicio. Como tal, la cantidad de óxido de litio contenida en el polvo de vidrio es por regla general no superior a aproximadamente 45% molar, tal como no superior a 30% molar, o incluso no superior a 20% molar. Típicamente, las composiciones de polvo de vidrio que tienen óxido de litio, utilizan una cantidad comprendida dentro de un intervalo que oscila entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 20% molar, y particularmente dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 5,0%

molar y aproximadamente 15% molar. Puede hacerse referencia a los vidrios de silicato de aluminio que contienen litio como vidrios LAS que tienen una composición de silicato de litio y aluminio.

En otras realizaciones, el polvo de vidrio puede incluir cierto contenido de óxido de bario (BaO), particularmente además de óxido de silicio, y en algunas realizaciones además de un sistema que contiene óxido de aluminio y óxido de silicio. Como tal, la cantidad de óxido de bario en el polvo de vidrio es por regla general no superior a aproximadamente 45% molar, tal como no superior a 30% molar, o incluso no superior a 20% molar. Típicamente, las composiciones de polvo de vidrio que tienen óxido de bario, utilizan una cantidad comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 0,1% molar y aproximadamente 20% molar, y más particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 10% molar. A los vidrios de silicato de aluminio que contienen bario pueden hacerse referencia como vidrios BAS, que tienen una composición de silicato de bario y aluminio.

En otras realizaciones, el polvo de vidrio incluye cierta cantidad de óxido de calcio (CaO), como adición a un polvo de vidrio que contiene óxido de silicio, y en realizaciones particulares, a un polvo de vidrio que contiene óxido de aluminio y óxido de silicio. Como tal, la cantidad de óxido de calcio contenida en el polvo de vidrio es por regla general no superior a aproximadamente 45% molar, tal como no superior a 30% molar, o incluso no superior a 20% molar. Típicamente, las composiciones de polvo de vidrio que tienen óxido de calcio utilizan una cantidad comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 0,5% molar y aproximadamente 20% molar, y particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 10% molar. En algunas realizaciones, el óxido de calcio está presente en sistemas que utilizan otros compuestos óxidos metálicos arriba mencionados, particularmente en combinación con los vidrios MAS o BAS. Como tal, el óxido de calcio puede formar un óxido compuesto por ejemplo un silicato de calcio, magnesio y aluminio (CMAS) o silicato de calcio, bario, magnesio y aluminio (CBAS).

Como se ha descrito anteriormente, las composiciones de vidrio pueden incluir otros compuestos óxidos metálicos. De acuerdo con una realización particular, la composición de polvo de vidrio incluye óxido de boro (B_2O_3). Generalmente, la cantidad de óxido de boro contenida en el polvo de vidrio no es mayor que aproximadamente 45% molar, tal como no superior a 30% molar, o incluso no superior a 20% molar. Típicamente, las composiciones de polvo de vidrio que tienen óxido de boro utilizan una cantidad comprendida dentro de un intervalo que va desde aproximadamente 0,5% molar a aproximadamente 20% molar, y particularmente dentro de un intervalo que va desde aproximadamente 2,0% molar a aproximadamente 10% molar.

Con referencia particular a las sustancias reaccionantes de óxidos de metales de transición contenidas en el polvo de vidrio, como se utiliza en esta memoria, el término "sustancia reaccionante de óxido de metal de transición" hace referencia a un grupo selecto de compuestos óxidos de metales de transición que se proporcionan en el polvo de vidrio y reaccionan durante la sinterización del abrasivo aglomerado para formar un compuesto nitruro metálico. De acuerdo con ello, sustancias reaccionantes adecuadas óxidos de metales de transición incluyen Ti_2O , Cr_2O_3 , V_2O_5 , ZrO_2 y Nb_2O_5 y combinaciones u óxidos complejos de los mismos.

Si bien la descripción que antecede se ha dirigido a la presencia de compuestos genéricos de óxidos tales como MO , M_2O , M_2O_3 , M_2O_5 , y MO_2 , la descripción que sigue está dirigida particularmente a la presencia de aquellos compuestos óxidos metálicos que se utilizan en esta invención como sustancias reaccionantes de óxidos de metales de transición, como se ha descrito anteriormente. Generalmente, la cantidad total de sustancias reaccionantes óxidos de metales de transición contenida en el polvo de vidrio no es mayor que aproximadamente 25% molar. De acuerdo con una realización particular, la cantidad total de sustancias reaccionantes óxidos de metales de transición en el polvo de vidrio puede ser menor, tal como no superior a aproximadamente 20% molar, tal como no superior a aproximadamente 15% molar, o incluso no superior a aproximadamente 10% molar. Típicamente, la cantidad total de sustancias reaccionantes óxidos de metales de transición está dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 20% molar, y particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 2,0% molar y aproximadamente 15% molar.

Con referencia particular a la sustancia reaccionante óxido de metal de transición TiO_2 , esta sustancia reaccionantes puede estar presente además de otros óxidos, particularmente además de óxido de silicio, y particularmente además de óxido de aluminio y óxido de silicio. Generalmente, el polvo de vidrio contiene una cantidad de óxido de titanio no superior a aproximadamente 20% molar. De acuerdo con otra realización, el polvo de vidrio incluye no más de 15% molar de TiO_2 . Típicamente, las composiciones de polvo de vidrio que tienen la sustancia reaccionante óxido de metal de transición TiO_2 utiliza una cantidad comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 15% molar, y más particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 2,0% molar y aproximadamente 10% molar.

Con referencia particular a la sustancia reaccionante óxido de metal de transición Cr_2O_3 , esta sustancia reaccionante puede estar presente además de otros óxidos, particularmente además de óxido de silicio, y particularmente además de óxido de aluminio y óxido de silicio. Generalmente, la cantidad de óxido cromo en el polvo de vidrio no es mayor que aproximadamente 20% molar. Sin embargo, el polvo de vidrio puede contener menos, tal como no más de 15% molar de Cr_2O_3 . Típicamente, las composiciones de polvo de vidrio que tienen la sustancia reaccionante óxido de metal de transición Cr_2O_3 utilizan una cantidad comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0%

molar y aproximadamente 15% molar, y de modo más particular dentro de un intervalo entre aproximadamente 2,0% molar y aproximadamente 10% molar.

Con referencia particular a la sustancia reaccionante óxido de metal de transición V_2O_5 , generalmente esta sustancia reaccionante está presente además de otros óxidos, particularmente además de óxido de silicio, y en particular además de óxido de aluminio y óxido de silicio. Generalmente, el polvo de vidrio incluye no más de aproximadamente 20% molar de V_2O_5 . De acuerdo con otra realización, el polvo de vidrio incluye no más de 15% molar de V_2O_5 . Típicamente, la sustancia reaccionante óxido de metal de transición V_2O_5 se utiliza en una cantidad comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 15% molar, y más particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 2,0% molar y aproximadamente 10% molar.

- 10 Con referencia particular a la presencia de ZrO_2 , esta sustancia reaccionante puede estar presente además de otros óxidos, particularmente además de óxido de silicio, y en particular además de óxido de aluminio y óxido de silicio. Como sustancia reaccionante óxido de metal de transición en el polvo de vidrio, generalmente, el polvo de vidrio contiene no más de aproximadamente 20% molar de ZrO_2 . De acuerdo con otra realización, el polvo de vidrio incluye no más de 15% molar de ZrO_2 . Típicamente, la sustancia reaccionante óxido de metal de transición ZrO_2 está presente en una cantidad comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 15% molar, y más particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 2,0% molar y aproximadamente 10% molar.

- 20 Con referencia particular a la sustancia reaccionante óxido de metal de transición Nb_2O_5 , esta sustancia reaccionante puede estar presente además de otros óxidos, particularmente además de óxido de silicio, y en particular además de óxido de aluminio y óxido de silicio. Generalmente, el polvo de vidrio contiene una cantidad de Nb_2O_5 no superior a aproximadamente 20% molar. De acuerdo con otra realización, el polvo de vidrio incluye no más de 15% molar de Nb_2O_5 . Típicamente, las composiciones de polvo de vidrio que tienen la sustancia reaccionante óxido de metal de transición Nb_2O_5 utilizan una cantidad comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 15% molar, y más particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 2,0% molar y aproximadamente 10% molar.

- 30 Después de suministrar el polvo de vidrio en el paso 101, el proceso continúa en el paso 103 por combinación del polvo de vidrio con granos abrasivos que comprenden nitrato de boro cúbico para formar una mezcla. Con referencia a la composición de la mezcla, generalmente la mezcla incluye no menos de aproximadamente 25% en volumen de granos abrasivos. De acuerdo con una realización particular, la mezcla incluye no menos de aproximadamente 40% en volumen de granos abrasivos, tal como no menos de aproximadamente 45% en volumen, o incluso no menos de aproximadamente 50% en volumen de granos abrasivos. Sin embargo, la cantidad de granos abrasivos está limitada de tal modo que la mezcla generalmente incluye no más de aproximadamente 60% en volumen de granos abrasivos. En particular, los granos abrasivos contenidos en la mezcla están presentes generalmente en una cantidad comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 30% en volumen y aproximadamente 60% en volumen.

- 40 Con referencia a los granos abrasivos, los granos abrasivos incluyen materiales abrasivos duros, e incluyen particularmente materiales superabrasivos tales como nitrato de boro cúbico. Sin embargo, de acuerdo con una realización particular, los granos abrasivos incluyen nitrato de boro cúbico, y más particularmente los granos abrasivos están constituidos esencialmente por nitrato de boro cúbico. En ciertas realizaciones, un determinado porcentaje de los granos abrasivos que generalmente son por lo demás nitrato de boro cúbico puede reemplazarse con granos abrasivos sustitutos, tales como óxido de aluminio, carburo de silicio, carburo de boro, carburo de wolframio, y silicato de circonio. Como tal, la cantidad de granos abrasivos sustitutos es por regla general no superior a aproximadamente 40% en volumen de los granos abrasivos totales, tal como no superior a aproximadamente 25% en volumen, o incluso no superior a aproximadamente 10% en volumen.

- 45 Los granos abrasivos tienen generalmente un tamaño medio de grano no superior a aproximadamente 500 micrómetros. Particularmente, el tamaño medio de grano de los granos abrasivos no es mayor que aproximadamente 200 micrómetros, o incluso no superior a aproximadamente 100 micrómetros. Por regla general, el tamaño medio de grano está comprendido dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0 micrómetros y aproximadamente 250 micrómetros, y en particular dentro de un intervalo entre aproximadamente 35 micrómetros y aproximadamente 180 micrómetros.

- 55 Con referencia a la cantidad de polvo de vidrio combinada con los granos abrasivos de la mezcla, la mezcla puede incluir no menos de aproximadamente 10% en volumen de polvo de vidrio, tal como no menos de aproximadamente 15% en volumen de polvo de vidrio. Sin embargo, la cantidad de polvo de vidrio está limitada, de tal modo que la mezcla incluye no más de aproximadamente 60% en volumen de polvo de vidrio, tal como no más de aproximadamente 50% en volumen de polvo de vidrio, o incluso no más de aproximadamente 400% en volumen de polvo de vidrio. En particular, la mezcla incluye generalmente una cantidad de polvo de vidrio comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 10% en volumen y aproximadamente 30% en volumen.

El proceso de mezclado puede incluir un proceso de mezclado seco o un proceso de mezclado húmedo. Particularmente, el proceso de mezclado incluye un proceso de mezclado húmedo, tal que se añade al menos

un líquido para facilitar la mezcladura del polvo de vidrio y los granos abrasivos. De acuerdo con una realización particular, el líquido es agua. En tales realizaciones, el agua se añade en una cantidad adecuada para facilitar la mezcladura apropiada y, como tal, la mixtura contiene por regla general al menos aproximadamente 6,0% en volumen de agua, tal como al menos aproximadamente 10% en volumen. Sin embargo, la mixtura incluye por regla general no más de aproximadamente 20% en volumen de agua, tal como no más de aproximadamente 15% en volumen de agua.

La mixtura puede incluir otros aditivos, tales como un aglomerante. Generalmente, el aglomerante es un material orgánico. Materiales aglomerantes adecuados pueden incluir materiales orgánicos que contienen glicol (v.g., polietilenglicol), dextrina, resina, cola, o alcohol (v.g., poli(alcohol vinílico)), o combinaciones de los mismos. Por regla general, la mixtura incluye no más de aproximadamente 15% en volumen de un aglomerante, tal como no más de aproximadamente 10% en volumen. De acuerdo con una realización particular, el aglomerante se proporciona en la mixtura dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 2,0% en volumen y aproximadamente 10% en volumen.

Con referencia adicional a otros aditivos, la mixtura puede incluir formadores de poros o un material inductor de poros para facilitar la formación de una estructura abrasiva aglomerada final porosa. De acuerdo con ello, los formadores de poros incluyen generalmente materiales inorgánicos u orgánicos. Materiales orgánicos típicamente adecuados pueden incluir poli(butirato de vinilo), poli(cloruro de vinilo), cera (v.g., cera de polietileno), semillas vegetales, cáscaras de vegetales, diamil-sulfosuccinato de sodio, metil-etil-cetona, naftaleno, poliestireno, polietileno, polipropileno, polímeros acrílicos, p-diclorobenceno, y combinaciones de los mismos. Tales formadores de poros se proporcionan típicamente en forma particulada de tal modo que, por calentamiento, el material particulado se desprende y deja en su lugar un poro. De acuerdo con ello, el formador de poros tiene un tamaño medio de partícula no superior a aproximadamente 0,5 mm, o incluso no superior a aproximadamente 0,05 mm. Además, los materiales inorgánicos adecuados pueden incluir perlas de material inorgánico, particularmente esferas huecas de materiales tales como vidrios, materiales cerámicos o materiales vitro-cerámicos, o combinaciones de los mismos.

Típicamente, la cantidad de formador de poros suministrada en la mixtura no es mayor que aproximadamente 35% en volumen. En otra realización, la mixtura incluye no más de aproximadamente 30% en volumen del formador de poros, tal como no más de aproximadamente 20% en volumen, o incluso no más de aproximadamente 15% en volumen del formador de poros. De acuerdo con una realización particular, la mixtura incluye una cantidad de formador de poros comprendida en un intervalo que va desde aproximadamente 1,0% en volumen, hasta aproximadamente 35% en volumen, y de modo más particular dentro de un intervalo que va desde aproximadamente 5,0% en volumen a aproximadamente 25% en volumen.

Además, se apreciará que la mixtura puede incluir "porosidad natural" o la existencia de burbujas o poros dentro de la masa de la mixtura de granos abrasivos, polvo de vidrio, y otros aditivos. De acuerdo con ello, esta porosidad natural puede mantenerse en el artículo abrasivo aglomerado final dependiendo de las técnicas de formación. Como tales, en realizaciones particulares pueden no utilizarse formadores de poros, y la porosidad natural contenida en la mixtura puede utilizarse y mantenerse a todo lo largo del proceso de formación y sinterización para formar un artículo abrasivo aglomerado final que tiene el grado de porosidad deseado. Generalmente, la porosidad natural de la mixtura no es mayor que aproximadamente 40% en volumen. Sin embargo, en realizaciones particulares la porosidad natural contenida en la mixtura es menor, tal como no superior a aproximadamente 25% en volumen, o no superior a aproximadamente 15% en volumen. Generalmente, la cantidad de porosidad natural en la mixtura está comprendida dentro de un intervalo entre aproximadamente 5,0% en volumen y aproximadamente 25% en volumen.

Si bien el paso de mezcladura puede incluir mezclar el polvo de vidrio, los granos abrasivos y otros componentes arriba descritos, de acuerdo con una realización particular, el aglomerante y los granos abrasivos pueden mezclarse primeramente en el agua. El agua con los componentes adicionales (es decir, los granos abrasivos y el aglomerante) pueden combinarse luego con el polvo de vidrio, y si está presente, el formador de poros.

Haciendo de nuevo referencia a FIG. 1, después de la mezcladura el polvo de vidrio con los granos abrasivos en el paso 103, el método continúa en el paso 105, por conformación de la mixtura para formar un artículo crudo. La conformación de la mixtura en un artículo crudo puede incluir procesos de conformación que proporcionan al artículo crudo el contorno final deseado o sustancialmente el contorno final deseado. Como se utiliza en esta memoria, el término "artículo crudo" hace referencia a una pieza que no está totalmente sinterizada. De acuerdo con ello, los procesos de conformación pueden incluir procesos tales como colada, moldeo, extrusión, y prensado, o combinaciones de los mismos. De acuerdo con una realización, el proceso de conformación es un proceso de moldeo.

Después de la conformación del artículo crudo en el paso 105, el proceso continúa en el paso 107 e incluye la pre-calcinación del artículo crudo. Generalmente, el paso de pre-calcinación incluye calentar el artículo crudo para facilitar el desprendimiento de las materias volátiles (v.g., agua y/o materiales orgánicos o formadores de poros). Como tal, el calentamiento de la mixtura incluye generalmente calentar a una temperatura mayor que aproximadamente la temperatura ambiente (22°C). De acuerdo con una realización, el proceso de pre-calcinación incluye calentar el artículo crudo a una temperatura no inferior a aproximadamente 100°C, tal como no inferior a

aproximadamente 200°C, o incluso no inferior a aproximadamente 300°C. De acuerdo con una realización particular, el calentamiento se completa entre una temperatura de aproximadamente 22°C y aproximadamente 850°C.

Después de la pre-calcinación del artículo crudo en el paso 107, el proceso continúa en el paso 109, por sinterización del artículo crudo a una temperatura de transformación para formar un artículo abrasivo aglomerado que incluye granos abrasivos en una matriz aglomerante y un producto de reacción que es un compuesto nitrado de metal de transición en la interfase de los granos abrasivos y la matriz aglomerante. Típicamente, la temperatura de transformación es una temperatura que es suficiente para cambiar una porción sustancial de la sustancia reaccionante óxido de metal de transición presente en el polvo de vidrio a un compuesto nitrado de metal de transición. De acuerdo con ello, la temperatura de transformación es por regla general no inferior a aproximadamente 800°C. Otras realizaciones utilizan una temperatura de transformación más alta, tal como no inferior a aproximadamente 1000°C, o no inferior a aproximadamente 1200°C, o incluso no inferior a aproximadamente 1300°C. La temperatura de transformación está comprendida por regla general dentro de un intervalo entre aproximadamente 1000°C y aproximadamente 1800°C, y particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 1100°C y aproximadamente 1500°C.

La sinterización se lleva a cabo generalmente en una atmósfera controlada. De acuerdo con una realización, una atmósfera controlada de este tipo puede incluir una atmósfera no oxidante. Ejemplos de una atmósfera no oxidante pueden incluir una atmósfera inerte, tal como una que utilice un gas noble. De acuerdo con una realización, la atmósfera está constituida por nitrógeno, tal que contiene no menos de aproximadamente 90% en volumen de nitrógeno. Otras realizaciones utilizan una mayor concentración de nitrógeno, tal como no menos de aproximadamente 95% en volumen, o incluso no menos de 99,99% en volumen, de tal modo que la atmósfera está constituida esencialmente por nitrógeno. De acuerdo con una realización, el proceso de sinterización en una atmósfera de nitrógeno comienza con una evacuación inicial de la atmósfera ambiente a una presión reducida no superior a aproximadamente 0,05 bar. En una realización particular, este proceso se repite de tal modo que la cámara de sinterización se evacúa numerosas veces. Después de la evacuación, la cámara de sinterización puede purgarse con nitrógeno gaseoso exento de oxígeno.

Con referencia adicional al proceso de sinterización, un proceso de este tipo se lleva a cabo durante un periodo de tiempo particular. Generalmente, la sinterización se lleva a cabo durante un periodo no inferior a aproximadamente 10 minutos. De acuerdo con otra realización, la sinterización se lleva a cabo durante un periodo tal que no es inferior a aproximadamente 60 minutos, o incluso no inferior a aproximadamente 240 minutos a la temperatura de sinterización. Típicamente, la sinterización se lleva a cabo durante un periodo comprendido entre aproximadamente 20 minutos y aproximadamente 4 horas, y de modo particular entre aproximadamente 30 minutos y aproximadamente 2 horas.

Adicionalmente, durante la sinterización a la temperatura de transformación, la matriz aglomerante tiene generalmente un contenido elevado de una fase amorfa, tal como no menos de aproximadamente 50% en volumen de fase amorfa. Más típicamente, la matriz aglomerante tiene un contenido mayor de fase amorfa, tal como no menos de aproximadamente 60% en volumen, o no menos de aproximadamente 70% en volumen, o incluso no menos de aproximadamente 80% en volumen. El contenido elevado de fase amorfa facilita la transformación de la sustancia reaccionante óxido de metal de transición en un compuesto nitrado de metal de transición en la interfase de los granos abrasivos y la matriz aglomerante.

Después de la sinterización en el paso 109, el abrasivo aglomerado puede sufrir procesamiento opcional en el paso 111, que incluye una operación de enfriamiento para formar una matriz aglomerante que tiene una fase cerámica policristalina. Por ejemplo, el abrasivo aglomerado puede sufrir un enfriamiento controlado y una cristalización opcional controlada a fin de facilitar la cristalización del material de la matriz aglomerante. En tales operaciones, por regla general la velocidad de enfriamiento desde la temperatura de sinterización no es mayor que aproximadamente 50°C/min. Otras realizaciones pueden utilizar una velocidad de enfriamiento menor, tal como no más de aproximadamente 40°C/min, o incluso no más de aproximadamente 30°C/min. De acuerdo con una realización particular, el enfriamiento se lleva a cabo a una velocidad no superior a aproximadamente 20°C/min.

Adicionalmente, el proceso controlado de enfriamiento y cristalización puede incluir un proceso de retención en el cual el artículo abrasivo aglomerado se mantiene a una temperatura de cristalización superior a la temperatura de transición vítrea (T_g) del material matriz aglomerado. Típicamente, el artículo abrasivo aglomerado puede enfriarse a una temperatura no inferior a aproximadamente 100°C por encima de T_g , tal como no inferior a aproximadamente 200°C por encima de T_g , o incluso no inferior a aproximadamente 300°C por encima de T_g . Generalmente, la temperatura de cristalización no es inferior a aproximadamente 800°C, tal como no inferior a aproximadamente 900°C, o incluso no inferior a aproximadamente 1000°C. Particularmente, la temperatura de cristalización está comprendida dentro de un intervalo que va desde aproximadamente 900°C a aproximadamente 1300°C, y más particularmente dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 950°C y aproximadamente 1200°C.

El artículo abrasivo aglomerado se mantiene generalmente a la temperatura de cristalización durante un periodo no inferior a aproximadamente 10 min. En una realización, el artículo abrasivo aglomerado se mantiene a la temperatura de cristalización durante no menos de aproximadamente 20 min, tal como no menos de aproximadamente 60 min, o incluso no menos de aproximadamente 2 horas. Duraciones típicas para mantenimiento

del abrasivo aglomerado a la temperatura de cristalización están comprendidas dentro de un intervalo entre aproximadamente 30 min y aproximadamente 4 horas, y particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 1 hora y aproximadamente 2 horas. Se apreciará que durante este proceso opcional de enfriamiento y cristalización, la atmósfera es la misma que la atmósfera durante el proceso de sinterización y de acuerdo con ello incluye una atmósfera controlada, particularmente una atmósfera exenta de oxígeno y rica en nitrógeno.

En tales realizaciones que utilizan una operación de enfriamiento, la matriz aglomerante puede tener una fase cerámica policristalina importante, de tal modo que no menos de aproximadamente 50% en volumen de la matriz aglomerante es cristalina. De acuerdo con una realización particular, no menos de aproximadamente 60% en volumen, o no menos de aproximadamente 75% en volumen, o incluso no menos de aproximadamente 90% en volumen de la matriz aglomerante puede ser cristalina.

Generalmente, la fase cerámica policristalina incluye una pluralidad de cristalitos o granos cristalinos que tienen un tamaño medio no inferior a aproximadamente 0,05 micrómetros. En una realización particular, el tamaño medio de los cristalitos no es inferior a aproximadamente 1,0 micrómetros, tal como no inferior a aproximadamente 10 micrómetros, o incluso no inferior a aproximadamente 20 micrómetros. Sin embargo, por regla general el tamaño medio de los cristalitos no es mayor que aproximadamente 100 micrómetros, de tal modo que el tamaño medio de los cristalitos está comprendido dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0 micrómetros y 100 micrómetros.

Por regla general, la composición de los cristalitos de la fase cerámica policristalina puede incluir óxido de silicio, óxido de aluminio, o una combinación de ambos. Como tales, los cristalitos de la fase cerámica policristalina pueden incluir cristales tales como cuarzo beta, que pueden incorporar otros óxidos metálicos incorporados en el polvo de vidrio inicial, en solución sólida. En particular, la fase cerámica policristalina puede incluir una fase de silicato de aluminio. De acuerdo con una realización particular, los cristalitos de la fase cerámica policristalina pueden incluir cristales de óxidos compuestos, tales como por ejemplo cordierita, enstatita, zafirina, anortita, celsiana, dióxido, espinela, y beta-espodumeno, en donde el beta-espodumeno en particular se encuentra en solución sólida.

Sin embargo, una porción de la matriz aglomerante puede incluir también una fase amorfa. La fase amorfa, al igual que la fase cerámica policristalina, puede incluir óxido de silicio y óxido de aluminio y especies de óxidos metálicos adicionales que pueden estar presentes en el polvo de vidrio original. Típicamente, la fase amorfa está presente en una cantidad no superior a aproximadamente 50% en volumen del volumen total de la matriz aglomerante. Como tal, la fase amorfa está presente generalmente en una cantidad minoritaria, de tal modo que la misma está presente en una cantidad no superior a aproximadamente 40% en volumen, tal como no superior a aproximadamente 30% en volumen, o menos, tal como no superior a aproximadamente 15% en volumen. De acuerdo con una realización particular, una fase amorfa está presente en una cantidad comprendida entre aproximadamente 0% en volumen y aproximadamente 40% en volumen, y más particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 5,0% en volumen y aproximadamente 20% en volumen.

En el artículo abrasivo aglomerado formado finalmente, los granos abrasivos comprenden por regla general no menos de aproximadamente 25% en volumen del volumen total del artículo abrasivo aglomerado. De acuerdo con algunas realizaciones, los granos abrasivos comprenden generalmente no menos de aproximadamente 35% en volumen, tal como no menos de aproximadamente 45% en volumen, o incluso no menos de aproximadamente 50% en volumen del volumen total del artículo abrasivo aglomerado formado finalmente. De acuerdo con una realización particular, los granos abrasivos comprenden entre aproximadamente 35% en volumen y aproximadamente 60% en volumen del volumen total del artículo abrasivo formado finalmente.

El artículo abrasivo aglomerado incluye generalmente un grado de porosidad que no es inferior a aproximadamente 5,0% en volumen del volumen total del artículo abrasivo aglomerado. Típicamente, la cantidad de porosidad es mayor, tal que la porosidad no es inferior a aproximadamente 10% en volumen, tal como no inferior a aproximadamente 15% en volumen, aproximadamente 20% en volumen, o incluso no inferior a aproximadamente 30% en volumen del volumen total del abrasivo aglomerado. Sin embargo, la cantidad de porosidad es limitada, de tal modo que la porosidad no es mayor que aproximadamente 70% en volumen, tal como no superior a aproximadamente 60% en volumen, o incluso no superior a aproximadamente 50% en volumen. De acuerdo con una realización particular, la porosidad del artículo abrasivo aglomerado está dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 20% en volumen y aproximadamente 50% en volumen. Dicha porosidad es generalmente una combinación de porosidad tanto abierta como cerrada.

En referencia adicional a la porosidad del artículo abrasivo aglomerado, el tamaño medio de poro es por regla general no superior a aproximadamente 500 micrómetros. En una realización, el tamaño medio de poro no es mayor que aproximadamente 250 micrómetros, tal como no superior a aproximadamente 100 micrómetros, o incluso no superior a 75 micrómetros. De acuerdo con una realización particular, el tamaño medio de poro está dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 1,0 micrómetros y aproximadamente 500 micrómetros, y en particular dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 10 micrómetros y aproximadamente 250 micrómetros.

Por regla general, la matriz aglomerante está presente en una cantidad no superior a aproximadamente 60% en volumen del volumen total del artículo abrasivo aglomerado formado finalmente. Como tal, el abrasivo aglomerado

incluye por regla general no más de aproximadamente 50% en volumen de matriz aglomerante, tal como no más de aproximadamente 40% en volumen, o incluso no más de aproximadamente 30% en volumen. De acuerdo con ello, la matriz aglomerante está presente generalmente en una cantidad comprendida entre aproximadamente 10% en volumen y aproximadamente 30% en volumen del volumen total del artículo abrasivo aglomerado formado finalmente.

Se apreciará que la matriz aglomerante incluye aquellos compuestos que estaban presentes inicialmente en el polvo de vidrio inicial, con la excepción de las sustancias reaccionantes óxidos de metales de transición. Es decir, la matriz aglomerante comprende sustancialmente la misma composición que la del polvo de vidrio, incluyendo ésta particularmente los compuestos óxidos metálicos arriba descritos, y particularmente compuestos óxidos metálicos complejos, y más particularmente composiciones basadas en silicatos, tales como por ejemplo, un silicato de aluminio, composición MAS, LAS, BAS, CMAS, o CBAS.

Como se describe en lo que antecede, la matriz aglomerante tiene sustancialmente los mismos compuestos óxidos metálicos que el vidrio inicial, con la excepción de la sustancia reaccionante que es un óxido de metal de transición, que se transforma durante la sinterización in situ en un compuesto nitruro metálico. Como se utiliza en esta memoria, los compuestos nitruros de metales de transición incluyen aquellos compuestos que se añadieron al polvo de vidrio inicial como sustancia reaccionante óxido de metal de transición y existen en el abrasivo aglomerado formado finalmente como un nitruro de metal de transición. De acuerdo con ello, compuestos nitruros de metales de transición incluyen TiN, CrN, VN, ZrN, y NbN o combinaciones o compuestos nitruros complejos de los mismos.

En particular, la cantidad total de compuestos nitruros de metales de transición en el abrasivo aglomerado es por regla general no superior a aproximadamente 20% molar. De acuerdo con otra realización, la cantidad total de uno o más compuestos nitruros de metales de transición no es mayor que aproximadamente 15% molar, tal como no superior a aproximadamente 10% molar. La cantidad total de compuesto nitruro de metal de transición en el abrasivo aglomerado está comprendida típicamente dentro de un intervalo de aproximadamente 1,0% molar a aproximadamente 20% molar, o en particular dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 4,0% molar y aproximadamente 15% molar.

Con referencia a un compuesto nitruro de metal de transición particular, el abrasivo aglomerado incluye por regla general no más de aproximadamente 15% molar de TiN. De acuerdo con otra realización, el abrasivo aglomerado incluye no más de aproximadamente 10% molar de TiN, tal como no más de aproximadamente 8,0% molar, o incluso no más de aproximadamente 6,0% molar de TiN. El contenido de TiN en el abrasivo aglomerado formado finalmente está comprendido por regla general dentro un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 15% molar, y particularmente dentro de un intervalo entre aproximadamente 4,0% molar y aproximadamente 10% molar.

El artículo abrasivo aglomerado formado finalmente puede incluir otros nitruros de metales de transición, tales como CrN. Generalmente, el abrasivo aglomerado incluye por regla general no más de aproximadamente 15% molar de CrN. De acuerdo con otra realización, el abrasivo aglomerado incluye no más de aproximadamente 10% molar de CrN, tal como no más de aproximadamente 8,0% molar, o incluso no más de aproximadamente 6,0% molar de CrN. El contenido de CrN en el abrasivo aglomerado formado finalmente está comprendido por regla general dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 15% molar, y en particular dentro de un intervalo entre aproximadamente 4,0% molar y aproximadamente 10% molar.

Otros nitruros de metales de transición, tales como VN, pueden estar presentes en el artículo abrasivo aglomerado, y en general, el abrasivo aglomerado incluye no más de aproximadamente 15% molar de VN. De acuerdo con otra realización, el abrasivo aglomerado incluye no más de aproximadamente 10% molar de VN, tal como no más de aproximadamente 8,0% molar, o incluso no más de aproximadamente 6,0% molar de VN. El contenido de VN en el abrasivo aglomerado formado finalmente está comprendido por regla general dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 15% molar, y en particular dentro de un intervalo entre aproximadamente 4,0% molar y aproximadamente 10% molar.

El artículo abrasivo aglomerado formado finalmente puede incluir otros nitruros de metales de transición, tales como ZrN. Por regla general, el abrasivo aglomerado incluye por regla general no más de aproximadamente 15% molar de ZrN. De acuerdo con otra realización, el abrasivo aglomerado incluye no más de aproximadamente 10% molar de ZrN, tal como no más de aproximadamente 8,0% molar, o incluso no más de aproximadamente 6,0% molar de ZrN. El contenido de ZrN en el abrasivo aglomerado formado finalmente está comprendido por regla general dentro de un intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 15% molar, y en particular dentro de un intervalo entre aproximadamente 4,0% molar y aproximadamente 10% molar.

Otros nitruros de metales de transición, tales como NbN pueden estar presentes en el artículo abrasivo aglomerado y, por regla general, el abrasivo aglomerado incluye no más de aproximadamente 15% molar de NbN. Generalmente, el abrasivo aglomerado incluye por regla general no más de aproximadamente 15% molar de NbN. De acuerdo con otra realización, el abrasivo aglomerado incluye no más de aproximadamente 10% molar de NbN, tal como no más de aproximadamente 8,0% molar, o incluso no más de aproximadamente 6,0% molar de NbN. El contenido de NbN en el abrasivo aglomerado formado finalmente está comprendido por regla general dentro de un

intervalo entre aproximadamente 1,0% molar y aproximadamente 15% molar, y en particular dentro de un intervalo entre aproximadamente 4,0% molar y aproximadamente 10% molar.

En referencia adicional a la presencia del compuesto nitruro de metal de transición en el abrasivo aglomerado, por regla general, el compuesto nitruro se encuentra en la interfase entre los granos abrasivos y la matriz aglomerante, de tal modo que el mismo está en contacto directo con los granos abrasivos. De acuerdo con una realización, no menos de aproximadamente 50% en volumen del contenido total de compuesto nitruro de metal de transición presente en el abrasivo aglomerado está en contacto directo con los granos abrasivos. Sin embargo, la cantidad de compuesto nitruro de metal de transición en contacto directo con los granos abrasivos puede ser mayor, tal como no inferior a aproximadamente 60% en volumen, no inferior a aproximadamente 75% en volumen, o incluso no inferior a aproximadamente 95% en volumen del volumen total del compuesto nitruro de metal de transición en el abrasivo aglomerado.

Dado que el compuesto nitruro de metal de transición puede formarse en contacto directo con y en la interfase de los granos abrasivos y la matriz aglomerante, por regla general, el compuesto nitruro de metal de transición cubre no menos de aproximadamente 30% de la superficie total disponible de los granos abrasivos. De acuerdo con otras realizaciones, el compuesto nitruro de metal de transición abarca una mayor cantidad de los granos abrasivos, tal como no menos que aproximadamente 40%, o no menos que aproximadamente 50%, o incluso no menos que aproximadamente 75% de la superficie total disponible de los granos abrasivos.

Generalmente, la matriz aglomerante es una fase muy uniforme de tal modo que la misma tiene una fase amorfa, fases cristalinas, o una combinación de ambas como se ha descrito arriba, pero particularmente la matriz aglomerante tiene porosidad y burbujas limitadas. Típicamente, la matriz aglomerante tiene no más de aproximadamente 10% en volumen de burbujas en comparación con el volumen total de la matriz aglomerante. De acuerdo con una realización particular, no más de aproximadamente 5,0% en volumen de la matriz aglomerante son burbujas, tal como no más de aproximadamente 2,0% en volumen, o incluso no más de aproximadamente 1,0% en volumen.

El coeficiente de expansión térmica del material de la matriz aglomerante es típicamente bajo, tal como no superior a aproximadamente $80 \times 10^{-7}/K^{-1}$. De acuerdo con una realización particular, la matriz aglomerante tiene un coeficiente de expansión térmica no superior a aproximadamente $60 \times 10^{-7}/K^{-1}$, tal como no superior a aproximadamente $50 \times 10^{-7}/K^{-1}$, o incluso no superior a aproximadamente $40 \times 10^{-7}/K^{-1}$. Como tal, el coeficiente de expansión térmica de la matriz aglomerante se encuentra típicamente dentro de un intervalo entre aproximadamente $10 \times 10^{-7}/K^{-1}$ y aproximadamente $80 \times 10^{-7}/K^{-1}$.

La matriz aglomerante después de la sinterización tiene generalmente una resistencia a la flexión no inferior a aproximadamente 80 MPa. En otras realizaciones, la resistencia a la flexión de la matriz aglomerante es mayor, tal como no inferior a aproximadamente 90 MPa, no inferior a aproximadamente 100 MPa o, en algunos casos, no inferior a aproximadamente 110 MPa. De acuerdo con una realización particular, la resistencia a la flexión de la matriz aglomerante está dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 90 MPa y aproximadamente 150 MPa.

Además de tales características, la matriz aglomerante después de la sinterización tiene por regla general una tenacidad no inferior a aproximadamente $0,8 \text{ MPa m}^{1/2}$. En otras realizaciones, la tenacidad de la matriz aglomerante puede ser mayor, tal como no inferior a aproximadamente $1,5 \text{ MPa m}^{1/2}$, o incluso no inferior a aproximadamente $2,0 \text{ MPa m}^{1/2}$.

Con referencia a las propiedades del artículo abrasivo aglomerado, generalmente el artículo abrasivo aglomerado conformado tiene un módulo de rotura (MOR) no inferior a aproximadamente 20 MPa. Sin embargo, el MOR puede ser mayor, tal como no inferior a aproximadamente 40 MPa, o incluso no inferior a aproximadamente 50 MPa, o incluso no inferior a aproximadamente 60 MPa. En una realización particular, el MOR del artículo abrasivo aglomerado no es menor que aproximadamente 70 MPa, y típicamente está comprendido dentro de un intervalo entre aproximadamente 50 MPa y aproximadamente 150 MPa.

Con referencia adicional a las propiedades de los artículos abrasivos aglomerados, de acuerdo con una realización, los artículos abrasivos tienen un módulo de elasticidad (MOE) no inferior a aproximadamente 40 GPa. En otra realización, el MOE no es menor que aproximadamente 80 GPa, tal como no inferior a aproximadamente 100 GPa, e incluso no inferior a aproximadamente 140 GPa. Generalmente, el MOE del artículo abrasivo aglomerado está dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 40 GPa y aproximadamente 200 GPa, y en particular dentro de un intervalo entre aproximadamente 60 GPa y aproximadamente 140 GPa.

EJEMPLOS

Haciendo referencia a FIG. 2, la primera imagen, FIG. 2a, ilustra una porción de un artículo abrasivo aglomerado de acuerdo con realizaciones de esta invención. Como se ilustra en FIG. 2a, la porción del abrasivo aglomerado incluye granos abrasivos 205 en una matriz aglomerante 207. Esta muestra incluye una matriz aglomerante de fase cerámica policristalina que tiene una composición de silicato de magnesio y aluminio. La muestra ilustrada en FIG.

2a se calcinó a 1320°C durante 60 minutos en atmósfera de nitrógeno, y se enfrió a una velocidad comprendida entre 3,0°C/min y 8,0°C/min. La segunda imagen, FIG. 2b, ilustra una porción de un artículo abrasivo aglomerado fabricado de acuerdo con otros procesos, particularmente granos abrasivos 209 en una matriz aglomerante 211. Esta muestra es un artículo abrasivo aglomerado que tiene una matriz aglomerante parcialmente cristalizada que comprende un silicato de litio y aluminio. El abrasivo aglomerado de FIG. 2b se calcinó a 1000°C, durante 4 horas en nitrógeno. Cada una de las muestras incluía 50% en volumen de granos abrasivos de nitruro de boro cúbico y 16% en volumen del polvo de vidrio. Generalmente, cada una de las mezclas incluía también aditivos en cantidades de 15% en volumen de agua y 5,0% en volumen de polietilenglicol para uso como aglomerante. La mezcla incluía también aproximadamente 14% en volumen de porosidad natural. Cada una de las muestras tenía aproximadamente 34% en volumen de porosidad, 16% en volumen de matriz aglomerante, y 50% en volumen de granos abrasivos.

En comparación, la matriz aglomerante 211 del abrasivo aglomerado en FIG. 2b ilustra un elevado grado de porosidad y burbujas, particularmente entre los granos abrasivos 209. Además, la matriz aglomerante 211 tiene color no uniforme, ilustrativo de la presencia de fases diferentes, particularmente una fase amorfa y una fase cristalina. Se apreciará que la porosidad y la proporción de burbujas entre los granos abrasivos 209 de la matriz aglomerante 211, definen localizaciones de concentraciones de tensión en la matriz aglomerante 211, creando así una matriz aglomerante más susceptible a la fractura y la rotura. En comparación, la matriz aglomerante 207 de FIG. 2a incluye un material uniforme que tiene un alto grado de cristalinidad, o un grado de porosidad bajo y sustancialmente sin burbujas entre los granos abrasivos, así como una humectación efectiva de los granos abrasivos 205.

Lo que sigue proporciona ejemplos particulares de artículos abrasivos aglomerados producidos de acuerdo con realizaciones proporcionadas en esta memoria en comparación con un artículo abrasivo aglomerado fabricado de acuerdo con otros procesos. La Tabla 2 siguiente ilustra composiciones de polvo de vidrio (% en peso), por lo demás composiciones de matriz aglomerante, de tres muestras (Muestras 1-3) formadas de acuerdo con realizaciones descritas en esta memoria, y una composición de polvo de vidrio (Muestra Comparativa) formada de acuerdo con otros procesos.

Tabla 2

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	B ₂ O ₃	TiO ₂	Zr ₂ O	ZnO
Muestra 1	48,5	0,20	28,9	0,09	12,10	0,07	0,02	2,48	7,75	0,14	
Muestra 2	44,70	0,02	27,9	0,05	14,30	0,10		4,85	7,90		
Muestra 3	55,70	0,02	17,50	0,30	19,60	0,17	0,09	2,90	3,73		
Muestra Comparativa	50,80	0,10	18,9	0,15	18,8	0,03		5,36	0,02		5,93

La formación de las Muestras ilustradas en la Tabla 2 se realizó utilizando los mismos procesos que se han proporcionado anteriormente de acuerdo con la descripción para las Muestras de la Tabla 1. Cada una de las composiciones de vidrio se molió para producir un polvo que tenía un tamaño medio de partícula de aproximadamente 12 micrómetros y un contenido elevado de fase amorfa, del orden de al menos 80% en volumen. El polvo de vidrio se combinó luego con granos abrasivos de nitruro de boro cúbico que tenían un tamaño medio de grano de aproximadamente 115 micrómetros. La mezcla incluye 50% en volumen de granos abrasivos de nitruro de boro cúbico y 16% en volumen del polvo de vidrio. Generalmente, cada una de las mezclas incluía también aditivos en cantidades de 15% en volumen de agua y 5,0% en volumen de polietilenglicol para uso como aglomerante. La mezcla incluía también aproximadamente 14% en volumen de porosidad natural.

Las muestras se conformaron luego en artículos crudos por moldeo de la mezcla utilizando un molde de compresión. Después de la conformación, los artículos crudos se precalcinaron a una temperatura de aproximadamente 850°C para eliminar los componentes orgánicos y las especies de volatilidad baja y favorecer la formación del artículo abrasivo aglomerado final.

Después del proceso de precalcificación, los artículos crudos se sinterizaron. Las muestras 1-3 se sinterizaron a temperaturas elevadas, comprendidas típicamente entre 1320°C y 1380°C durante 60 minutos, en una atmósfera rica en nitrógeno a aproximadamente 1,1 atm. Las muestras 1-3 se enfriaron a una velocidad comprendida entre 8,0°C/min y 13°C/min. La Muestra Comparativa se sinterizó a una temperatura de 1050°C durante aproximadamente 60 minutos en nitrógeno. Todas las muestras tenían aproximadamente 34% en volumen de porosidad, 16% en volumen de matriz aglomerante, y 50% en volumen de granos abrasivos.

Con referencia a FIG. 3, se proporciona una gráfica que ilustra el módulo de elasticidad para las Muestras 1-3 y la Muestra Comparativa. Como se ilustra por la gráfica de FIG. 3, las Muestras 1-3 exhiben un módulo de elasticidad mejorado con respecto a la muestra comparativa. Todas y cada una de las Muestras 1-3 exhiben un módulo de elasticidad que excede de 100 GPa, y típicamente al menos 120 GPa, y en algunos casos superior a 140 GPa. En comparación, la Muestra Comparativa tiene un módulo de elasticidad de aproximadamente 63 GPa.

Haciendo referencia a FIG. 4, se ilustra una gráfica que proporciona el módulo de rotura de las Muestras 1-3 y la Muestra Comparativa. Generalmente, los artículos abrasivos aglomerados de las Muestras 1-3 exhiben un módulo de rotura mejorado con respecto al de la Muestra Comparativa. Particularmente, las Muestras 1-3 tienen un módulo de rotura (MOR) mayor que aproximadamente 60 MPa, mientras que la Muestra Comparativa tiene un MOR de 23 MPa. Particularmente, las Muestras 1 y 2 tienen un MOR que excede de 70, y en particular la Muestra 1 tiene un MOR que es aproximadamente 75, prácticamente 4 veces mayor que la Muestra Comparativa.

Haciendo referencia a FIG. 5, se proporciona una gráfica que ilustra la dureza de las muestras abrasivas aglomeradas. Particularmente, cada una de las Muestras 1-3 exhibe una dureza mayor que la de la Muestra Comparativa. Las Muestras 1-3 ilustran una dureza mayor que 90 (Escala H de Dureza Rockwell), y como valor típico al menos aproximadamente 100. En particular, las Muestras 2 y 3 tienen una dureza que excede de 100, y la Muestra 3 tiene una dureza prácticamente de 105. La Muestra Comparativa carecía de dureza suficiente para medición exacta, pero se espera que tuviera una dureza menor que 70.

De acuerdo con las realizaciones de esta memoria, se proporcionan artículos abrasivos aglomerados que tienen propiedades mejoradas. Si bien estas referencias describen la formación de partículas superabrasivas recubiertas en una matriz aglomerante vítrea, tales descripciones están limitadas por sus composiciones de matriz aglomerante, procesos de recubrimiento, y procesos de conformación. Los abrasivos aglomerados convencionales añaden típicamente fundentes a la composición de la matriz aglomerante para rebajar la temperatura de sinterización necesaria. Se cree que las temperaturas de sinterización más bajas son ventajosas en cuanto a coste, eficiencia, y degradación reducida de los componentes abrasivos aglomerados, particularmente los granos abrasivos. Además, los superabrasivos convencionales recubiertos son típicamente herramientas de corte que tienen una matriz aglomerante metálica, no artículos abrasivos aglomerados para aplicaciones de molienda. En contraste, las realizaciones de esta invención utilizan una combinación de características diferentes que incluyen composiciones de matriz aglomerante, procesos de sinterización, reacciones in situ y transformación de óxidos en nitruros, y procesos de cristalización. Adicionalmente, los artículos abrasivos aglomerados formados finalmente de esta invención combinan cierto número de características, particularmente porosidad alta, humectación superior entre el aglomerante y los granos abrasivos, una matriz aglomerante de alta solidez que tiene porosidad y contenido en burbujas bajos, y compuestos nitruros de metales de transición producidos por la reacción formados en la interfase entre los granos abrasivos y la matriz aglomerante.

Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en el contexto de realizaciones específicas, no debe interpretarse que la misma se limita a los detalles expuestos, dado que pueden hacerse diversas modificaciones y sustituciones sin desviarse en modo alguno del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo abrasivo aglomerado que comprende:
granos abrasivos que comprenden nitruro de boro cúbico en una matriz aglomerante que comprende un silicato, y un producto de reacción en la interfase entre los granos abrasivos y la matriz aglomerante que comprende un nitruro de metal de transición.
2. El abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, en el cual el compuesto nitruro de metal de transición se selecciona del grupo constituido por TiN, CrN, VN, ZrN, y NbN.
3. El abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, en el cual el compuesto nitruro de metal de transición comprende TiN.
4. El abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, en el cual el compuesto nitruro de metal de transición comprende CrN.
5. El abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, en el cual no menos de 50% en volumen del nitruro de metal de transición está en contacto directo con los granos abrasivos.
6. El abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, en el cual la matriz aglomerante comprende adicionalmente al menos un elemento seleccionado del grupo de elementos constituidos por óxido de litio, óxido de magnesio, óxido de calcio, óxido de bario, óxido de sodio, óxido de potasio, óxido de boro, óxido de circonio, óxido de titanio, óxido de cinc, óxido de itrio, óxido de hierro, óxido de cesio, óxido de lantano y óxido de bismuto.
7. El abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, en el cual la matriz aglomerante comprende no menos de 50% en volumen de una fase cerámica policristalina.
8. Un método que comprende:
proporcionar un polvo de vidrio que comprende un compuesto óxido de metal de transición;
combinar el polvo de vidrio con granos abrasivos que comprenden nitruro de boro cúbico;
conformar el polvo de vidrio y los granos abrasivos para formar un artículo crudo; y
sinterizar el artículo crudo a una temperatura de transformación a fin de formar granos abrasivos en una matriz aglomerante vítrea, cambiando la temperatura de transformación el compuesto óxido de metal de transición en un compuesto nitruro de metal de transición en la interfase de los granos abrasivos y la matriz aglomerante vítrea.
9. El método de la reivindicación 8, en el cual la temperatura de transformación no es menor que 800°C.
10. El método de la reivindicación 1, en el cual el polvo de vidrio comprende un compuesto óxido metálico descrito por la ecuación general aM_2O , bMO , cM_2O_3 , dMO_2 , en el cual la cantidad (fracción molar) de los compuestos óxidos metálicos comprende $0,30 \geq a \geq 0$, $0,60 \geq b \geq 0$, $0,50 \geq c \geq 0$, y $0,80 \geq d \geq 0,20$.
11. El método de la reivindicación 10, en el cual el compuesto óxido metálico M_2O comprende uno de los compuestos óxidos metálicos seleccionados del grupo constituido por Li_2O , Na_2O , K_2O , y Cs_2O .
12. El método de la reivindicación 10, en el cual el compuesto óxido metálico MO comprende uno de los compuestos óxidos metálicos seleccionados del grupo constituido por MgO , CaO , SrO , BaO , y ZnO .
13. El método de la reivindicación 10, en el cual el compuesto óxido metálico M_2O_3 comprende uno de los compuestos óxidos metálicos seleccionados del grupo constituido por Al_2O_3 , B_2O_3 , Y_2O_3 , Fe_2O_3 , Bi_2O_3 , y La_2O_3 .
14. El método de la reivindicación 10, en el cual el compuesto óxido metálico dMO_2 comprende uno de los compuestos óxidos metálicos seleccionados del grupo constituido por SiO_2 , TiO_2 , y ZrO_2 .
15. El método de la reivindicación 8, en el cual el método comprende adicionalmente una operación de enfriamiento, en la cual durante el enfriamiento el artículo abrasivo aglomerado se mantiene a una temperatura de cristalización no inferior a 100°C por encima de la temperatura de transición vítrea del material de la matriz aglomerante

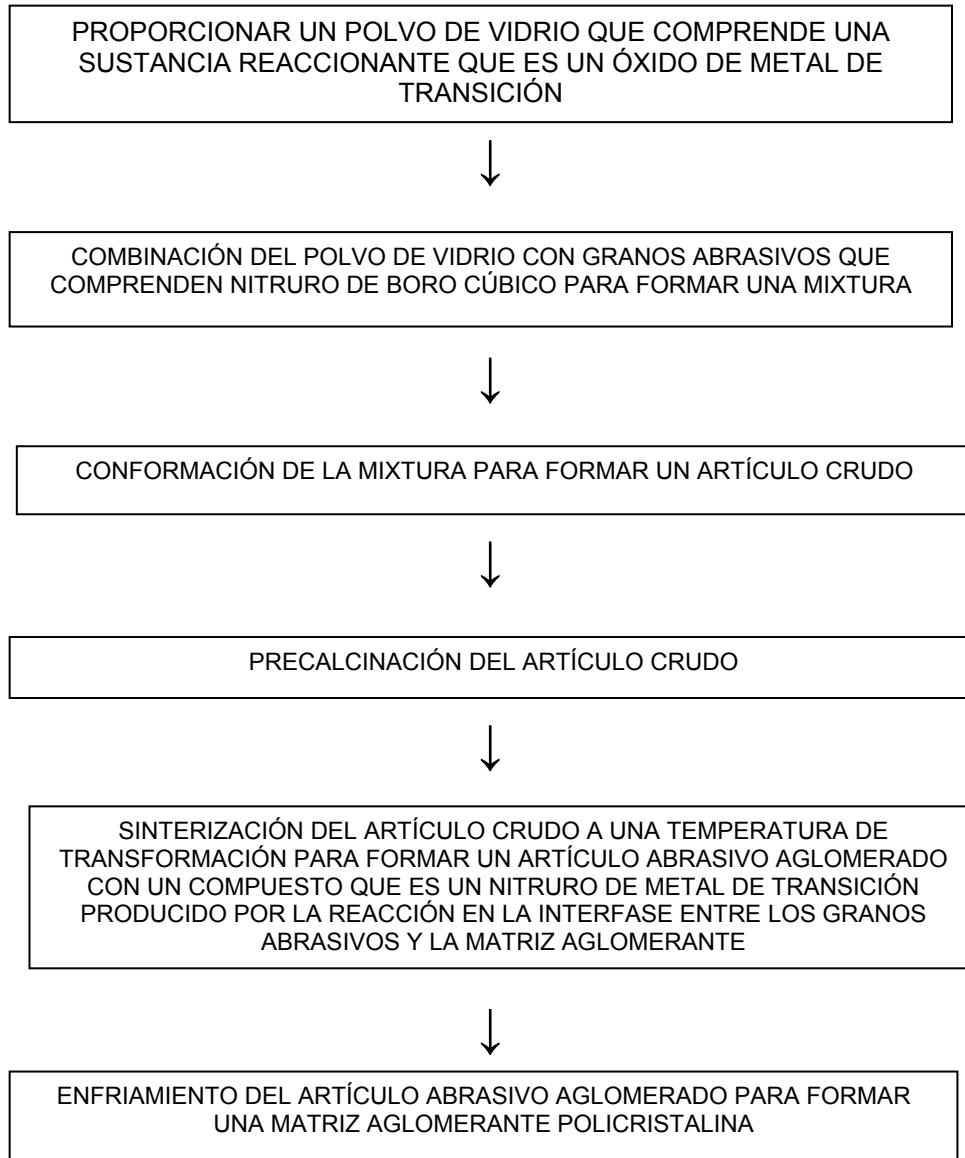


FIG. 1

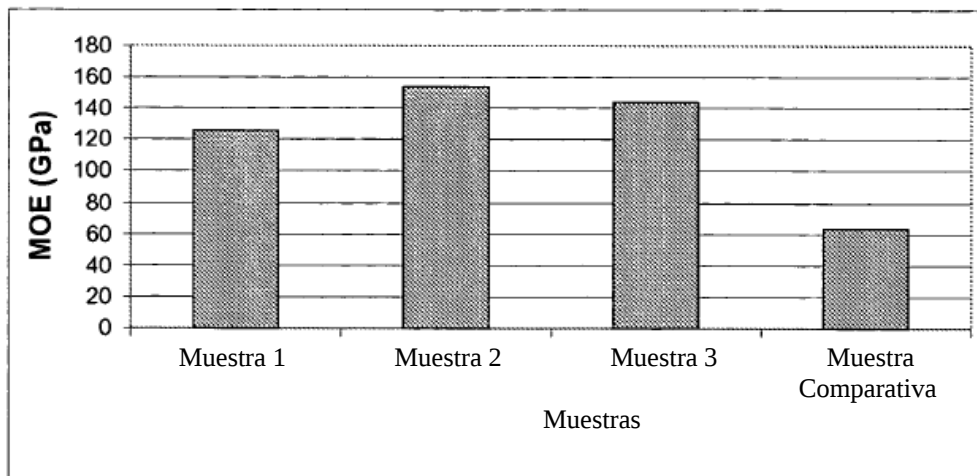
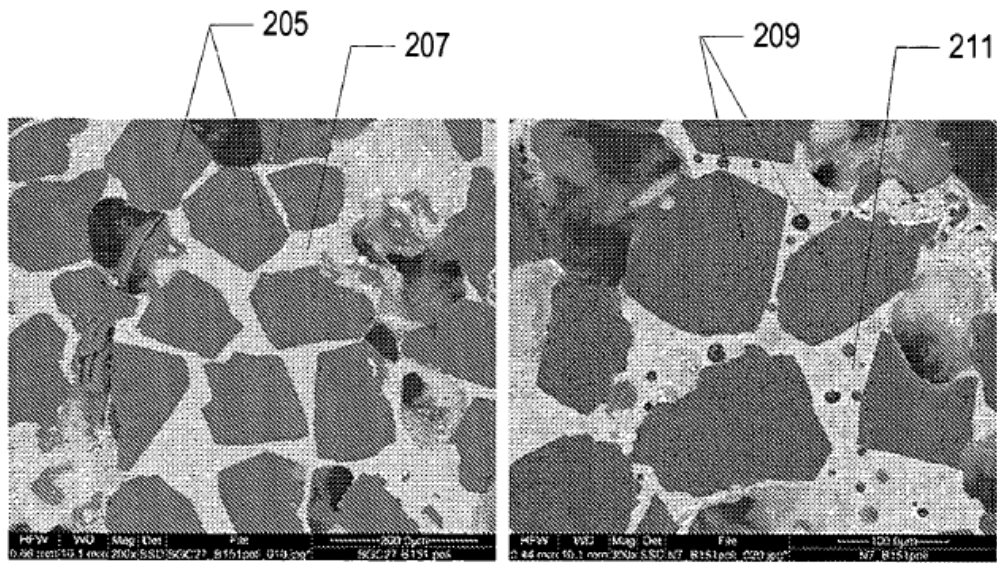


FIG. 3

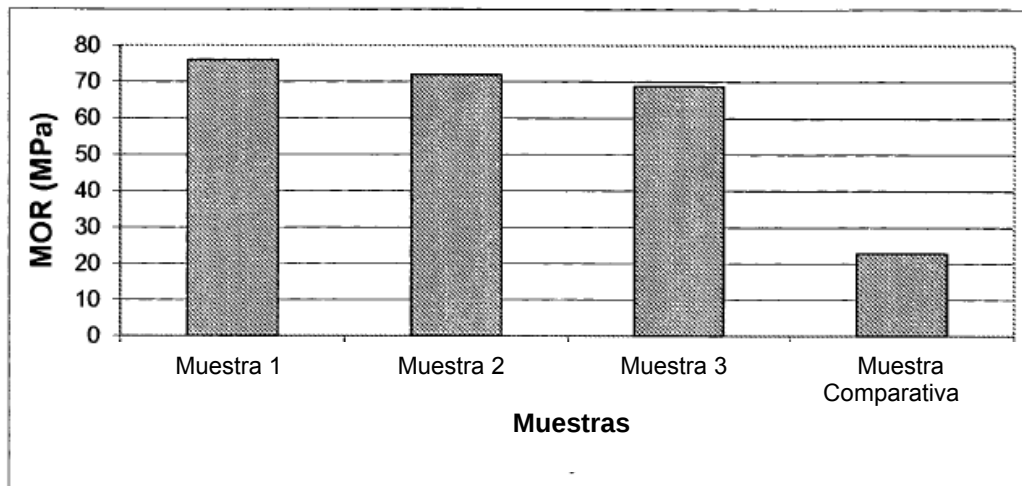


FIG. 4

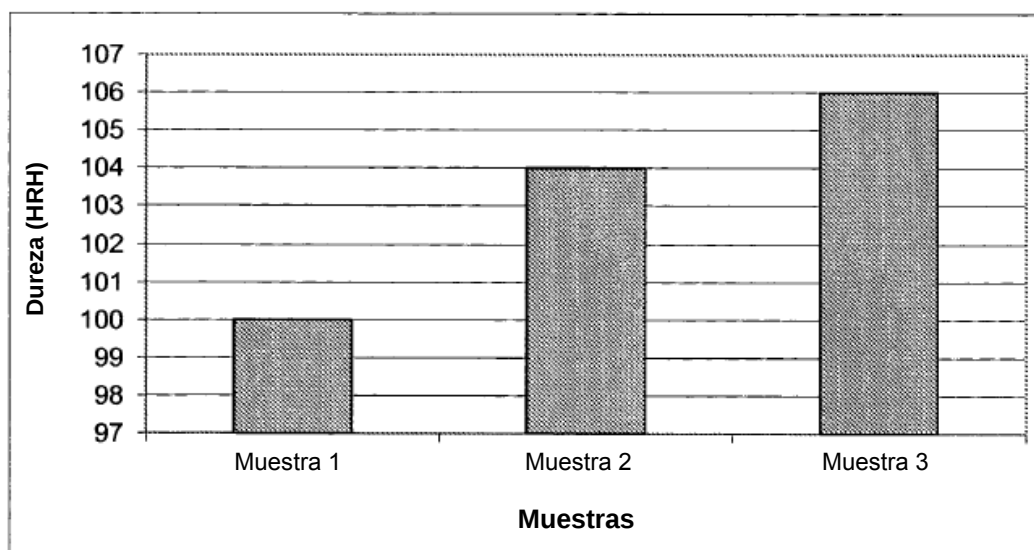


FIG. 5