

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 498**

51 Int. Cl.:

B24D 3/04 (2006.01)

B24D 3/06 (2006.01)

B24D 3/14 (2006.01)

B24D 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2015 PCT/US2015/068167**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.07.2016 WO16109735**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2015 E 15876306 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 3240656**

54 Título: **Artículos abrasivos y procedimientos para formar los mismos**

30 Prioridad:

30.12.2014 US 201462097848 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.10.2020

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. (50.0%)
1 New Bond Street
Worcester, MA 01606-2698, US y
SAINT-GOBAIN ABRASIFS (50.0%)

72 Inventor/es:

SARANGI, NILANJAN;
ZHONG, YANG;
RUKMANI, SANDHYA JAYARAMAN;
BAUER, RALPH y
VUJCIC, STEFAN

74 Agente/Representante:

MORENO NOGALES, Ángeles

ES 2 788 498 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

Artículos abrasivos y procedimientos para formar los mismos

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere en general a artículos abrasivos y, en particular, a artículos abrasivos aglomerados incluyendo alúmina nanocristalina, como es conocido, por ejemplo, del documento WO 99/06500 A1.

10 TÉCNICA ANTERIOR

Los artículos abrasivos aglomerados pueden incluir partículas abrasivas contenidas en una matriz de material aglomerante. Algunos tipos de partículas abrasivas, tales como alúmina microcristalina, pueden ser susceptibles a reacciones químicas a altas temperaturas. Los materiales aglomerantes vítreos tienen tendencia a penetrar y reaccionar con gránulos de alúmina microcristalina durante la formación a alta temperatura de los artículos abrasivos, lo que puede dar lugar a una reducción en la dureza de los abrasivos e incluso a la corrosión de los abrasivos.

La industria continúa demandando una mejora en los artículos abrasivos.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los modos de realización se ilustran a modo de ejemplo y no se limitan en las figuras adjuntas.

La FIG. 1 incluye un diagrama de flujo para formar un artículo abrasivo.

La FIG. 2 incluye una vista en perspectiva de una partícula abrasiva conformada de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 3 incluye una vista en perspectiva de una partícula abrasiva conformada de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 4 incluye una vista en perspectiva de una partícula abrasiva conformada de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 5 incluye una vista en perspectiva de una partícula abrasiva conformada de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 6A incluye una imagen MEB de granos de alúmina microcristalina convencionales.

La FIG. 6B incluye una imagen MEB de granos de alúmina nanocristalina de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 7A incluye una curva del módulo de rotura de muestras abrasivas.

La FIG. 7B incluye una curva del módulo de elasticidad de muestras abrasivas.

La FIG. 8 incluye una curva del valor umbral de potencia de muestras abrasivas.

Los expertos aprecian que los elementos en las figuras se ilustran por simplicidad y claridad y no se han dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos en las figuras se pueden exagerar con respecto a otros elementos para ayudar a mejorar la comprensión de los modos de realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL/DE LOS MODO(S) DE REALIZACIÓN PREFERENTE(S)

La siguiente descripción en combinación con las figuras se proporciona para ayudar a comprender las enseñanzas de la invención, que se define por las reivindicaciones adjuntas.

Los modos de realización se refieren a un procedimiento de formación de un artículo abrasivo que incluye formar una mezcla que incluye el material aglomerante y artículos abrasivos, y formar la mezcla en el artículo abrasivo calentando la mezcla hasta una temperatura de formación. El procedimiento puede facilitar la formación de los artículos abrasivos con una potenciación en el rendimiento.

La FIG. 1 incluye un diagrama de flujo de un procedimiento de formación de un artículo abrasivo de acuerdo con un modo de realización. En la etapa 101, se puede preparar una mezcla que incluye un material aglomerante (o precursor del material aglomerante) y partículas abrasivas que comprenden alúmina nanocristalina. La mezcla puede ser húmeda o seca. El material aglomerante puede estar en forma de un material en polvo que se puede mezclar con las partículas abrasivas. En determinados casos, se pueden utilizar operaciones de mezcla adecuadas para lograr una

dispersión homogénea de los componentes dentro de la mezcla.

La mezcla también puede incluir uno o más aditivos opcionales, incluyendo, por ejemplo, partículas abrasivas secundarias, rellenos y similares. De acuerdo con un modo de realización no limitante, las partículas abrasivas secundarias pueden incluir óxido de alúmina, carburo de silicio, nitruro de boro cúbico, diamante, granos de pedernal y granate, y cualquier combinación de los mismos. En otro modo de realización no limitante, algunos rellenos adecuados pueden incluir materiales orgánicos e inorgánicos. El material de relleno puede ser distinto de las partículas abrasivas. Por ejemplo, los rellenos pueden ser formadores de poros incluyendo, tales como perlas de vidrio huecas, cáscaras de nuez molidas, perlas de material plástico o compuestos orgánicos, partículas de vidrio celular y bolas de alúmina, granos alargados, fibras y combinaciones de los mismos. Otros materiales de relleno pueden incluir pigmentos y/o tintes, fibras, materiales tejidos, materiales no tejidos, partículas, esferas, minerales, nueces, cáscaras, óxidos, alúmina, carburo, nitruros, boruros, materiales orgánicos, materiales poliméricos, materiales naturales, polvos y una combinación de los mismos. En un modo de realización, el relleno se puede seleccionar del grupo que consiste en polvos, gránulos, esferas, fibras, formadores de poros, partículas huecas y una combinación de los mismos. En un modo de realización particular, el relleno puede consistir esencialmente en uno cualquiera de los materiales descritos en el presente documento. En otro modo de realización particular, el relleno puede consistir esencialmente en dos o más de los materiales descritos en los modos de realización en el presente documento.

Después de formar la mezcla en la etapa 101, el procedimiento puede continuar en la etapa 102, que puede incluir tratar térmicamente la mezcla para formar un artículo abrasivo en forma de un cuerpo abrasivo aglomerado que tiene partículas abrasivas que comprenden alúmina nanocrystalina contenida en una red tridimensional de material aglomerante.

De acuerdo con un modo de realización, la mezcla se puede tratar térmicamente a una temperatura de formación. La temperatura de formación puede ser de al menos 900 °C, tal como al menos 950 °C, o al menos 975 °C. De acuerdo con otro modo de realización, la temperatura de formación puede ser no mayor que 1200 °C, tal como no mayor que 1175 °C, no mayor que 1150 °C, no mayor que 1125 °C, o no mayor que 1100 °C. La temperatura de formación de los modos de realización en el presente documento puede proporcionar calor suficiente para que las partículas abrasivas se aglomeren con el material aglomerante, pero ayudan a reducir la reactividad de determinados materiales contenidos en el material aglomerante.

De acuerdo con otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir un material inorgánico, tal como una cerámica. Un material cerámico es una composición que incluye al menos un elemento metálico o metaloide, incluyendo pero sin limitarse a un elemento de metal alcalino, elementos de metales alcalinotérreos, lantanoides, elementos de metales de transición y una combinación de los mismos. Un material cerámico puede incluir óxidos, carburos, nitruros, boruros y una combinación de los mismos. Además, un material cerámico puede incluir una única fase cristalina, una fase policristalina, una fase amorfa y una combinación de las mismas. Se apreciará que un material cerámico puede consistir esencialmente en una única fase cristalina, una fase policristalina o fase amorfa.

De acuerdo con otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir un material vítreo. El material vítreo puede tener una fase amorfa. Por ejemplo, el material aglomerante puede consistir esencialmente en un material vítreo que tiene una fase amorfa. De acuerdo con aún otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir un material no vítreo. El material no vítreo puede incluir una fase policristalina. Todavía en otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir una mezcla de material policristalino y vítreo.

De acuerdo con al menos un modo de realización, el material aglomerante puede incluir óxido de boro (B_2O_3) en un determinado contenido que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El óxido de boro puede estar presente en un determinado porcentaje en peso en comparación con el peso total del material aglomerante. Por ejemplo, el óxido de boro puede ser no mayor que un 30 % en peso, tal como no mayor que un 28 % en peso, no mayor que un 26 % en peso, no mayor que un 24 % en peso, o incluso no mayor que un 22 % en peso. Para otro caso, el material aglomerante puede incluir al menos un 5 % en peso de óxido de boro, tal como al menos un 8 % en peso, al menos un 10 % en peso, al menos un 12 % en peso, o incluso al menos un 15 % en peso. Se entenderá que el porcentaje en peso de óxido de boro en el material aglomerante puede estar dentro de un intervalo de cualquier porcentaje mínimo a máximo indicado anteriormente. Por ejemplo, el material aglomerante puede incluir óxido de boro dentro de un intervalo de un 5 % en peso a un 30 % en peso o dentro de un intervalo de un 8 % en peso a un 22 % en peso.

En otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir óxido de silicio (SiO_2) en un determinado contenido que puede facilitar una mejora en la conformación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El contenido de óxido de silicio en relación con el peso total del material aglomerante puede ser, por ejemplo, no mayor que un 80 % en peso, no mayor que un 75 % en peso, no mayor que un 70 % en peso, no mayor que un 65 % en peso, no mayor que un 55 % en peso, no mayor que un 52 % en peso, o incluso no mayor que un 50 % en peso. En otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir al menos un 25 % en peso de óxido de silicio, tal como al menos un 30 % en peso, al menos un 35 % en peso, al menos un 38 % en peso, o incluso al menos un 40 % en peso. Se apreciará que el contenido de óxido de silicio puede estar dentro de un intervalo de cualquier porcentaje mínimo a máximo indicado anteriormente. Por ejemplo, el contenido de óxido de silicio puede estar dentro de un intervalo de un 35 % en peso a

un 80 % en peso, o dentro de un intervalo de un 40 % en peso a un 65 % en peso. En un modo de realización particular, el contenido de óxido de silicio puede estar dentro de un intervalo de un 40 % en peso a un 50 % en peso.

5 En un modo de realización particular, el material aglomerante puede incluir óxido de boro y óxido de silicio en un determinado contenido que puede facilitar una mejora en la formación y/o el rendimiento del artículo abrasivo. El contenido total de óxido de boro y óxido de silicio puede ser no mayor que un 80 % en peso, tal como no mayor que un 77 % en peso, no mayor que un 75 % en peso, no mayor que un 73 % en peso, no mayor que un 70 % en peso, o incluso no mayor que un 65 % en peso. En otro modo de realización, el contenido total de óxido de boro y óxido de silicio puede ser de al menos un 40 % en peso, al menos un 42 % en peso, al menos un 46 % en peso, al menos un 48 % en peso, o incluso al menos un 50 % en peso. Se apreciará que el contenido total de óxido de boro y óxido de silicio puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de los porcentajes mínimos y máximos divulgados en el presente documento. Por ejemplo, el contenido total de óxido de boro y óxido de silicio puede estar dentro de un intervalo de un 40 % en peso a un 80 % en peso o dentro de un intervalo de un 42 % en peso a un 77 % en peso o dentro de un intervalo de un 46 % en peso a un 73 % en peso o dentro de un intervalo de un 50 % en peso a un 65 % en peso.

20 En determinados casos, el material aglomerante puede tener una proporción particular de óxido de boro y óxido de silicio que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El material aglomerante puede incluir una proporción de porcentaje en peso entre óxido de silicio y óxido de boro que puede ser no mayor que 5,5:1 ($\text{SiO}_2\text{:B}_2\text{O}_3$), tal como no mayor que 5,2:1, no mayor que 5:1, o incluso no mayor que 4,8:1. En otros casos, la proporción de porcentaje en peso entre óxido de silicio y óxido de boro puede ser de al menos 1:1, al menos 1,3:1, al menos 1,5:1, al menos 1,7:1, al menos 2,0:1, o incluso al menos 2,2:1. Se apreciará que la proporción de porcentaje en peso entre óxido de silicio y óxido de boro puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de las proporciones mínimas y máximas indicadas anteriormente, por ejemplo, la proporción puede estar dentro de un intervalo de 1:1 a 5,5:1 o dentro de un intervalo de 1,5:1 a 5,2:1 o dentro de un intervalo de 1,8:1 a 5,0:1 o dentro de un intervalo de 2,2:1 a 4,8:1.

30 De acuerdo con un modo de realización, el material aglomerante puede incluir óxido de aluminio (Al_2O_3) en un contenido que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El contenido de óxido de aluminio en relación con el peso total del material aglomerante puede ser no mayor que un 31 % en peso, tal como no mayor que un 28 % en peso, no mayor que un 25 % en peso, no mayor que un 23 % en peso, o incluso no mayor que un 20 % en peso. En otro modo de realización, el contenido de óxido de aluminio en el material aglomerante puede ser de al menos un 5 % en peso, al menos un 8 % en peso, al menos un 10 % en peso, al menos un 12 % en peso, o incluso al menos un 14 % en peso. Se apreciará que el contenido de óxido de aluminio puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de los porcentajes mínimos y máximos indicados anteriormente, por ejemplo, dentro de un intervalo de un 5 % en peso a un 31 % en peso o dentro de un intervalo de un 10 % en peso a un 25 % en peso.

40 De acuerdo con al menos un modo de realización, el material aglomerante puede incluir un contenido de aluminio y alúmina que puede facilitar una mejora en la formación y/o una mejora en el rendimiento del artículo abrasivo. Por ejemplo, el material aglomerante puede incluir al menos un 15 % en peso de alúmina y metal aluminio ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$) para un peso total del material aglomerante. Todavía en otros casos, el material aglomerante puede incluir al menos un 18 % en peso, tal como al menos un 20 % en peso, al menos un 22 % en peso, o incluso al menos un 24 % en peso de alúmina y metal aluminio ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$) para un peso total del material aglomerante. En otro modo de realización no limitante, el material aglomerante puede incluir no más de un 45 % en peso, tal como no más de un 42 % en peso, no más de un 40 % en peso, no más de un 38 % en peso, no más de un 35 % en peso, o incluso no más de un 32 % en peso de alúmina y metal aluminio para un peso total del material aglomerante. Se apreciará que el material aglomerante puede incluir un contenido de alúmina y metal aluminio dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos y máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido de alúmina y metal aluminio puede estar dentro de un intervalo de un 5 % en peso a un 45 % en peso o dentro de un intervalo de un 10 % en peso a un 40 % en peso o dentro de un intervalo de un 22 % en peso a un 35 % en peso.

55 En un modo de realización, el material aglomerante puede incluir óxido de aluminio y óxido de silicio. Por ejemplo, el contenido total de óxido de aluminio y óxido de silicio en relación con el peso total del material aglomerante puede ser de al menos un 50 % en peso, tal como al menos un 52 % en peso, al menos un 56 % en peso, al menos un 58 % en peso, o incluso al menos un 60 % en peso. En otro modo de realización, el contenido total de óxido de aluminio y óxido de silicio puede ser no mayor que un 80 % en peso, no mayor que un 77 % en peso, no mayor que un 75 % en peso, o incluso no mayor que un 73 % en peso. Se apreciará que el contenido total de óxido de aluminio y óxido de silicio puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente, por ejemplo, el contenido total puede estar dentro de un intervalo de un 50 % en peso a un 80 % en peso, dentro de un intervalo de un 56 % en peso a un 75 % en peso, o incluso dentro de un intervalo de un 60 % en peso a un 73 % en peso.

65 En determinados casos, el óxido de silicio y el óxido de aluminio pueden estar presentes en una proporción de porcentaje en peso particular que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. La proporción de porcentaje en peso de óxido de silicio con respecto a óxido de aluminio ($\text{SiO}_2\text{:Al}_2\text{O}_3$) puede ser, por ejemplo, no mayor que 2,5:1, tal como no mayor que 2,2:1, o incluso no mayor que 2:1. En otros casos, la proporción

de porcentaje en peso de óxido de silicio con respecto a óxido de aluminio puede ser de al menos 1:1, al menos 1,3:1, al menos 1,5:1, o incluso al menos 1,7:1. Se apreciará que la proporción de porcentaje en peso de óxido de silicio y óxido de aluminio puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de las proporciones mínimas y máximas indicadas anteriormente, por ejemplo, la proporción puede estar dentro de un intervalo de 1:1 a 2,5:1 o dentro de un intervalo de 1,3:1 a 2,2:1.

De acuerdo con al menos un modo de realización, el material aglomerante puede incluir al menos un compuesto de óxido alcalinotérreo (RO) en un contenido que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El contenido total de compuestos de óxido alcalinotérreo en relación con el peso total del material aglomerante puede ser no mayor que un 3,0 % en peso, no mayor que un 2,5 % en peso, o no mayor que un 2 % en peso. En otro modo de realización, el contenido total de compuestos de óxido alcalinotérreo (RO) puede ser de al menos un 0,5 % en peso o al menos un 0,8 % en peso. Se apreciará que el contenido total de compuestos de óxido alcalinotérreo puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente, por ejemplo, el contenido total puede estar dentro de un intervalo de un 0,5 % en peso a un 3,0 % en peso o dentro de un intervalo de un 0,8 % en peso a un 2,5 % en peso.

En un modo de realización particular, los compuestos de óxido alcalinotérreo pueden incluir óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO), óxido de bario (BaO), óxido de estroncio (SrO) o similares. En otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir no más de tres compuestos de óxido alcalinotérreo diferentes. Por ejemplo, el material aglomerante puede incluir no más de tres compuestos de óxido alcalinotérreo diferentes seleccionados del grupo de óxido de calcio, óxido de magnesio, óxido de bario y óxido de estroncio.

De acuerdo con otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir óxido de calcio (CaO) en un contenido que facilita una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El contenido de óxido de calcio puede ser de al menos un 0,5 % en peso para un peso total del material aglomerante, tal como al menos un 0,8 % en peso, o al menos un 1 % en peso. Aún en otro modo de realización, el contenido de óxido de calcio puede ser no mayor que un 3 % en peso, tal como no mayor que un 2,8 % en peso, no mayor que un 2,5 % en peso, no mayor que un 2 % en peso, o no mayor que un 1,7 % en peso. Se apreciará que el contenido de compuestos de óxido de calcio puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente, por ejemplo, el contenido total puede estar dentro de un intervalo de un 0,5 % en peso a un 3,0 % en peso, dentro de un intervalo de un 0,8 % en peso a un 2,5 % en peso, o dentro de un intervalo de un 1 % en peso a un 1,7 % en peso.

De acuerdo con otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir un compuesto de óxido alcalino (R₂O). Los compuestos de óxido alcalino ejemplares pueden incluir óxido de litio (Li₂O), óxido de sodio (Na₂O), óxido de potasio (K₂O), óxido de cesio (Cs₂O), o similares. En otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir al menos un compuesto de óxido alcalino. En particular, el compuesto de óxido alcalino se puede seleccionar del grupo de compuestos que consiste en óxido de litio (Li₂O), óxido de sodio (Na₂O), óxido de potasio (K₂O), óxido de cesio (Cs₂O), y una combinación de los mismos.

De acuerdo con otro modo de realización, el contenido total de los compuestos de óxido alcalino en relación con el peso total del material aglomerante puede ser no mayor que un 25 % en peso, no mayor que un 22 % en peso, o no mayor que un 20 % en peso. Para otro caso, el contenido total de los compuestos de óxido alcalino puede ser de al menos un 3 % en peso, al menos un 5 % en peso, al menos un 7 % en peso o al menos un 9 % en peso. Se apreciará que el contenido total de compuestos de óxido alcalino puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente, incluyendo, por ejemplo, dentro de un intervalo de un 3 % en peso a un 25 % en peso o dentro de un intervalo de un 7 % en peso a un 22 % en peso.

Por ejemplo, el material aglomerante puede incluir óxido de litio (Li₂O) en un contenido que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El contenido de óxido de litio en relación con el peso total del material aglomerante puede ser de al menos un 1 % en peso, tal como al menos un 1,5 % en peso o al menos un 2 % en peso. En otro caso, el contenido de óxido de litio puede ser no mayor que un 7 % en peso, no mayor que un 6,5 % en peso, no mayor que un 6 % en peso, no mayor que un 5,5 % en peso, o no mayor que un 5 % en peso. Se apreciará que el contenido de óxido de litio puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente, incluyendo, por ejemplo, dentro de un intervalo de un 1 % en peso a un 7 % en peso o de un 1,5 % en peso a un 6 % en peso. En otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir una cantidad traza de Li₂O o estar esencialmente libre de Li₂O.

Para otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir óxido de sodio (Na₂O) en un contenido que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El contenido de óxido de sodio en relación con el peso total del material aglomerante puede ser de, por ejemplo, al menos un 3 % en peso, al menos un 4 % en peso, o al menos un 5 % en peso. Para otro ejemplo, el contenido de óxido de sodio puede ser no mayor que un 14 % en peso, tal como no mayor que un 13 % en peso, no mayor que un 12 % en peso, no mayor que un 11 % en peso, o no mayor que un 10 % en peso. Se apreciará que el contenido de óxido de sodio puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente, incluyendo, por ejemplo, dentro de un intervalo de un 3 % en peso a un 14 % en peso o dentro de un intervalo de un 4 % en peso a un 11 % en peso.

En otro modo de realización, el material aglomerante puede incluir óxido de potasio (K_2O) en un contenido que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. Por ejemplo, el contenido de óxido de potasio para el peso total del material aglomerante puede ser de al menos un 1 % en peso, al menos un 1,5 % en peso o al menos un 2 % en peso. Para al menos un modo de realización no limitante, el contenido de óxido de potasio puede ser no mayor que un 7 % en peso, tal como no mayor que un 6,5 % en peso, no mayor que un 6 % en peso, no mayor que un 5,5 % en peso, o no mayor que un 5 % en peso. Se apreciará que el contenido de óxido de potasio puede estar dentro de un intervalo de cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente, incluyendo por ejemplo, dentro de un intervalo de un 1 % en peso a un 7 % en peso o de un 1,5 % en peso a un 6,5 % en peso.

En determinados modos de realización, el material aglomerante puede incluir óxido de fósforo (P_2O_5) en un contenido que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. Por ejemplo, el contenido de óxido de fósforo para el peso total del material aglomerante puede ser no mayor que un 3,0 % en peso, tal como no mayor que un 2,0 % en peso o no mayor que un 1,0 % en peso. En un modo de realización particular, el material aglomerante puede estar esencialmente libre de óxido de fósforo.

De acuerdo con un modo de realización, el material aglomerante puede incluir una composición esencialmente libre de determinados compuestos de óxido. Por ejemplo, el material aglomerante puede incluir una composición esencialmente libre de compuestos de óxido seleccionados del grupo que consiste en TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO_2 , $ZrSiO_2$, $COAl_2O_4$ y MgO .

De acuerdo con al menos un modo de realización, las partículas abrasivas pueden incluir alúmina nanocristalina que tiene tamaños de cristalita promedio particulares. Por ejemplo, el tamaño de cristalita promedio de las partículas de alúmina nanocristalina puede ser no mayor que 0,15 micrómetros, tal como no mayor que 0,14 micrómetros, no mayor que 0,13 micrómetros, o no mayor que 0,12 micrómetros, o incluso no mayor que 0,11 micrómetros. En otro modo de realización, el tamaño de cristalita promedio puede ser de al menos 0,01 micrómetros, tal como al menos 0,02 micrómetros, al menos 0,05 micrómetros, al menos 0,06 micrómetros, al menos 0,07 micrómetros, al menos 0,08 micrómetros o al menos aproximadamente 0,09 micrómetros. Se apreciará que el tamaño de cristalita promedio puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los valores mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el tamaño de cristalita promedio puede estar dentro de un intervalo de 0,01 micrómetros a 0,15 micrómetros, de 0,05 micrómetros a 0,14 micrómetros, o de 0,07 micrómetros a 0,14 micrómetros. En un modo de realización particular, el tamaño de cristalita puede estar dentro de un intervalo de 0,08 micrómetros a 0,14 micrómetros.

El tamaño de cristalita promedio se puede medir en base al procedimiento de intersección no corregido usando fotomicrografías de microscopio electrónico de barrido (MEB). Se preparan muestras de granos abrasivos preparando una montura de baquelita en resina epoxídica, a continuación se pule con mezcla de pulimento de diamante usando una unidad de pulido Struers Tegramin 30. Después de pulir el epoxi se calienta en una placa caliente, a continuación se graba térmicamente la superficie pulida durante 5 minutos a 150 °C por debajo de la temperatura de sinterización. Se montan granos individuales (5-10 gránulos) en la montura de MEB, a continuación se recubren de oro para la preparación de MEB. Se toman fotomicrografías de MEB de tres partículas abrasivas individuales con un aumento de aproximadamente 50.000X, a continuación se calcula el tamaño de cristalita no corregido se usando las siguientes etapas: 1) dibujar líneas diagonales desde una esquina a la esquina opuesta de la vista de estructura cristalina, excluyendo la banda de datos negra en la parte inferior de la foto (véanse, por ejemplo, las FIGS. 7A y 7B); 2) medir la longitud de las líneas diagonales como L1 y L2 a los 0,1 centímetros más cercanos; 3) contar el número de límites de grano intersecados por cada una de las líneas diagonales (es decir, intersecciones de límite de grano I1 e I2) y registrar este número para cada una de las líneas diagonales, 4) determinar un número de barras calculado midiendo la longitud (en centímetros) de la barra de micrómetros (es decir, "longitud de barra") en la parte inferior de cada fotomicrografía o pantalla de visualización, y dividir la longitud de barra (en micrómetros) entre la longitud de barra (en centímetros); 5) sumar los centímetros totales de las líneas diagonales dibujadas en la microfotografía (L1 + L2) para obtener una suma de las longitudes diagonales; 6) añadir los números de intersecciones de límite de grano para ambas líneas diagonales (I1 + I2) para obtener una suma de las intersecciones de límite de grano; 7) dividir la suma de las longitudes diagonales (L1 + L2) en centímetros entre la suma de las intersecciones de límite de grano (I1 + I2) y multiplicar este número por el número de barras calculado. Este procedimiento se completa al menos tres veces diferentes para tres muestras diferentes seleccionadas al azar para obtener un tamaño de cristalita promedio.

Como ejemplo de cálculo del número de barras, se supone que la longitud de barra como se proporciona en una foto es de 0,4 micrómetros. Usando una regla, la longitud de barra medida en centímetros es de 2 cm. La longitud de barra de 0,4 micrómetros se divide entre 2 cm y es igual a 0,2 um/cm como el número de barra calculado. El tamaño cristalino promedio se calcula dividiendo la suma de las longitudes diagonales (L1+L2) en centímetros entre la suma de las intersecciones de límite de grano (I1+I2) y multiplicando este número por el número de barra calculado.

De acuerdo con un modo de realización, la alúmina nanocristalina puede incluir al menos un 51 % en peso de alúmina en relación con el peso total de las partículas abrasivas. Por ejemplo, el contenido de alúmina dentro de la alúmina nanocristalina puede ser de al menos aproximadamente un 60 % en peso, al menos un 70 % en peso, al menos un 80 % en peso, al menos aproximadamente un 85 % en peso, o incluso mayor, tal como al menos un 90 % en peso, al menos un 92 % en peso, al menos un 93 % en peso, o al menos un 94 % en peso. En un modo de realización no limitante, el contenido de alúmina puede ser no mayor que un 99,9 % en peso, tal como no mayor que un 99 % en

peso, no mayor que un 98,5 % en peso, no mayor que un 98 % en peso, no mayor que un 97,5 % en peso, no mayor que un 97 % en peso, no mayor que un 96,5 % en peso, o no mayor que un 96 % en peso. Se apreciará que el contenido de alúmina puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido puede estar dentro de un intervalo de un 60 % en peso a un 99,9 % en peso, dentro de un intervalo de un 70 % en peso a un 99 % en peso, dentro de un intervalo de un 85 % en peso a un 98 % en peso, o dentro de un intervalo de un 90 % en peso a un 96,5 % en peso. En un modo de realización particular, la alúmina monocristalina puede consistir esencialmente en alúmina, tal como alúmina alfa.

Como se describe en el presente documento, la alúmina nanocristalina puede tener muchos rasgos característicos particulares. Estos rasgos característicos se pueden aplicar de forma similar a las partículas abrasivas. Por ejemplo, las partículas abrasivas pueden incluir un porcentaje en peso de alúmina para el peso total de las partículas abrasivas que es similar al contenido de la alúmina en relación con el peso total de la alúmina nanocristalina. Por ejemplo, el contenido de la alúmina en las partículas abrasivas para el peso total de las partículas abrasivas puede ser de al menos un 60 % en peso, tal como al menos un 70 % en peso, al menos un 80 % en peso, al menos un 85 % en peso, al menos un 90 % en peso, al menos un 92 % en peso, al menos un 93 % en peso o al menos un 94 % en peso. Para otro caso, el contenido de alúmina en las partículas abrasivas puede ser no mayor que un 99,9 % en peso, tal como no mayor que un 99 % en peso, no mayor que un 98,5 % en peso, no mayor que un 98 % en peso, no mayor que un 97,5 % en peso, no mayor que un 97 % en peso, no mayor que un 96,5 % en peso, o no mayor que un 96 % en peso. Se apreciará que las partículas abrasivas pueden incluir la alúmina en el contenido dentro de un intervalo de porcentajes mínimos y máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido puede estar dentro de un intervalo de un 60 % en peso a un 99,9 % en peso, dentro de un intervalo de un 70 % en peso a un 99 % en peso, dentro de un intervalo de un 85 % en peso a un 98 % en peso, o dentro de un intervalo de un 90 % en peso a un 96,5 % en peso. En un modo de realización particular, las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en alúmina, tal como alúmina alfa.

De acuerdo con un modo de realización, la alúmina nanocristalina puede incluir al menos un aditivo. El aditivo puede incluir un elemento de metal de transición, un elemento de tierras raras, un elemento de metal alcalino, un elemento de metal alcalinotérreo, silicio o una combinación de los mismos. En otro modo de realización, el aditivo se puede seleccionar del grupo que consiste en un elemento de metal de transición, un elemento de tierras raras, un elemento de metal alcalino, un elemento de metal alcalinotérreo, silicio y una combinación de los mismos. Se apreciará que el aditivo descrito en los modos de realización asociados con la alúmina nanocristalina se puede aplicar a las partículas abrasivas. En un modo de realización, las partículas abrasivas pueden incluir uno o más de los aditivos descritos en el presente documento.

En otro modo de realización, el aditivo puede incluir un material que incluye, por ejemplo, magnesio, circonio, calcio, silicio, hierro, itrio, lantano, cerio o una combinación de los mismos. En otro modo de realización, el aditivo puede incluir al menos dos materiales seleccionados del grupo que consiste en magnesio, circonio, calcio, silicio, hierro, itrio, lantano y cerio. Se apreciará que la alúmina nanocristalina puede consistir esencialmente en alúmina y uno o más aditivos indicados anteriormente. También se apreciará que las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en alúmina y uno o más aditivos indicados anteriormente.

De acuerdo con un modo de realización, el contenido total de aditivos en relación con el peso total de las partículas de alúmina nanocristalina puede ser no mayor que un 12 % en peso, tal como no mayor que un 11 % en peso, no mayor que un 10 % en peso, no mayor que un 9,5 % en peso, no mayor que un 9 % en peso, no mayor que un 8,5 % en peso, no mayor que un 8 % en peso, no mayor que un 7,5 % en peso, no mayor que un 7 % en peso, no mayor que un 6,5 % en peso, no mayor que un 6 % en peso, no mayor que un 5,8 % en peso, no mayor que un 5,5 % en peso, o mayor que un 5,3 % en peso, o no mayor que un 5 % en peso. En otro modo de realización, el contenido total de aditivos puede ser de al menos un 0,1 % en peso, tal como al menos un 0,3 % en peso, al menos un 0,5 % en peso, al menos un 0,7 % en peso, al menos un 1 % en peso, al menos un 1,3 % en peso, al menos un 1,5 % en peso, o al menos un 1,7 % en peso, al menos un 2 % en peso, al menos un 2,3 % en peso, al menos un 2,5 % en peso, al menos un 2,7 % en peso, o incluso al menos un 3 % en peso. Se apreciará que el contenido total de aditivos dentro de la alúmina nanocristalina puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido total puede estar dentro de un intervalo de un 0,1 % en peso a un 12 % en peso, tal como dentro de un intervalo de un 0,7 % en peso a un 9,5 % en peso, o dentro de un intervalo de un 1,3 % en peso a un 5,3 % en peso. También se apreciará que el contenido total de los aditivos para el peso total de las partículas abrasivas puede incluir porcentajes similares o dentro de un intervalo similar de los modos de realización en el presente documento.

En un modo de realización, el aditivo puede incluir óxido de magnesio (MgO) en un contenido que puede facilitar la mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El contenido de óxido de magnesio en relación con el peso total de la alúmina nanocristalina puede ser, por ejemplo, al menos un 0,1 % en peso, tal como al menos un 0,3 % en peso, al menos un 0,5 % en peso, al menos un 0,7 % en peso o al menos un 0,8 % en peso. Para otro caso, el contenido de óxido de magnesio puede ser no mayor que un 5 % en peso, tal como no mayor que un 4,5 % en peso, no mayor que un 4 % en peso, no mayor que un 3,5 % en peso, no mayor que un 3 % en peso, o no mayor que un 2,8 % en peso. Se apreciará que el contenido de óxido de magnesio puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido puede estar

dentro de un intervalo de un 0,1 % en peso a un 5 % en peso, dentro de un intervalo de un 0,3 % en peso a un 4,5 % en peso, o dentro de un intervalo de un 0,7 % en peso a un 2,8 % en peso. En un modo de realización particular, la alúmina nanocristalina puede consistir esencialmente en alúmina y óxido de magnesio dentro de un intervalo entre cualquiera de los valores mínimos y máximos divulgados en el presente documento. También se apreciará que el contenido de óxido de magnesio para el peso total de los artículos abrasivos puede incluir cualquiera de los porcentajes o dentro de cualquiera de los intervalos descritos en el presente documento. En otro modo de realización particular, las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en alúmina nanocristalina y óxido de magnesio dentro de un intervalo entre cualquiera de los valores mínimos y máximos divulgados en el presente documento.

Para otro ejemplo, el aditivo puede incluir óxido de circonio (ZrO_2), que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. El contenido de óxido de circonio para un peso total de la alúmina nanocristalina puede ser, por ejemplo, al menos un 0,1 % en peso, tal como al menos un 0,3 % en peso, al menos un 0,5 % en peso, al menos un 0,7 % en peso, al menos un 0,8 % en peso, al menos un 1 % en peso, al menos un 1,3 % en peso, al menos un 1,5 % en peso, al menos un 1,7 % en peso o al menos un 2 % en peso. En otro ejemplo, el contenido de óxido de circonio puede ser no mayor que un 8 % en peso, no mayor que un 7 % en peso, no mayor que un 6 % en peso, no mayor que un 5,8 % en peso, no mayor que un 5,5 % en peso, o no mayor que un 5,2 % en peso. Se apreciará que el contenido de óxido de circonio puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido puede estar dentro de un intervalo de un 0,1 % en peso a un 8 % en peso, dentro de un intervalo de un 0,3 % en peso a un 7 % en peso, o dentro de un intervalo de un 0,5 % en peso a un 5,8 % en peso. En un modo de realización particular, la alúmina nanocristalina puede consistir esencialmente en alúmina y óxido de circonio dentro del intervalo de modos de realización en el presente documento. También se apreciará que el contenido de óxido de circonio para el peso total de las partículas abrasivas puede incluir cualquiera de los porcentajes o dentro de cualquiera de los intervalos indicados en el presente documento. En otro modo de realización particular, las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en alúmina nanocristalina y ZrO_2 dentro de un intervalo entre cualquiera de los porcentajes mínimos y máximos indicados anteriormente.

De acuerdo con un modo de realización, el aditivo puede incluir óxido de magnesio (MgO) y óxido de circonio (ZrO_2) en una proporción de aditivo particular que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. La proporción de aditivo (MgO/ZrO_2) puede ser una proporción de porcentaje en peso de óxido de magnesio con respecto a óxido de circonio, en la que MgO es el porcentaje en peso de MgO en la alúmina nanocristalina y ZrO_2 es el porcentaje en peso de ZrO_2 en la alúmina nanocristalina. Por ejemplo, la proporción puede ser no mayor que 1,5, tal como no mayor que 1,4, no mayor que 1,3, no mayor que 1,2, no mayor que 1,1, no mayor que 1, no mayor que 0,95, no mayor que 0,9, no mayor que 0,85, no mayor que 0,8, no mayor que 0,75, no mayor que 0,7, no mayor que 0,65, no mayor que 0,6, o no mayor que 0,55. En otro caso, la proporción de aditivo (MgO/ZrO_2) puede ser de al menos aproximadamente 0,01, al menos 0,05, al menos 0,1, al menos 0,2, al menos 0,3, al menos 0,4 o al menos 0,5. Se apreciará que la proporción de aditivo (MgO/ZrO_2) puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de las proporciones mínimas a máximas indicadas anteriormente. Por ejemplo, la proporción de aditivo (MgO/ZrO_2) puede estar dentro de un intervalo de 0,01 a 1,5, dentro de un intervalo de 0,1 a 1,1, o dentro de un intervalo de 0,3 a 0,95. En un modo de realización particular, la alúmina nanocristalina puede consistir esencialmente en alúmina, y óxido de magnesio y óxido de circonio en la proporción de aditivo dentro del intervalo que incluye cualquiera de las proporciones mínimas a máximas descritas en el presente documento. También se apreciará que las partículas abrasivas pueden incluir óxido de magnesio (MgO) y óxido de circonio (ZrO_2) en la proporción de porcentaje en peso divulgada en el presente documento. En un modo de realización particular, las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en alúmina nanocristalina, y óxido de magnesio y óxido de circonio en la proporción de aditivo dentro del intervalo que incluye cualquiera de las proporciones mínimas a máximas descritas en el presente documento.

De acuerdo con un modo de realización, el aditivo puede incluir óxido de calcio (CaO). La alúmina nanocristalina puede incluir un determinado contenido de óxido de calcio en relación con el peso total de la alúmina nanocristalina que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento del artículo abrasivo. Por ejemplo, el contenido de óxido de calcio puede ser de al menos un 0,01 % en peso, tal como al menos un 0,05 % en peso, al menos aproximadamente un 0,07 % en peso, al menos un 0,1 % en peso, al menos un 0,15 % en peso, al menos un 0,2 % en peso, o al menos un 0,25 % en peso. En otro caso, el contenido puede ser no mayor que un 5 % en peso, tal como no mayor que un 4 % en peso, no mayor que un 3 % en peso, no mayor que un 2 % en peso, no mayor que un 1 % en peso, no mayor que un 0,7 % en peso, o no mayor que un 0,5 % en peso. Se apreciará que el contenido de óxido de calcio puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de las proporciones mínimas a máximas indicadas anteriormente. Por ejemplo, el contenido puede estar dentro de un intervalo de un 0,01 % en peso a un 5 % en peso, dentro de un intervalo de un 0,07 % en peso a un 3 % en peso, o dentro de un intervalo de un 0,15 % en peso a un 0,7 % en peso. En un modo de realización particular, la alúmina nanocristalina puede consistir esencialmente en alúmina y óxido de calcio en el contenido dentro del intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos descritos en el presente documento. También se apreciará que el contenido de óxido de calcio para el peso total de las partículas abrasivas puede incluir cualquiera de los porcentajes o dentro de cualquiera de los intervalos indicados en el presente documento. En otro modo de realización particular, las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en alúmina nanocristalina y ZrO_2 dentro de un intervalo entre cualquiera de los porcentajes mínimos y máximos indicados anteriormente.

De acuerdo con otro modo de realización, el aditivo puede incluir óxido de magnesio (MgO) y óxido de calcio (CaO).

La alúmina nanocristalina puede tener una proporción de aditivo (CaO/MgO), en la que MgO es el porcentaje en peso de MgO en la alúmina nanocristalina y CaO es el porcentaje en peso de CaO en la alúmina nanocristalina. La proporción de aditivo puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento. Por ejemplo, la proporción de aditivo puede ser, no mayor que 1, tal como no mayor que 0,95, no mayor que 0,9, no mayor que 0,85, no mayor que 0,8, no mayor que 0,75, no mayor que 0,7, no mayor que 0,65, no mayor que 0,6, no mayor que 0,55, no mayor que 0,5, no mayor que 0,45, o no mayor que 0,4. Para otro ejemplo, la proporción puede ser de al menos 0,01, tal como al menos 0,05, al menos 0,1, al menos 0,15, al menos 0,2 o al menos 0,25. Se apreciará que la proporción de aditivo (CaO/MgO) puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de las proporciones mínimas y máximas indicadas anteriormente. Por ejemplo, la proporción de aditivo puede estar dentro de un intervalo de 0,01 a 1, dentro de un intervalo de 0,05 a 0,9, o dentro de un intervalo de 0,1 a 0,75. En un modo de realización particular, la alúmina nanocristalina puede consistir esencialmente en alúmina, y óxido de magnesio y óxido de calcio en la proporción de aditivo dentro del intervalo que incluye cualquiera de las proporciones mínimas y máximas descritas en el presente documento. También se apreciará que la proporción de aditivo de óxido de calcio con respecto a óxido de magnesio puede incluir cualquiera de las proporciones o dentro de cualquiera de los intervalos descritos en el presente documento. En otro modo de realización particular, las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en alúmina nanocristalina y óxido de calcio y óxido de magnesio en la proporción de aditivo dentro de un intervalo entre cualquiera de las proporciones mínimas y máximas indicadas anteriormente.

De acuerdo con un modo de realización, la alúmina nanocristalina puede incluir un óxido de tierras raras. Los ejemplos de óxido de tierras raras pueden ser óxido de itrio, óxido de cerio, óxido de praseodimio, óxido de samario, óxido de iterbio, óxido de neodimio, óxido de lantano, óxido de gadolinio, óxido de disprosio, óxido de erbio, precursores de los mismos, o similares. En un modo de realización particular, el óxido de tierras raras se puede seleccionar del grupo que consiste en óxido de itrio, óxido de cerio, óxido de praseodimio, óxido de samario, óxido de iterbio, óxido de neodimio, óxido de lantano, óxido de gadolinio, óxido de disprosio, óxido de erbio, precursores de los mismos, y combinaciones de los mismos. En otro modo de realización, la alúmina nanocristalina puede estar esencialmente libre de un óxido de tierras raras y hierro. En otro modo de realización, las partículas abrasivas pueden incluir una fase que contiene una tierra rara, un catión divalente y alúmina que puede estar en forma de una estructura de magnetoplumbita. Un ejemplo de una estructura de magnetoplumbita es $MgLaAl_{11}O_{19}$.

De acuerdo con un modo de realización, la alúmina nanocristalina puede incluir un cristalita de alúmina de tierras raras. En otro modo de realización, la alúmina nanocristalina puede incluir una fase de aluminato de tierras raras. Todavía, de acuerdo con otro modo de realización, la alúmina nanocristalina puede incluir un material de espinela. Se apreciará que las partículas abrasivas pueden incluir una cristalita de alúmina de tierras raras, una fase de aluminato de tierras raras o un material de espinela.

De acuerdo con un modo de realización, la alúmina nanocristalina puede incluir partículas nanocristalinas (por ejemplo, granos o dominios), que pueden ser adecuadas para mejorar la formación y/o rendimiento de un artículo abrasivo. En determinados modos de realización, cada partícula nanocristalina puede incluir al menos un 50 % en volumen de material cristalino, tal como material monocristalino o material policristalino, para el volumen total de cada partícula nanocristalina. Por ejemplo, cada partícula puede incluir al menos un 75 % en volumen de material cristalino, al menos un 85 % en volumen de material cristalino, al menos un 90 % en volumen de material cristalino, o al menos un 95 % en volumen de material cristalino. En un modo de realización particular, las partículas nanocristalinas pueden consistir esencialmente en material cristalino. Se apreciará que los rasgos característicos descritos anteriormente de la alúmina nanocristalina se pueden aplicar a las partículas abrasivas. Por ejemplo, cada partícula abrasiva puede incluir al menos un 50 % en volumen de material cristalino, tal como material monocristalino o material policristalino, para el volumen total de cada partícula abrasiva. Además, se apreciará que las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en un material cristalino que incluye alúmina alfa y uno o más aditivos como se describe en los modos de realización en el presente documento. Más en particular, en al menos un modo de realización, las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en un material cristalino que consiste en alúmina alfa y uno o más aditivos como se describe en los modos de realización en el presente documento.

En un modo de realización, la alúmina nanocristalina puede tener determinadas propiedades físicas que incluyen dureza y densidad Vickers. Por ejemplo, la dureza Vickers de la alúmina nanocristalina puede ser de al menos 18 GPa, al menos 18,5 GPa, al menos 19 GPa, o incluso al menos 19,5 GPa. En otro caso, la dureza Vickers de la alúmina nanocristalina puede ser no mayor que 26,5 GPa, tal como no mayor que 26 GPa, no mayor que 25,5 GPa, no mayor que 25 GPa, o incluso no mayor que 24,5 GPa. Se apreciará que la alúmina nanocristalina puede tener una dureza Vickers dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los valores mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, la dureza Vickers puede estar dentro de un intervalo de 18 GPa a 24,5 o dentro de un intervalo de 19 GPa a 24 GPa. En otro modo de realización, las propiedades físicas de la alúmina nanocristalina se pueden aplicar de forma similar a las partículas abrasivas. Por ejemplo, las partículas abrasivas pueden tener la dureza Vickers indicada anteriormente.

Se apreciará que la dureza Vickers se mide en base a un procedimiento de indentación de diamante (bien conocido en la técnica) de una superficie pulida del grano abrasivo. Se preparan muestras de granos abrasivos preparando una montura de baquelita en resina epoxídica, a continuación se pule con mezcla de pulimento de diamante usando una unidad de pulido Struers Tegramin 30. Usando un aparato de pruebas de microdureza Instron-Tukon 2100 con una

carga de 500 g y una lente de objetivo 50X, se miden 5 muescas de diamante en cinco partículas abrasivas diferentes. La medición es en unidades Vickers y se convierte a GPa dividiendo las unidades Vickers entre 100. Se informa del promedio y el intervalo de dureza para un tamaño de muestra adecuado para hacer un cálculo estadísticamente pertinente.

5 En un modo de realización, la alúmina nanocrystalina puede tener una friabilidad relativa, que es la descomposición de la alúmina nanocrystalina en relación con la descomposición de la alúmina microcrystalina que tiene el mismo tamaño de gránulo, y la descomposición de ambas se mide de la misma manera que se divulga con más detalles a continuación. La friabilidad relativa de la alúmina nanocrystalina se puede expresar en forma de porcentaje, y la de la correspondiente alúmina microcrystalina se considera como estándar y se establece en un 100 %. En un modo de realización, la friabilidad relativa de la alúmina nanocrystalina puede ser mayor que un 100 %. Por ejemplo, la friabilidad relativa de la alúmina nanocrystalina puede ser de al menos un 102 %, tal como al menos un 105 %, al menos un 108 %, al menos un 110 %, al menos un 112 %, al menos un 115 %, al menos un 120 %, al menos un 125 %, o al menos un 130 %. En otro caso, la friabilidad relativa de la alúmina nanocrystalina puede ser no mayor que un 160 %.

15 La friabilidad relativa se mide en general moliendo una muestra de las partículas usando bolas de carburo de wolframio que tienen un diámetro promedio de 1,9 cm (¾ pulgadas) durante un período de tiempo dado, tamizando el material resultante de la molienda de bolas y midiendo el porcentaje de descomposición de la muestra frente al de una muestra estándar, que en los presentes modos de realización, fue una muestra de alúmina microcrystalina que tenía el mismo tamaño de gránulo.

20 Antes de la molienda de bolas, se tamizan de aproximadamente 300 gramos a 350 gramos de granos de una muestra estándar (por ejemplo, alúmina microcrystalina disponible como Cerpass® HTB de Saint-Gobain Corporation) utilizando un conjunto de cribas colocadas en un agitador para tamices Ro-Tap® (modelo RX-29) fabricado por WS Tyler Inc. Los tamaños de gránulo de las cribas se seleccionan de acuerdo con la tabla 3 de ANSI, de modo que se utilizan un determinado número y tipos de tamices por encima y por debajo del tamaño de partícula objetivo. Por ejemplo, para un tamaño de partícula objetivo de gránulo 80, el procedimiento utiliza los siguientes tamaños de tamiz estándar de EE. UU., 1) 60, 2) 70; 3) 80; 4) 100; y 5) 120. Las cribas se apilan de modo que los tamaños de gránulo de las cribas se incrementan de la parte superior a la inferior, y se coloca una bandeja debajo de la criba inferior para recoger los granos que caen a través de todas las cribas. El agitador para tamices Ro-Tap® se hace funcionar durante 10 minutos a una tasa de 287 ± 10 oscilaciones por minuto siendo el número de recuento de golpes de 150 ± 10 , y solo las partículas en la criba que tienen el tamaño de gránulo objetivo (denominado criba objetivo a continuación en el presente documento) se recogen como muestra de tamaño de partícula objetivo. El mismo procedimiento se repite para recoger muestras de tamaño de partícula objetivo para las otras muestras de prueba de material.

35 Después del tamizado, una porción de cada una de las muestras de tamaño de partícula objetivo se somete a molienda.

40 Se coloca un recipiente de molino vacío y limpio en un molino de rodillos. La velocidad del rodillo se establece en 305 rpm y la velocidad del recipiente de molino se establece en 95 rpm. Se colocan aproximadamente 3500 gramos de bolas de carburo de wolframio esféricas aplanadas que tienen un diámetro promedio de 1,9 cm (¾ pulgadas) en el recipiente. Se colocan 100 gramos de la muestra de tamaño de partícula objetivo de la muestra de material estándar en el recipiente de molino con las bolas. El recipiente se cierra y se coloca en el molino de bolas y se ejecuta durante una duración de 1 minuto a 10 minutos. Se detiene la molienda de bolas, y las bolas y los granos se tamizan usando el agitador para tamices Ro-Tap® y las mismas cribas que se usaron en la producción de la muestra de tamaño de partícula objetivo. El dispositivo de golpeo giratorio se hace funcionar durante 5 minutos usando las mismas condiciones indicadas anteriormente para obtener la muestra del tamaño de partículas objetivo, y todas las partículas que caen a través de la criba objetivo se recogen y se pesan. El porcentaje de descomposición de la muestra estándar es la masa de los granos que pasaron a través de la criba objetivo dividida entre la masa original de la muestra de tamaño de partícula objetivo (es decir, 100 gramos). Si el porcentaje de descomposición está dentro del intervalo de un 48 % a un 52 %, se somete a prueba unos segundos 100 gramos de la muestra de tamaño de partícula objetivo usando exactamente las mismas condiciones que se usaron para la primera muestra para determinar la reproducibilidad. Si la segunda muestra proporciona un porcentaje de descomposición dentro de un 48 %-52 %, los valores se registran. Si la segunda muestra no proporciona un porcentaje de descomposición dentro de un 48 % a un 52 %, se ajusta el tiempo de molienda o se obtiene otra muestra y se ajusta el tiempo de molienda hasta que el porcentaje de descomposición se encuentre dentro del intervalo de un 48 %-52 %. La prueba se repite hasta que dos muestras consecutivas proporcionan un porcentaje de descomposición dentro del intervalo de un 48 %-52 %, y se registran estos resultados.

60 El porcentaje de descomposición de un material de muestra representativo (por ejemplo, partículas de alúmina nanocrystalina) se mide de la misma manera que midiendo la muestra estándar que tiene una descomposición de un 48 % a un 52 %. La friabilidad relativa de la muestra de alúmina nanocrystalina es la descomposición de la muestra nanocrystalina en relación con la de la muestra microcrystalina estándar.

65 En otro caso, la alúmina nanocrystalina puede tener una densidad de al menos $3,85 \text{ g/cm}^3$, tal como al menos $3,9 \text{ g/cm}^3$ o al menos $3,94 \text{ g/cm}^3$. En otro modo de realización, la densidad de la alúmina nanocrystalina puede ser no mayor que

4,12 g/cm³, tal como no mayor que 4,08 g/cm³, no mayor que 4,02 g/cm³, o incluso no mayor que 4,01 g/cm³. Se apreciará que la alúmina nanocristalina puede tener una densidad dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los valores mínimos a máximos descritos en el presente documento. Por ejemplo, la densidad puede estar dentro de un intervalo de 3,85 g/cm³ a 4,12 g/cm³ o de 3,94 g/cm³ a 4,01 g/cm³. También se apreciará que la densidad de las partículas abrasivas puede incluir cualquiera de los valores o dentro de cualquiera de los intervalos descritos en el presente documento.

De acuerdo con un modo de realización, las partículas abrasivas pueden incluir al menos un tipo de partícula abrasiva. Por ejemplo, las partículas abrasivas pueden incluir una combinación que incluye un primer tipo de partícula abrasiva y un segundo tipo de partícula abrasiva. El primer tipo de partícula abrasiva puede incluir una partícula abrasiva que comprende alúmina nanocristalina de acuerdo con cualquiera de los modos de realización en el presente documento. El segundo tipo de partícula abrasiva puede incluir al menos un material seleccionado del grupo que consiste en óxidos, carburos, nitruros, boruros, oxicarburos, oxinitruros, superabrasivos, materiales a base de carbono, aglomerados, agregados, partículas abrasivas conformadas, partículas diluyentes y un combinación de los mismos. En un modo de realización particular, las partículas abrasivas pueden consistir esencialmente en alúmina nanocristalina.

En un modo de realización, el cuerpo del artículo abrasivo de los modos de realización de la presente invención puede incluir un artículo abrasivo fijo. En otro modo de realización, el cuerpo puede incluir un artículo abrasivo aglomerado. El artículo abrasivo aglomerado puede incluir granos abrasivos contenidos en una matriz tridimensional del material aglomerante. El cuerpo abrasivo aglomerado se puede formar en cualquier conformación adecuada como es conocido por los expertos en la técnica, incluyendo pero sin limitarse a, ruedas abrasivas, conos, piedras de afilar, copas, ruedas con bridas, copas cónicas, segmentos, herramientas de punta montada, discos, ruedas delgadas, ruedas de corte de gran diámetro y similares.

De acuerdo con un modo de realización, el cuerpo del artículo abrasivo puede incluir un determinado contenido de las partículas abrasivas, lo que puede facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento de un artículo abrasivo. Por ejemplo, el contenido de las partículas abrasivas puede ser de al menos un 2 % en volumen para el volumen total del cuerpo, al menos un 4 % en volumen, al menos un 6 % en volumen, al menos un 8 % en volumen, al menos un 10 % en volumen, al menos un 12 % en volumen, al menos un 14 % en volumen, al menos un 16 % en volumen, al menos un 18 % en volumen, al menos un 20 % en volumen, al menos un 25 % en volumen, al menos un 30 % en volumen, o incluso al menos un 35 % en volumen. En otro caso, el contenido de las partículas abrasivas dentro del cuerpo abrasivo aglomerado puede ser no mayor que un 65 % en volumen, tal como no mayor que un 64 % en volumen, no mayor que un 62 % en volumen, no mayor que un 60 % en volumen, no mayor que un 58 % en volumen, no mayor que un 56 % en volumen, no mayor que aproximadamente un 54 % en volumen, no mayor que un 52 % en volumen, no mayor que un 50 % en volumen, no mayor que un 48 % en volumen, no mayor que un 46 % en volumen, no mayor que un 44 % en volumen, no mayor que un 42 % en volumen, no mayor que un 40 % en volumen, no mayor que un 38 % en volumen, no mayor que un 36 % en volumen, no mayor que un 34 % en volumen, no mayor que un 32 % en volumen, no mayor que un 30 % en volumen, o mayor que un 28 % en volumen, no mayor que un 26 % en volumen, no mayor que un 24 % en volumen, no mayor que un 22 % en volumen, o no mayor que un 20 % en volumen. Se apreciará que el contenido de las partículas abrasivas puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos y máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido de las partículas abrasivas en el cuerpo puede estar dentro de un intervalo de un 2 % en volumen a un 64 % en volumen, dentro de un intervalo de un 12 % en volumen a un 62 % en volumen, o dentro de un intervalo de un 20 % en volumen a un 58 % en volumen.

En un modo de realización, el contenido de la alúmina nanocristalina para el volumen total del cuerpo se puede controlar para facilitar una mejora en la formación y/o rendimiento de un artículo abrasivo. Por ejemplo, el contenido de alúmina nanocristalina puede ser de al menos un 1 % en volumen, tal como al menos un 2 % en volumen, al menos un 4 % en volumen, al menos un 6 % en volumen, al menos un 8 % en volumen, al menos un 10 % en volumen, al menos un 12 % en volumen, al menos un 14 % en volumen, al menos un 16 % en volumen, al menos un 18 % en volumen, al menos un 20 % en volumen, al menos un 25 % en volumen, al menos un 30 % en volumen o al menos un 35 % en volumen. En otro modo de realización, el contenido de alúmina nanocristalina puede ser no mayor que un 65 % en volumen, tal como no mayor que un 64 % en volumen, no mayor que un 62 % en volumen, no mayor que un 60 % en volumen, no mayor que un 58 % en volumen, no mayor que un 56 % en volumen, no mayor que aproximadamente un 54 % en volumen, no mayor que un 52 % en volumen, no mayor que un 50 % en volumen, no mayor que un 48 % en volumen, no mayor que un 46 % en volumen, no mayor que un 44 % en volumen, no mayor que un 42 % en volumen, no mayor que un 40 % en volumen, no mayor que un 38 % en volumen, no mayor que un 36 % en volumen, no mayor que un 34 % en volumen, no mayor que un 32 % en volumen, no mayor que un 30 % en volumen, o mayor que un 28 % en volumen, no mayor que un 26 % en volumen, no mayor que un 24 % en volumen, no mayor que un 22 % en volumen, o no mayor que un 20 % en volumen. Se apreciará que el contenido de las partículas abrasivas puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido de alúmina nanocristalina en el cuerpo puede estar dentro de un intervalo de un 2 % en volumen a un 64 % en volumen, dentro de un intervalo de un 12 % en volumen a un 62 % en volumen, o dentro de un intervalo de un 20 % en volumen a un 58 % en volumen.

De acuerdo con un modo de realización, el cuerpo puede incluir un determinado contenido del material aglomerante

en los modos de realización en el presente documento. Por ejemplo, el contenido del material aglomerante para un volumen total del cuerpo puede ser de al menos un 1 % en volumen, tal como al menos un 2 % en volumen, al menos un 5 % en volumen, al menos un 10 % en volumen, al menos un 20 % en volumen, al menos un 30 % en volumen, al menos un 35 % en volumen, al menos un 40 % en volumen o al menos un 45 % en volumen. Para otro caso, el contenido del material aglomerante puede ser no mayor que un 98 % en volumen, tal como no mayor que un 95 % en volumen, no mayor que un 90 % en volumen, no mayor que un 85 % en volumen, no mayor que un 80 % en volumen, no mayor que un 75 % en volumen, no mayor que un 70 % en volumen, no mayor que un 65 % en volumen, o no mayor que un 60 % en volumen, no mayor que un 55 % en volumen, no mayor que un 50 % en volumen, o no mayor que un 45 % en volumen, no mayor que un 40 % en volumen, o no mayor que un 35 % en volumen, no mayor que un 30 % en volumen, o no mayor que un 25 % en volumen. Se apreciará que el contenido del material aglomerante puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido del material aglomerante en el cuerpo puede estar dentro de un intervalo de un 1 % en volumen a un 98 % en volumen, dentro de un intervalo de un 5 % en volumen a un 85 % en volumen, o dentro de un intervalo de un 20 % en volumen a un 70 % en volumen.

El cuerpo del artículo abrasivo se puede formar para tener determinada porosidad. En un modo de realización, la porosidad puede ser de al menos un 1 % en volumen para un volumen total del cuerpo. Por ejemplo, la porosidad puede ser de al menos un 2 % en volumen, al menos un 4 % en volumen, al menos un 6 % en volumen, al menos un 8 % en volumen, al menos un 10 % en volumen, al menos un 12 % en volumen, al menos un 14 % en volumen, a al menos un 16 % en volumen, al menos un 18 % en volumen, al menos un 20 % en volumen, al menos un 25 % en volumen, al menos un 30 % en volumen, al menos un 40 % en volumen, al menos un 45 % en volumen, al menos un 50 % en volumen, o al menos un 55 % en volumen. En otro modo de realización, la porosidad del cuerpo puede ser no mayor que un 80 % en volumen. Por ejemplo, la porosidad puede ser no mayor que un 75 % en volumen, no mayor que un 70 % en volumen, no mayor que un 60 % en volumen, no mayor que un 55 % en volumen, no mayor que un 50 % en volumen, no mayor que un 45 % en volumen, no mayor que un 40 % en volumen, no mayor que un 35 % en volumen, no mayor que un 30 % en volumen, no mayor que un 25 % en volumen, no mayor que un 20 % en volumen, no mayor que un 15 % en volumen, no mayor que un 10 % en volumen, no mayor que un 5 % en volumen o no mayor que un 2 % en volumen. Se apreciará que la porosidad del cuerpo puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los porcentajes mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el contenido del material aglomerante en el cuerpo puede estar dentro de un intervalo de un 1 % en volumen a un 80 % en volumen, dentro de un intervalo de un 8 % en volumen a un 55 % en volumen, o dentro de un intervalo de un 14 % en volumen a un 30 % en volumen.

La porosidad del cuerpo puede ser de varias formas. Por ejemplo, la porosidad puede ser cerrada, abierta o incluir porosidad cerrada y porosidad abierta. En un modo de realización, la porosidad puede incluir un tipo de porosidad seleccionada del grupo que consiste en porosidad cerrada, porosidad abierta y una combinación de las mismas. En otro modo de realización, la mayoría de la porosidad puede incluir porosidad abierta. En un modo de realización particular, toda la porosidad puede ser esencialmente porosidad abierta. Todavía, en otro modo de realización, la mayoría de la porosidad puede incluir porosidad cerrada. Por ejemplo, toda la porosidad puede ser esencialmente porosidad cerrada.

El cuerpo puede incluir poros que tienen determinados tamaños de poro promedio. En un modo de realización, el tamaño de poro promedio puede ser no mayor que 500 micrómetros, tal como no mayor que 450 micrómetros, no mayor que 400 micrómetros, no mayor que 350 micrómetros, no mayor que 300 micrómetros, no mayor que 250 micrómetros, no mayor que 200 micrómetros, no mayor que 150 micrómetros, o no mayor que 100 micrómetros. En otro modo de realización, el tamaño de poro promedio puede ser de al menos 0,01 micrómetros, de al menos 0,1 micrómetros o de al menos 1 micrómetro. Se apreciará que el cuerpo puede tener un tamaño de poro promedio dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los valores mínimos a máximos indicados anteriormente. Por ejemplo, el tamaño de poro promedio del cuerpo puede estar dentro de un intervalo de 0,01 micrómetros a 500 micrómetros, dentro de un intervalo de 0,1 micrómetros a 350 micrómetros, o dentro de un intervalo de 1 micrómetro a 250 micrómetros.

De acuerdo con un modo de realización, las partículas abrasivas de los modos de realización en el presente documento pueden incluir partículas no aglomeradas, por ejemplo, las partículas abrasivas que incluyen la alúmina nanocristalina pueden ser partículas no aglomeradas. De acuerdo con otro modo de realización, las partículas abrasivas pueden incluir partículas aglomeradas, por ejemplo, las partículas abrasivas que incluyen la alúmina nanocristalina pueden ser partículas aglomeradas.

En un modo de realización, las partículas abrasivas que incluyen alúmina nanocristalina son partículas abrasivas conformadas. Las partículas pueden incluir una conformación bidimensional, una conformación tridimensional o una combinación de las mismas. Las conformaciones bidimensionales ejemplares incluyen polígonos regulares, polígonos irregulares, conformaciones irregulares, triángulos, triángulos parcialmente cóncavos, cuadriláteros, rectángulos, trapecios, pentágonos, hexágonos, heptágonos, octágonos, elipses, caracteres del alfabeto griego, caracteres del alfabeto latino, caracteres del alfabeto ruso y una combinación de los mismos. De acuerdo con un modo de realización, las partículas abrasivas pueden consistir en cualquiera de las conformaciones bidimensionales indicadas anteriormente. Las conformaciones tridimensionales ejemplares pueden incluir un poliedro, una pirámide, un elipsoide,

una esfera, un prisma, un cilindro, un cono, un tetraedro, un cubo, un cuboide, un romboedro, una pirámide truncada, un elipsoide truncado, un truncado esfera, un cono truncado, un pentaedro, un hexaedro, un heptaedro, un octaedro, un nonaedro, un decaedro, una letra del alfabeto griego, un carácter del alfabeto latino, un carácter del alfabeto ruso, un carácter kanji, conformaciones poligonales complejas, contornos de conformaciones irregulares, una conformación de volcán, una conformación monostática y una combinación de las mismas. Una conformación monostática puede ser una conformación con una única posición de reposo estable. De acuerdo con otro modo de realización, las partículas abrasivas pueden consistir en cualquiera de las conformaciones tridimensionales indicadas anteriormente. En un modo de realización particular, las partículas abrasivas conformadas pueden incluir una conformación triangular bidimensional. En otro modo de realización particular, las partículas abrasivas conformadas pueden incluir una conformación bidimensional triangular parcialmente cóncava. Las partículas abrasivas conformadas y los procedimientos de formación se pueden encontrar en los documentos US2013/0236725 A1 por Doruk O. Yener, *et al.* y US 2012/0167481 por Doruk O. Yener, *et al.*

La FIG. 2 incluye una ilustración de vista en perspectiva de una partícula abrasiva conformada de forma ejemplar 200. La partícula abrasiva conformada puede incluir un cuerpo 201 que tiene una conformación tridimensional. El cuerpo 201 puede ser en general prismático con una primera cara extrema 202 y una segunda cara extrema 204. Además, la partícula abrasiva conformada 200 puede incluir una primera cara lateral 210 que se extiende entre la primera cara extrema 202 y la segunda cara extrema 204. Una segunda cara lateral 212 se puede extender entre la primera cara extrema 202 y la segunda cara extrema 204 adyacente a la primera cara lateral 210. Como se muestra, la partícula abrasiva conformada 200 también puede incluir una tercera cara lateral 214 que se extiende entre la primera cara extrema 202 y la segunda cara extrema 204 adyacente a la segunda cara lateral 212 y la primera cara lateral 210. Como se muestra, cada cara extrema 202, 204 del cuerpo de partícula abrasiva conformada 201 puede ser en general de conformación triangular. Cada cara lateral 210, 212, 214 puede ser en general de conformación rectangular. Además, la sección transversal del cuerpo de partícula abrasiva conformada 201 en un plano paralelo a las caras extremas 202, 204 es en general triangular.

La FIG. 3 incluye otra ilustración de vista en perspectiva de una partícula abrasiva 300. Como se ilustra, la partícula abrasiva 300 puede tener una conformación tridimensional que incluye un cuerpo 301 que tiene una superficie superior 305 y una superficie inferior 306 opuesta a la superficie superior 305. Como se ilustra además, el cuerpo 301 se puede formar para tener superficies laterales 302, 303, 307 y 308 que se extienden entre la superficie superior 305 y la superficie inferior 306.

Como se ilustra, el cuerpo 301 puede tener una longitud de cuerpo (Lb), un ancho de cuerpo (Wb) y un grosor de cuerpo (Tb), y en el que $Lb > Wb$, $Lb > Tb$ y $Wb > Tb$. En un modo de realización particular, el cuerpo se puede formar para incluir una proporción de aspecto primario (Lb:Wb) de al menos 1:1. Por ejemplo, la proporción de aspecto (Lb:Wb) puede ser de al menos 2:1, al menos 3:1, al menos 5:1 o al menos 10:1. En otro caso, la proporción de aspecto (Lb:Wb) puede ser no mayor que 1000:1 o no mayor que 500:1. Se apreciará que la proporción de aspecto (Lb:Wb) puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los valores mínimos a máximos indicados anteriormente, tales como de 1:1 a 1000:1. De acuerdo con otro modo de realización, el cuerpo puede tener una proporción de aspecto secundario (Lb:Tb) de al menos 1:1, al menos 2:1, al menos 3:1, al menos 5:1 o al menos 10:1. La proporción de aspecto secundario puede ser no mayor que aproximadamente 1000:1. Se apreciará que la proporción de aspecto secundario (Lb:Tb) puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los valores mínimos a máximos indicados anteriormente, tales como de 1:1 a 1000:1. Todavía, de acuerdo con otro modo de realización, el cuerpo puede tener una proporción de aspecto terciario (Wb:Tb) de al menos 1:1, al menos 2:1, al menos 3:1, al menos 5:1, o al menos 10:1. La proporción de aspecto terciario puede ser no mayor que aproximadamente 1000:1. Se apreciará que la proporción de aspecto terciario (Wb:Tb) puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los valores mínimos a máximos indicados anteriormente, tales como de 1:1 a 1000:1.

En otro modo de realización, al menos uno de la longitud de cuerpo (Lb), el ancho de cuerpo (Wb) y el grosor de cuerpo (Tb) pueden tener una dimensión promedio de al menos 0,1 micrómetros. Por ejemplo, la dimensión promedio puede ser de al menos 1 micrómetro, al menos 10 micrómetros, al menos 50 micrómetros, al menos 100 micrómetros, o al menos 150 micrómetros, al menos 200 micrómetros, al menos 400 micrómetros, al menos 600 micrómetros, al menos 800 micrómetros, o al menos 1 mm. Para otro caso, la dimensión promedio puede ser no mayor que 20 mm, tal como no mayor que 18 mm, no mayor que 16 mm, no mayor que 14 mm, no mayor que 12 mm, no mayor que 10 mm, no mayor que 8 mm, no mayor que 6 mm, o no mayor que 4 mm. Se apreciará que la dimensión promedio puede estar dentro de un intervalo que incluye cualquiera de los valores mínimos a máximos indicados anteriormente, tales como de 1 micrómetro a 20 mm, de 10 micrómetros a 18 mm, de 50 micrómetros a 14 mm o de 200 micrómetros a 8 mm.

De acuerdo con un modo de realización, el cuerpo puede incluir una conformación de sección transversal en un plano definido por la longitud de cuerpo y el ancho de cuerpo. La conformación de sección transversal puede incluir triangular, cuadrilátero, rectangular, trapezoidal, pentagonal, hexagonal, heptagonal, octagonal, elipsoides, caracteres del alfabeto griego, caracteres del alfabeto latino, caracteres del alfabeto ruso y una combinación de los mismos. De acuerdo con otro modo de realización, el cuerpo puede incluir una conformación de sección transversal en un plano definido por la longitud de cuerpo y el grosor de cuerpo. La conformación de sección transversal puede incluir

triangular, cuadrilátero, rectangular, trapezoidal, pentagonal, hexagonal, heptagonal, octagonal, elipsoides, caracteres del alfabeto griego, caracteres del alfabeto latino, caracteres del alfabeto ruso y una combinación de los mismos. El cuerpo puede tener una conformación de sección transversal de cualquiera de las conformaciones indicadas anteriormente. Por ejemplo, la FIG. 4 incluye una ilustración en sección transversal de una partícula abrasiva 400 que

5 tiene en general una conformación cuadrilátera, y más en particular, una conformación bidimensional rectangular, como se ve en un plano definido por el ancho y el grosor. De forma alternativa, la FIG. 5 incluye una ilustración en vista en perspectiva de una partícula abrasiva 500 que puede tener una conformación bidimensional en general octogonal como se ve en un plano definido por la longitud y el ancho.

10 Son posibles muchos aspectos y modos de realización diferentes. Algunos de esos aspectos y modos de realización se describen en el presente documento. Después de leer esta memoria descriptiva, los expertos en la técnica apreciarán que esos aspectos y modos de realización son solo ilustrativos y no limitan el alcance de la presente invención, que se define por las reivindicaciones adjuntas.

15 Ejemplo 1

Las FIGS. 6A y 6B incluyen imágenes de microscopía electrónica de barrido (MEB) de secciones pulidas de los granos de alúmina microcristalina convencionales (FIG. 6A) y los granos de alúmina nanocristalina (FIG. 6B) representativas de modos de realización en el presente documento. Como se ilustra, el tamaño de cristalita promedio para la alúmina microcristalina (MCA) es de aproximadamente 0,2 micrómetros, mientras que el tamaño de cristalita promedio de la alúmina nanocristalina (NCA) es de aproximadamente 0,1 micrómetros.

20 Se formaron muestras de artículos abrasivos aglomerados que incluyen alúmina nanocristalina. Se creó una mezcla que incluye partículas abrasivas que incluyen alúmina nanocristalina, material aglomerante y aglutinantes orgánicos. A continuación las mezclas se sometieron a tratamiento térmico a diferentes temperaturas para formar los artículos abrasivos. Las muestras S1 y S2 se formaron por tratamiento térmico de las mezclas a 1260 °C. La muestra S3 se formó por tratamiento térmico de la muestra a 915 °C. Las propiedades incluyendo módulo de rotura y módulo de elasticidad se sometieron a prueba en las muestras S1, S2 y S3. Como se ilustra en la FIG. 7A, la muestra S3 demostró un módulo de rotura significativamente mayor en comparación con las muestras S1 y S2. Además, la muestra S3 tuvo un módulo de elasticidad significativamente mayor en comparación con las muestras S1 y S2, como se ilustra en la FIG. 7B.

Ejemplo 2

35 Se obtuvieron dos muestras y se sometieron a prueba con propósitos comparativos. Una primera muestra (CS4) fue un abrasivo aglomerado vitrificado convencional que tenía alúmina microcristalina (MCA). La segunda muestra (S5) fue un abrasivo aglomerado vitrificado representativo de los modos de realización en el presente documento. La muestra CS4 incluyó alúmina microcristalina que tenía un tamaño de cristalita promedio de aproximadamente 0,2 micrómetros. La muestra S5 incluyó alúmina nanocristalina que tenía un tamaño de cristalita promedio de aproximadamente 0,1 micrómetros. Los tamaños de cristalita promedio para cada una de las muestras se midieron usando el procedimiento de intersección como se describe en el presente documento. Las muestras CS4 y S5 usaron el mismo aglomerado vítreo como se proporciona en la tabla 1 a continuación. Además, las muestras CS4 y S5 tenían la misma estructura, incluyendo el mismo contenido de partículas abrasivas (de aproximadamente un 40 % en volumen a un 50 % en volumen para el volumen total del cuerpo), y el mismo contenido de materiales aglomerantes (de aproximadamente un 10 % en volumen a un 15 % en volumen) y el mismo contenido de porosidad (aproximadamente un 40-45 % en volumen), con la suma de todos los componentes igual a un 100 %. Las muestras CS4 y S5 se formaron usando el mismo procedimiento y ambas se formaron a aproximadamente 915 °C.

Tabla 1

SiO ₂	40-47
Al ₂ O ₃ /Al	25-31
Fe ₂ O ₃	<1,0
TiO ₂	<1,0
CaO	1-1,5
MgO	<1,0
Na ₂ O	5-10
K ₂ O	0-5
B ₂ O ₃	10-17
Li ₂ O	0-6

50 Como se ilustra en la FIG. 8, la muestra S5 demostró un valor umbral de baja potencia estacionario durante una prueba de molienda de diámetro exterior en comparación con la muestra CS4.

Ejemplo 3

Se midió la dureza Vickers de muestras representativas de granos de MCA y muestras de granos de NCA representativas de acuerdo con los modos de realización divulgados en el presente documento. Los granos de MCA y los granos de NCA se obtuvieron de Saint-Gobain Corporation. Los granos de MCA están disponibles como Cerpass® HTB. Los tamaños de cristalita de la alúmina nanocristalina y la alúmina microcristalina son de aproximadamente 0,1 micrómetros y 0,2 micrómetros, respectivamente. Las muestras de granos de MCA y granos de NCA se prepararon de la misma manera. Se evaluó la dureza Vickers de 5 muestras de granos de MCA y granos de NCA. La dureza Vickers promedio de los granos de MCA y los granos de NCA se divulga en la tabla 2.

La friabilidad relativa de los granos de NCA se midió de acuerdo con los procedimientos divulgados en el presente documento. Las muestras de MCA y NCA tenían un tamaño de gránulo 80, y los granos de MCA se usaron como muestra estándar. El tiempo de molienda de bolas fue de 6 minutos. Como se divulga en la tabla 2, la friabilidad relativa de los granos de MCA se establece en un 100 %, y los granos de NCA demostraron una dureza Vickers muy similar a la de los granos de MCA, pero tuvieron una friabilidad relativa de un 123 %.

Tabla 2

	MCA	NCA
Dureza (GPa)	21,8	21,4
Friabilidad relativa	100 %	123 %

Los presentes modos de realización representan una desviación del estado de la técnica. Aunque algunas publicaciones de patente han señalado que se puede hacer que la alúmina microcristalina tenga tamaños de cristalita promedio submicrométricos, los expertos en la técnica reconocen que las formas comercialmente disponibles de alúmina microcristalina tienen un tamaño de cristalita promedio de entre aproximadamente 0,18 a 0,25 micrómetros. Que sepan los solicitantes, los abrasivos a base de alúmina que tienen tamaños de cristalita promedio más finos no están disponibles comercialmente. Además, los resultados de los artículos abrasivos que incluyen NCA demostraron resultados notables e inesperados, en particular en vista del descubrimiento de que la dureza Vickers de los granos de MCA y NCA no tuvo esencialmente distinción, y un experto en la técnica podría no esperar una diferencia significativa en el rendimiento de un abrasivo aglomerado que utiliza los granos de NCA. Además, un experto en la técnica podría haber esperado que los granos de NCA pudieran ser menos eficaces en materiales de aglomerado vítreo, ya que la mayor cantidad de límites de granos haría que los granos abrasivos fueran incluso más susceptibles a la degradación. Sin embargo, de manera bastante inesperada y notable, los abrasivos aglomerados vítreos hechos con los granos de alúmina nanocristalina han demostrado ser adecuados para formar abrasivos aglomerados vítreos, y en determinados casos han demostrado ser iguales o superiores a los abrasivos aglomerados vítreos que utilizan MCA.

Cabe destacar que no se requieren todas las actividades descritas anteriormente en la descripción general o los ejemplos, que puede que no se requiera una porción de una actividad específica y que se pueden realizar una o más de otras actividades además de las descritas. Aún más, el orden en que se enumeran las actividades no es necesariamente el orden en que se realizan.

Los beneficios, otras ventajas y soluciones a problemas se han descrito anteriormente con respecto a modos de realización específicos. Sin embargo, los beneficios, ventajas, soluciones a problemas y cualquier rasgo característico que pueda hacer que se produzca cualquier beneficio, ventaja o solución o que se vuelvan más pronunciados no se deben interpretar como un rasgo característico crítico, requerido o esencial de cualquiera o todas las reivindicaciones.

La memoria descriptiva e ilustraciones de los modos de realización descritos en el presente documento pretenden proporcionar una comprensión general de la estructura de los diversos modos de realización. La memoria descriptiva e ilustraciones no pretenden servir como una descripción exhaustiva e integral de todos los elementos y rasgos característicos de los aparatos y sistemas que usan las estructuras o procedimientos descritos en el presente documento y como se definen en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo abrasivo que comprende:
un cuerpo que incluye:
- 5 un material aglomerante que comprende un material inorgánico que comprende una cerámica; y
- partículas abrasivas contenidas dentro del material aglomerante, comprendiendo las partículas abrasivas alúmina nanocristalina que tiene un tamaño de cristalita promedio de al menos 0,01 micrómetros a no mayor que 0,15 micrómetros.
- 10
2. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que el cuerpo comprende para un volumen total del cuerpo:
- de un 35 % en volumen a un 65 % en volumen de las partículas abrasivas;
- 15 - de un 5 % en volumen a un 25 % en volumen del material aglomerante; y
- de un 14 % en volumen a un 55 % en volumen de una porosidad.
- 20
3. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que las partículas abrasivas comprenden alúmina nanocristalina que tiene un tamaño de cristalita promedio de al menos 0,05 micrómetros a no mayor que 0,14 micrómetros.
4. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que las partículas abrasivas comprenden alúmina nanocristalina que tiene un tamaño de cristalita promedio de al menos 0,05 micrómetros a no mayor que 0,13 micrómetros.
- 25
5. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que la alúmina nanocristalina comprende al menos un 51 % en peso a no mayor que un 99,9 % en peso de alúmina para el peso total de las partículas.
6. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que la alúmina nanocristalina comprende al menos un aditivo que comprende un material seleccionado del grupo que consiste en magnesio, circonio, calcio, silicio, hierro, itrio, lantano, cerio y una combinación de los mismos.
- 30
7. El artículo abrasivo de la reivindicación 5, en el que la alúmina nanocristalina comprende un contenido total de aditivo de al menos un 0,1 % en peso a no mayor que un 12 % en peso para un peso total de las partículas de alúmina nanocristalina.
- 35
8. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que el material aglomerante comprende un material vítreo que tiene una fase amorfa.
- 40
9. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que el material aglomerante comprende un material no vítreo que tiene una fase policristalina.
10. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que el material aglomerante comprende una mezcla de material policristalino y vítreo.
- 45
11. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en el que las partículas abrasivas consisten esencialmente en alúmina nanocristalina.
12. Un procedimiento para formar un artículo abrasivo que comprende:
- 50 formar una mezcla que incluye:
- un material aglomerante que comprende un material inorgánico que comprende una cerámica; y
- 55 partículas abrasivas contenidas dentro del material aglomerante, comprendiendo las partículas abrasivas alúmina nanocristalina que tiene un tamaño de cristalita promedio dentro de un intervalo de al menos 0,01 micrómetros a no mayor que 0,15 micrómetros; y
- formar la mezcla en un artículo abrasivo calentando la mezcla hasta una temperatura de formación de al menos 900 °C y no mayor que 1200 °C.
- 60
13. El procedimiento de la reivindicación 12, en donde el artículo abrasivo comprende un cuerpo que comprende para un volumen total del cuerpo:
- 65 - de un 35 % en volumen a un 65 % en volumen de las partículas abrasivas;

- de un 5 % en volumen a un 25 % en volumen del material aglomerante; y

- de un 14 % en volumen a un 55 % en volumen de una porosidad.

5 14. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que el tamaño de cristalita promedio no es mayor que aproximadamente 0,14 micrómetros.

15. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que el tamaño de cristalita promedio es de al menos 0,05 micrómetros a no mayor que 0,13 micrómetros.

10

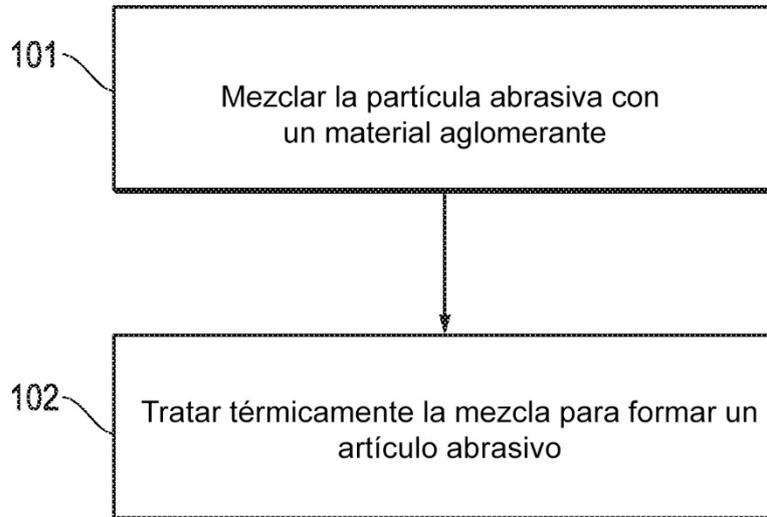


FIG. 1

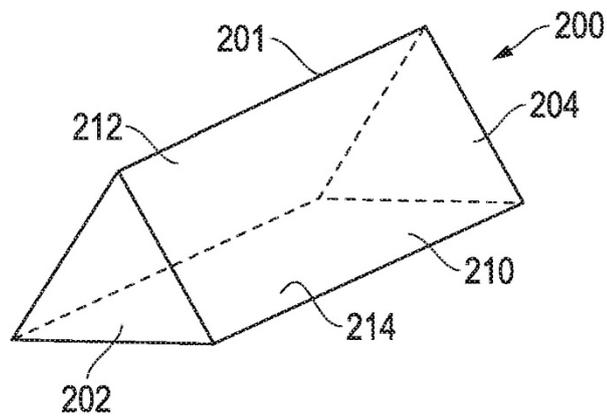


FIG. 2

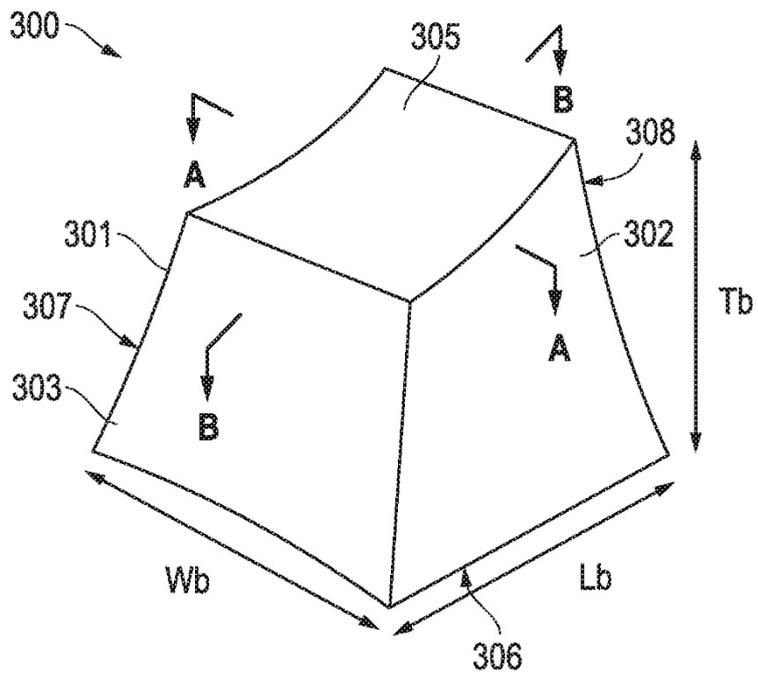


FIG. 3

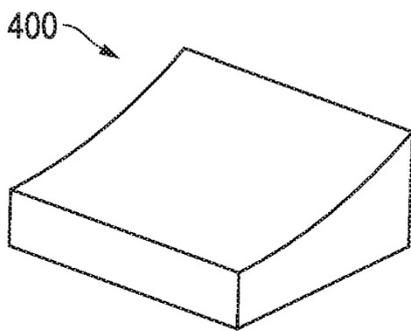


FIG. 4

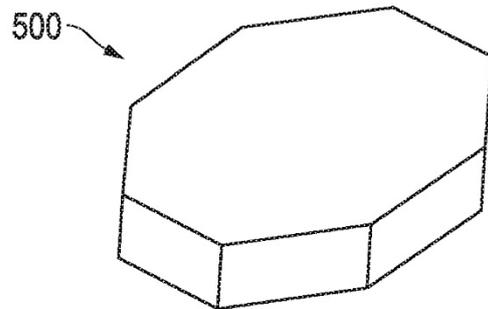


FIG. 5

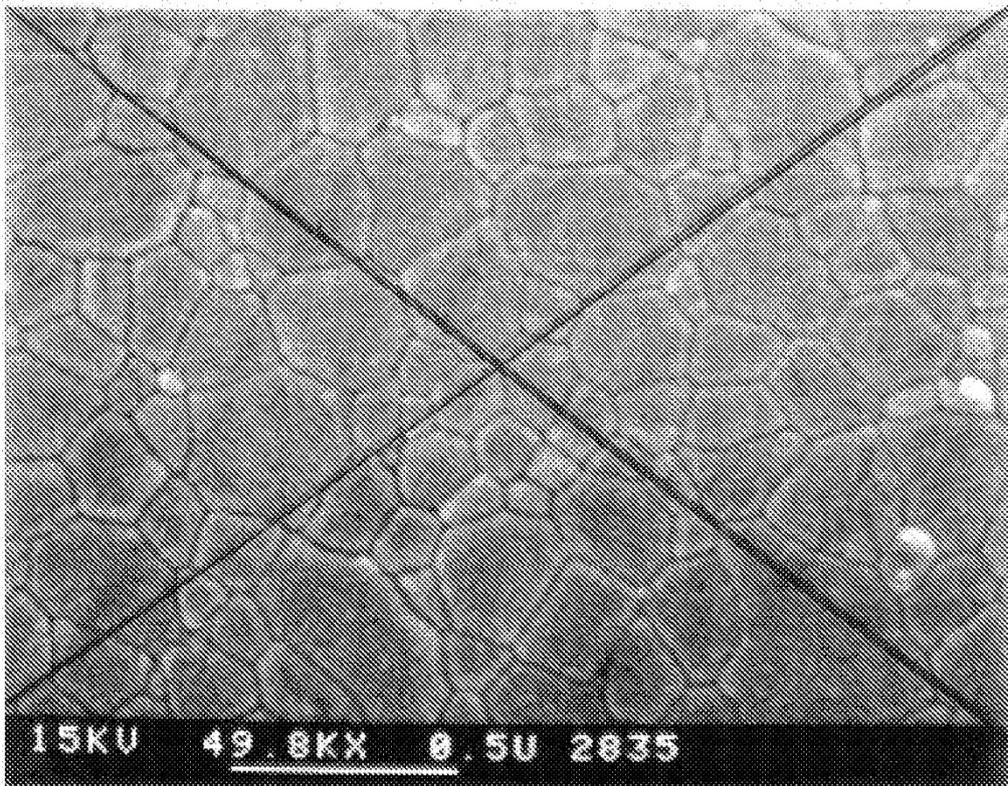


FIG. 6A

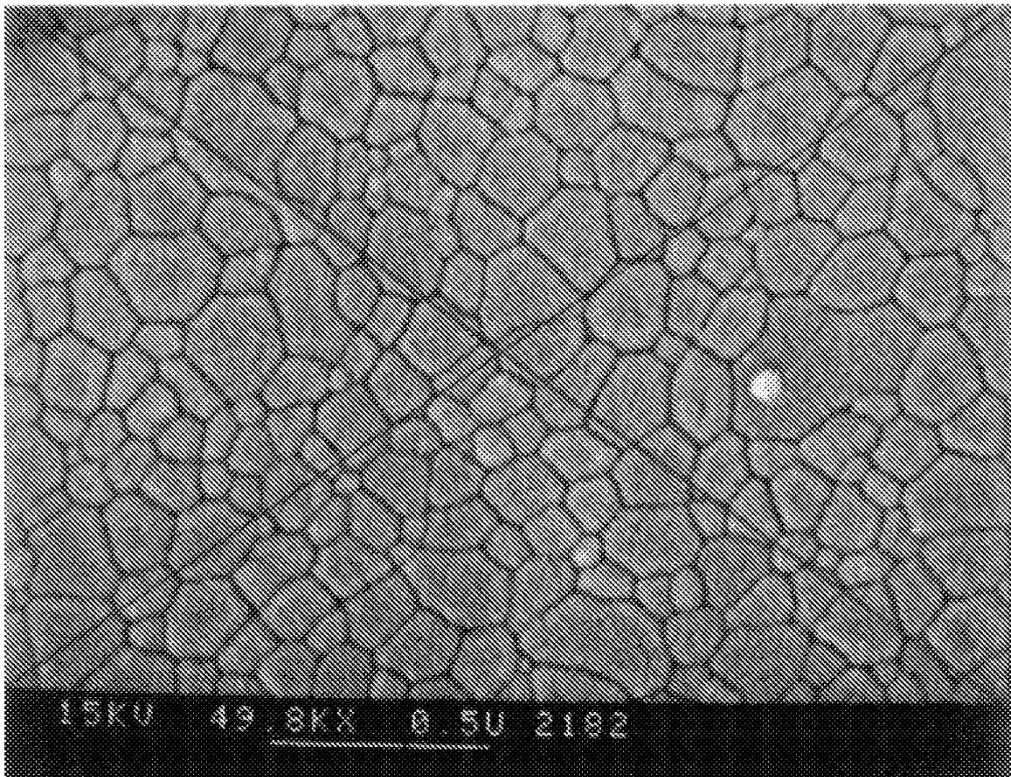


FIG. 6B

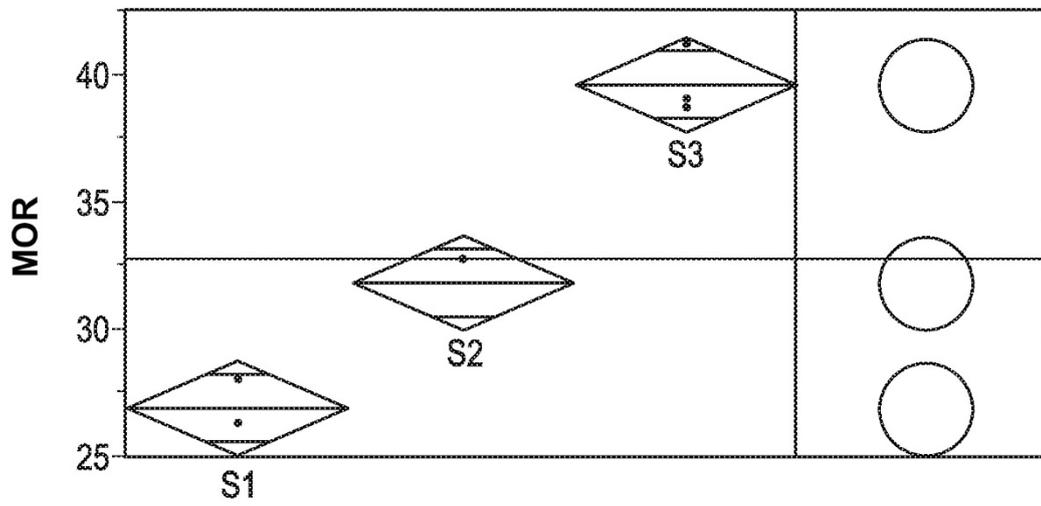


FIG. 7A

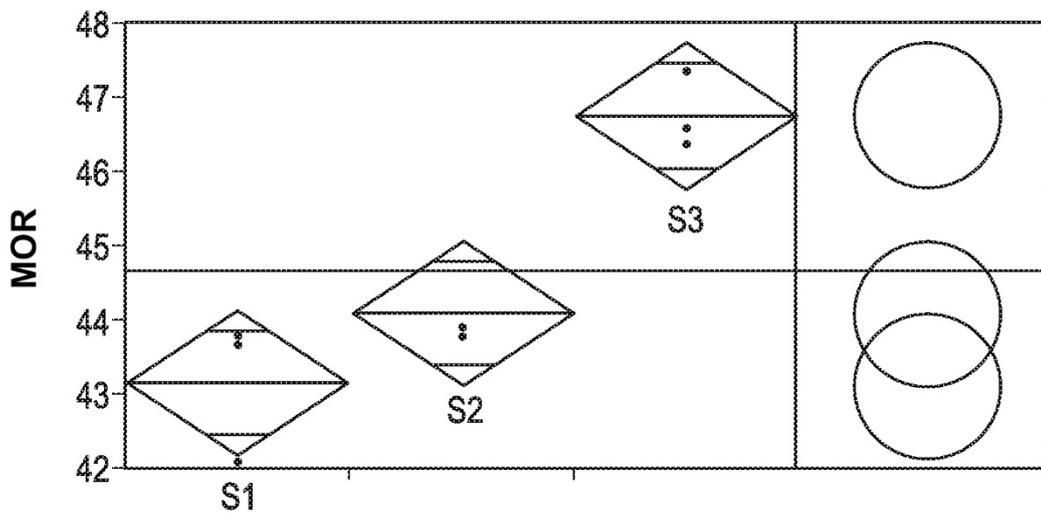


FIG. 7B

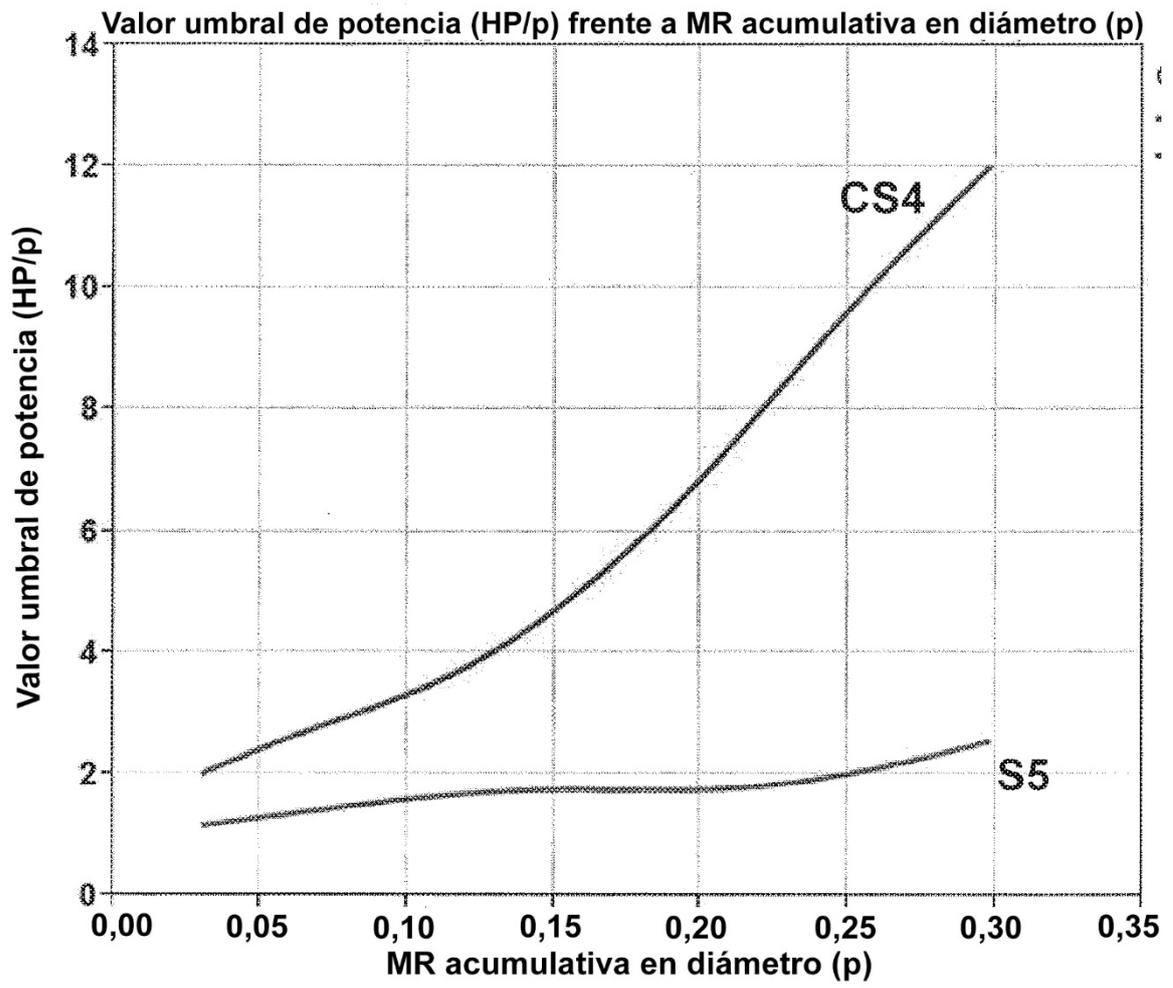


FIG. 8