

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 181**

51 Int. Cl.:

B24D 3/28 (2006.01)

C09K 3/14 (2006.01)

B24D 11/00 (2006.01)

C23C 16/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2009 PCT/US2009/037555**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2009 WO09117512**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2009 E 09722290 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019 EP 2268452**

54 Título: **Artículos abrasivos fijos que utilizan partículas abrasivas recubiertas**

30 Prioridad:

21.03.2008 US 53426

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.07.2020

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.
(100.0%)**

**One New Bond Street
Worcester, MA 01615-0138, US**

72 Inventor/es:

**YENER, DORUK, O.;
BRANDES, ALAN, J. y
BAUER, RALPH**

74 Agente/Representante:

MORENO NOGALES, Ángeles

ES 2 774 181 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 fijos que utilizan partículas abrasivas recubiertas

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a abrasivos fijos, en particular abrasivos fijos que incorporan partículas abrasivas recubiertas.

10 TÉCNICA ANTERIOR

15 Los abrasivos se utilizan en general en el pulido y la preparación de superficies. Las aplicaciones que utilizan abrasivos varían ampliamente, incluyendo, por ejemplo, la utilización de abrasivos libres en lodos para aplicaciones de pulido tales como pulido mecánico químico (CMP) en la industria de semiconductores. De forma alternativa, los abrasivos se pueden utilizar en artículos abrasivos fijos tales como abrasivos aglomerados y recubiertos que pueden incluir dispositivos tales como muelas, correas, rodillos, discos de amolado y similares.

20 Los abrasivos fijos en general difieren de los abrasivos libres en que los abrasivos fijos utilizan granos abrasivos o arena dentro de una matriz de material que fija la posición de los granos abrasivos entre sí. Una arena abrasiva fija común es típicamente alúmina. La alúmina se ha utilizado durante algún tiempo y es bien conocida porque es un abrasivo eficaz ya que es muy dura y está disponible en abundancia. Sin embargo, se ha reconocido que los granos de alúmina de un tamaño más fino, en general de un tamaño submicrométrico, pueden mejorar el rendimiento de amolado, en particular en aplicaciones que desean superficies precisas, lisas y pulidas. Sin embargo, la utilización de alúmina de grano fino, en particular en el contexto de abrasivos fijos, ha planteado obstáculos únicos, incluyendo, por ejemplo, formación/abastecimiento de alúmina de grano fino, formación y compatibilidad de alúmina de grano fino con otros materiales dentro del abrasivo fijo, así como estabilidad mecánica y química de dispositivos abrasivos fijos que utilizan dichos granos finos.

30 Los intentos anteriores de materiales abrasivos de alúmina mejorados incluyen enfoques tales como los divulgados en los documentos U.S. 6.258.141 y U.S. 5.131.923. La referencia U.S. 6.258.141 divulga la formación de un recubrimiento sobre un grano de alúmina a partir de una solución precursora a base de sal. Dicho recubrimiento a base de sal protege los granos abrasivos durante la formación de un artículo abrasivo aglomerado en el que los granos de alúmina se calientan con un material vítreo, típicamente un material de vidrio de sílice, que puede penetrar en los granos de alúmina a una temperatura alta. Notablemente, el recubrimiento se usa preferentemente para prevenir la decoloración asociada con los materiales de aglomerado vítreos a baja temperatura que a menudo dejan un residuo de carbono en los granos de alúmina provocando una decoloración en el producto abrasivo aglomerado. De forma similar, la referencia U.S. 5.131.923 divulga la formación de un grano abrasivo que tiene una superficie enriquecida con sílice para una aglomeración mejorada con una matriz de aglomerado vítrea que tiene un alto contenido en sílice. Sin embargo, la eficacia de los enfoques enseñados por los documentos U.S. 6.258.141 y U.S. 5.131.923 son limitados. El documento U.S. 5.641.330 describe granos abrasivos basados en alúmina alfa sinterizados que pueden incluir un núcleo basado en alúmina alfa recubierto con un óxido de circonio o silicio que tiene una alta porosidad, en el que el recubrimiento de óxido metálico se convierte posteriormente en un recubrimiento de nitrógeno metálico. El documento U.S. 6.258.137 se refiere a un procedimiento de planarización químico-mecánica (CMP), en el que una suspensión espesa usada para pulir un sustrato comprende partículas de alúmina recubiertas de sílice muy finas con un tamaño de menos de 50 nm.

50 En consecuencia, la industria continúa necesitando abrasivos fijos con propiedades mejoradas. Las propiedades de interés incluyen estabilidad química y mecánica, vida útil operativa y dispositivos abrasivos fijos que pueden proporcionar el mismo rendimiento de amolado que los dispositivos convencionales, si no un rendimiento de amolado mejorado.

DIVULGACIÓN DE LA INVENCION

55 De acuerdo con un aspecto, se proporciona un procedimiento de formación de un abrasivo fijo que incluye combinar partículas de alúmina alfa con un material formador de envoltura y cocer la alúmina alfa con el material formador de envoltura para formar partículas abrasivas. Las partículas abrasivas tienen una estructura núcleo-envoltura que incluye un núcleo de alúmina alfa policristalino y una capa de envoltura que tiene una porosidad no mayor de un 10 % en volumen que reviste el núcleo de alúmina alfa policristalino. La capa de envoltura incluye un material policristalino seleccionado del grupo que consiste en óxido de silicio y óxido de circonio. Adicionalmente, el núcleo de alúmina alfa policristalino está hecho de granos que tienen un tamaño de grano promedio no mayor de aproximadamente 500 nm. La capa de envoltura incluye no menos de un 95 % en volumen de óxido de silicio o no menos de un 95 % en volumen de óxido de circonio. El procedimiento también incluye fijar las partículas abrasivas en un material de matriz para formar un abrasivo fijo.

65 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un abrasivo fijo que incluye un material de matriz y partículas abrasivas incrustadas en el material de matriz. Las partículas abrasivas tienen una estructura núcleo-envoltura que incluye un

núcleo de alúmina alfa policristalino y una capa de envoltura que tiene una porosidad no mayor de un 10 % en volumen que reviste el núcleo de alúmina alfa policristalino. La capa de envoltura incluye un material policristalino seleccionado del grupo que consiste en óxido de silicio y óxido de circonio, y el núcleo de alúmina alfa policristalino está hecho de granos que tienen un tamaño de grano promedio no mayor de aproximadamente 500 nm. La capa de envoltura comprende no menos de un 95 % en volumen de óxido de silicio o no menos de un 95 % en volumen de óxido de circonio.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente divulgación se puede entender mejor, y sus numerosos rasgos característicos y ventajas se hacen evidentes para los expertos en la técnica haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para formar un dispositivo abrasivo fijo de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 2 es una ilustración de un grano abrasivo recubierto de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 3 es una ilustración de una sección transversal de un artículo abrasivo recubierto de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 4 es una ilustración de una sección transversal de un artículo abrasivo aglomerado de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 5 es una curva de elementos presentes dentro de un grano de alúmina convencional incorporado en un dispositivo abrasivo fijo.

La FIG. 6 es una curva de elementos presentes dentro de un grano de alúmina incorporado en un dispositivo abrasivo fijo formado de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 7 es una curva de elementos presentes dentro de un grano de alúmina convencional incorporado en un artículo abrasivo fijo.

La FIG. 8 es una curva de elementos presentes dentro de un grano de alúmina incorporado en un dispositivo abrasivo fijo formado de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 9 es una curva de una exploración de líneas elemental de una región a través de un artículo abrasivo aglomerado convencional.

La FIG. 10 es una curva de una exploración de líneas elemental de una región a través de un artículo abrasivo aglomerado formado de acuerdo con un modo de realización.

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

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

En referencia a la FIG. 1, se proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de formación de un abrasivo fijo de acuerdo con un modo de realización. El procedimiento se inicia combinando una partícula de alúmina alfa con un material formador de envoltura 101. De acuerdo con un modo de realización particular, las partículas de alúmina alfa se pueden formar por medio de una vía de procesamiento de alúmina sol-gel de sembrado que puede incluir transformaciones de fases múltiples.

En consecuencia, la vía de procesamiento de alúmina sol-gel de sembrado se inicia utilizando un material precursor de alúmina alfa, tal como una alúmina hidratada, en una suspensión. En general, el medio líquido de la suspensión es agua. Las semillas se incorporan a continuación a la suspensión para proporcionar centros de nucleación para la formación de granos de alúmina alfa. En general, las semillas son partículas de alúmina alfa de tamaño submicrométrico, proporcionadas en una cantidad no mayor de aproximadamente un 10 % en peso, tal como no mayor de aproximadamente un 5,0 % en peso o incluso no mayor de aproximadamente un 3,0 % en peso. A continuación se retira el agua de la suspensión por medio de secado a una temperatura de entre aproximadamente 100 °C y 200 °C. El material precursor de alúmina alfa restante y las semillas de alúmina alfa se calientan a continuación a una temperatura suficiente (calcinada) para inducir la conversión del material precursor en partículas de alúmina alfa. En general, la temperatura de calentamiento es mayor de aproximadamente 200 °C, tal como a una temperatura de más de aproximadamente 400 °C y de entre aproximadamente 600 °C y 1500 °C. Las impurezas, tales como otras especies de óxido, que pueden existir en la alúmina alfa convertida se pueden retirar por medio de un procedimiento de intercambio iónico.

El material precursor de alúmina alfa puede ser una forma hidratada de alúmina, tal como boehmita. Aunque la

5 alúmina alfa se puede procesar a través de una vía de procesamiento de sembrado, el material de boehmita también se puede formar a través de una vía de procesamiento de sembrado. El término "boehmita" se usa en general en el presente documento para indicar hidratos de alúmina incluyendo boehmita mineral, que es típicamente $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y que tiene un contenido en agua del orden de un 15 %, así como pseudoboehmita, que tiene un contenido en agua mayor de un 15 %, tal como un 20-38 % en peso.

10 En general, la formación de boehmita a través de una vía de procesamiento de sembrado es similar a la formación de partículas de alúmina alfa a través de una vía de procesamiento de sembrado. La boehmita se proporciona en una suspensión y calentada. El calentamiento se puede llevar a cabo en un entorno autógeno, es decir, en una autoclave, de modo que se genera una presión elevada durante el procesamiento. Las partículas de semilla están presentes típicamente en una cantidad mayor de aproximadamente un 1,0 % en peso del precursor de boehmita (calculado como Al_2O_3), y el calentamiento se lleva a cabo a una temperatura mayor de aproximadamente 120 °C, tal como mayor de aproximadamente 125 °C, o incluso mayor de aproximadamente 130 °C, y a una presión que se genera de forma autógena, típicamente alrededor de 206 kPa (30 psi).

15 Además, la acidez de la suspensión se puede controlar para formar semillas de boehmita de una forma y tamaño deseados. El pH de la suspensión se selecciona en general de un valor de menos de 7 o de más de 8, y el material de semilla de boehmita tiene un tamaño de partícula más fino que aproximadamente 0,5 micrómetros. Se pueden modificar varias variables durante el procesamiento del material particulado de boehmita, para lograr la morfología deseada. Estas variables incluyen notablemente la proporción en peso, es decir, la proporción de precursor de boehmita con respecto a semilla de boehmita, el tipo o especie particular de ácido o base usado durante el procesamiento (así como el nivel de pH relativo) y la temperatura (que es directamente proporcional a la presión en un entorno hidrotérmico autógeno) del sistema.

20 La conversión del material particulado de boehmita en alúmina alfa se puede llevar a cabo por calcinación (como se indica anteriormente). La temperatura de calcinación depende, en parte, del tipo de material particulado de boehmita y del tiempo necesario para convertir el material particulado de boehmita en la fase de alúmina alfa. En general, la temperatura de calcinación no es menos de aproximadamente 1100 °C. Otros modos de realización utilizan una temperatura de calcinación que no es menos de aproximadamente 1200 °C, 1300 °C o incluso 1400 °C. Típicamente, la temperatura de calcinación está dentro de un intervalo de aproximadamente 1250 °C a aproximadamente 1500 °C.

25 Un tiempo adecuado para la calcinación depende en parte del material particulado de boehmita y la composición deseada del material de alúmina alfa. Típicamente, la calcinación no se lleva a cabo durante más de aproximadamente 5 horas, en general dentro de un intervalo de aproximadamente 1 a 4 horas, o de aproximadamente 1 a 3 horas. Adicionalmente, la calcinación se puede llevar a cabo en diversos entornos incluyendo entornos de gas y presión controlados. Debido a que la calcinación se lleva a cabo en general para lograr cambios de fase en el material particulado de boehmita y no en una reacción química, y puesto que el material resultante es predominantemente un óxido, no es necesario implementar entornos gaseosos y de presión especializados excepto para la mayoría de los productos finales de alúmina controlados por composición y morfología.

30 En referencia a la alúmina alfa, en general, las partículas de alúmina alfa en general tienen un tamaño de partícula primario fino, en particular submicrométrico. De acuerdo con un modo de realización, la alúmina alfa tiene un tamaño de partícula primario no mayor de aproximadamente 500 nm, no mayor de aproximadamente 300 nm, o incluso no mayor de aproximadamente 250 nm. Todavía, otros modos de realización utilizan alúmina alfa que tiene un tamaño de partícula primario no mayor de aproximadamente 200 nm, o incluso no mayor de aproximadamente 150 nm. En otro modo de realización, el tamaño de partícula primario promedio de las partículas de alúmina alfa no es mayor de aproximadamente 100 nm, o todavía, no es mayor de aproximadamente 75 nm.

35 En referencia de nuevo a la FIG. 1, las partículas de alúmina alfa se combinan con el material formador de envoltura 101. En general, el material formador de envoltura incluye una especie para formar la capa de envoltura, y más específicamente, incluye silicio o circonio. De acuerdo con un modo de realización particular, el material formador de envoltura contiene el óxido metálico de dichas especies, a saber, óxido de silicio y óxido de circonio.

40 La alúmina alfa se puede combinar con el material formador de envoltura en forma de una mezcla. De acuerdo con un modo de realización, la mezcla es una mezcla húmeda que incluye un vehículo acuoso. Se apreciará que dependiendo del procedimiento de mezcla deseado, ya sea húmedo o seco, la mezcla puede incorporar procedimientos adicionales, tales como por ejemplo, un procedimiento de molienda. En dichos modos de realización que utilizan una mezcla húmeda, las partículas de alúmina alfa se pueden formar en una suspensión espesa o suspensión con un disolvente acuoso. De forma alternativa, en otros modos de realización, el disolvente es no acuoso, tal como un compuesto orgánico.

45 En particular, las partículas de alúmina alfa se pueden combinar con el material formador de envoltura como una dispersión coloidal, que puede incluir el material formador de envoltura como coloides suspendidos en un medio líquido. Como tal, los coloides pueden contener una especie de óxido metálico para formar la capa de envoltura, y

en particular pueden incluir óxido de silicio u óxido de circonio, lo que incluye sílice y circonio. En un modo de realización, los coloides están compuestos de no menos de aproximadamente un 90 % de óxido de silicio u óxido de circonio. En otro modo de realización, los coloides son de forma completamente esencial óxido de silicio u óxido de circonio.

5 En referencia al vehículo líquido, la dispersión coloidal puede utilizar un vehículo líquido acuoso. De forma alternativa, el vehículo líquido del coloide puede ser un compuesto orgánico, y en particular puede incluir acetato. La dispersión coloidal puede contener aditivos además de los coloides y el vehículo líquido, tales como otros compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos, estabilizantes, modificadores de pH o aglutinantes. Dichos aditivos comprenden típicamente no mayor de aproximadamente un 15 % en peso basado en el contenido total en sólidos de la dispersión. De acuerdo con otros modos de realización, la cantidad de dichos aditivos no es mayor de aproximadamente un 10 % en peso, o no mayor de aproximadamente un 5,0 % en peso.

15 Para facilitar la formación de la dispersión coloidal usando el material formador de envoltura, el tamaño de partícula primario de los coloides es pequeño, en general submicrométrico. De acuerdo con un modo de realización, los coloides tienen un tamaño de partícula primario promedio no mayor de aproximadamente 200 nm, tal como no mayor de aproximadamente 150 nm, o incluso no mayor de aproximadamente 100 nm.

20 De acuerdo con un modo de realización, la cantidad de partículas de alúmina alfa combinadas con el material formador de envoltura no es menos de aproximadamente un 80 % en peso basado en un contenido total en sólidos de alúmina alfa y el material formador de envoltura. En otro modo de realización, la cantidad de alúmina alfa no es menos de aproximadamente un 90 % en peso, y en algunos casos no menos de aproximadamente un 95 % en peso. En consecuencia, la cantidad de material formador de envoltura que se combina con la alúmina alfa no es mayor de aproximadamente un 20 % en peso basado en el contenido total en sólidos de alúmina alfa y el material formador de envoltura. Todavía, la cantidad de material formador de envoltura puede ser menor, de modo que no sea mayor de aproximadamente un 10 % en peso, o no mayor de aproximadamente un 5,0 % en peso, o incluso no mayor de aproximadamente un 3,0 % en peso. Típicamente, la cantidad de material formador de envoltura no es menos de aproximadamente un 0,25 % en peso.

30 Después de que las partículas de alúmina alfa y los materiales formadores de envoltura se combinen, la mezcla se puede secar. La temperatura de secado está en general dentro de un intervalo adecuado para la evolución y evaporación de componentes de la mezcla, en particular componentes orgánicos y otros componentes. De acuerdo con un modo de realización, la mezcla se seca a una temperatura mayor de aproximadamente la temperatura ambiente, que no es menos de aproximadamente 25 °C. De acuerdo con otro modo de realización, el secado se completa a una temperatura de no menos de aproximadamente 35 °C, no menos de aproximadamente 40 °C, o incluso no menos de aproximadamente 50 °C. De acuerdo con un modo de realización particular, el secado se puede llevar a cabo a una temperatura dentro de un intervalo de entre aproximadamente 25 °C y aproximadamente 100 °C.

40 La combinación del material formador de envoltura con las partículas de alúmina alfa se puede llevar a cabo usando procedimientos alternativos. Por ejemplo, el material formador de envoltura se puede combinar con las partículas de alúmina alfa usando un procedimiento de depósito. De acuerdo con un modo de realización, el material formador de envoltura se puede depositar por medio de un procedimiento de depósito de vapor, incluyendo, por ejemplo, depósito químico de vapor CVD, depósito por plasma de vapor PVD o depósito por química metalorgánica de vapor MOCVD. En dichos modos de realización que utilizan un procedimiento de depósito de vapor, el material formador de envoltura se puede proporcionar como material precursor. El material precursor puede incluir el material formador de envoltura o un derivado del material formador de envoltura, de modo que cuando el material precursor reacciona o se descompone durante el procedimiento de depósito, forma una capa de envoltura, en particular una capa de envoltura que incluye óxido de silicio u óxido de circonio. De acuerdo con un modo de realización, el material precursor comprende silicio, y en particular es ortosilicato de tetraetil (TEOS).

55 Después de combinar los componentes, la combinación se cuece para formar partículas abrasivas 103. La cocción de los componentes ayuda a la conversión del material formador de envoltura en una capa de envoltura que reviste el núcleo de alúmina alfa policristalino. En particular, el material formador de envoltura se puede convertir en un compuesto a alta temperatura, tal como un compuesto de óxido metálico, que puede ser de una forma policristalina. En general, la cocción de los componentes se completa a una temperatura de no menos de aproximadamente 800 °C. Todavía, de acuerdo con un modo de realización, la temperatura de cocción no es menos de aproximadamente 1000 °C, pero típicamente no mayor de aproximadamente 1400 °C. En un modo de realización particular, la temperatura de cocción está dentro de un intervalo de entre aproximadamente 800 °C y aproximadamente 1200 °C.

60 La cocción de los componentes en general facilita la formación de una unión entre la capa de envoltura y el núcleo de alúmina. La unión puede ser una unión primaria, en particular la capa de envoltura se puede unir al núcleo de alúmina por medio de un mecanismo de unión primaria, tal como unida covalentemente. Además, la cocción facilita la densificación de la partícula abrasiva y la formación de una capa de envoltura coherente y policristalina.

65

En referencia a las partículas abrasivas en su conjunto (es decir, núcleo y envoltura) se apreciará que después de cocer las partículas abrasivas se pueden cribar a través de mallas para obtener partículas abrasivas de un tamaño y/o distribución particulares, ya sea grueso, fino, o una mezcla de los mismos. El tamaño final de las partículas abrasivas se determina en parte por el tamaño y distribución de las partículas de alúmina alfa iniciales, y además, se apreciará que el control y producción del tamaño de las partículas de alúmina alfa proporciona control del tamaño de las partículas abrasivas finales. En consecuencia, las partículas abrasivas pueden ser partículas más grandes en comparación con los granos cristalinos submicrométricos de alúmina alfa que forman el núcleo. En general, el tamaño de las partículas abrasivas después de la cocción no es mayor de aproximadamente 1,7 mm. En un modo de realización, las partículas abrasivas tienen un tamaño de partícula promedio no mayor de aproximadamente 1,0 mm, tal como no mayor de aproximadamente 500 micrómetros, o incluso, no mayor de aproximadamente 400 micrómetros.

Después de la cocción 103, las partículas abrasivas se fijan a un material de matriz para formar un abrasivo fijo 105. En general, un abrasivo fijo se define en el presente documento como un componente en el que las partículas abrasivas o granos abrasivos se fijan en posición, en general se fijan en una posición relativa entre sí (abrasivo aglomerado), o se fijan en una posición relativa entre sí y con un miembro de soporte (abrasivo recubierto). La configuración real del abrasivo fijo puede variar ampliamente dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, los abrasivos recubiertos pueden utilizar un papel, tela, tela unida con puntadas, fibra o soporte de película, y el abrasivo recubierto puede adoptar varias formas geométricas diferentes, incluyendo correas, discos, láminas, fundas intercaladas, rollos, discos de aletas, ruedas de aletas, y otras configuraciones geométricas. Por otro lado, los abrasivos aglomerados están típicamente en forma de estructuras integradas sólidas, tales como en forma de muelas de amolado, muelas cilíndricas, muelas de cubeta, muelas de placa, segmentos, conos, muelas montadas y puntas, ladrillos y palos.

En referencia a la FIG. 2, se representa una ilustración en sección transversal de una partícula abrasiva de acuerdo con un modo de realización. Como se describe en el presente documento y de acuerdo con un modo de realización, la partícula abrasiva tiene una estructura núcleo-envoltura que incluye un núcleo 203 hecho de una pluralidad de granos de alúmina alfa 205. En general, el núcleo 203 incluye no menos de aproximadamente un 95 % de alúmina alfa, o no menos de aproximadamente un 98 % de alúmina alfa. Todavía, en un modo de realización particular, el núcleo 203 está hecho esencialmente de alúmina alfa.

El núcleo policristalino 203 incluye una pluralidad de granos cristalinos de alúmina alfa que son bastante pequeños, y en general de un tamaño de grano submicrométrico. En un modo de realización, los granos de alúmina alfa tienen un tamaño promedio no mayor de aproximadamente 500 nm, tal como no mayor de aproximadamente 400 nm, o incluso, no mayor de aproximadamente 300 nm. De acuerdo con otro modo de realización, el núcleo 203 incluye granos 205 que tienen un tamaño de grano promedio no mayor de aproximadamente 200 nm, tal como no mayor de aproximadamente 150 nm, y en algunos casos no mayor de aproximadamente 100 nm.

En otra referencia al núcleo 203 de las partículas abrasivas, en general el tamaño promedio del núcleo 203 no es mayor de aproximadamente 1,7 mm, tal como no mayor de aproximadamente 750 micrómetros, o incluso, no mayor de aproximadamente 600 micrómetros. De acuerdo con un modo de realización particular, el tamaño de núcleo promedio de las partículas abrasivas no es mayor de aproximadamente 500 micrómetros, o incluso no mayor de aproximadamente 200 micrómetros. En particular, el tamaño de núcleo promedio está dentro de un intervalo entre aproximadamente 0,5 micrómetros y aproximadamente 1,7 mm.

Como se ilustra en la FIG. 2, la capa de envoltura 201 incluye un material policristalino que está revistiendo el núcleo 203. En general, la capa de envoltura 201 puede ser no menos de aproximadamente un 90 % en volumen de material policristalino, y más típicamente puede incluir no menos de aproximadamente un 98 % en volumen de material policristalino. De acuerdo con un modo de realización, la capa de envoltura 201 consiste completamente en un material policristalino.

Típicamente, la capa de envoltura 201 encapsula sustancialmente el núcleo de alúmina alfa 203, de modo que la capa de envoltura 201 reviste no menos de aproximadamente un 90 % de la superficie externa del núcleo 203. Todavía, en otros modos de realización, la capa de envoltura 201 puede encapsular más del núcleo 203, de modo que no menos de un 95 % de la superficie externa del núcleo 203 se cubre por la capa de envoltura 201. Mientras que en otro modo de realización, la capa de envoltura 201 cubre no menos de aproximadamente un 98 % de la superficie externa del núcleo 203. En un modo de realización particular, la capa de envoltura 201 encapsula sustancialmente el núcleo de alúmina alfa 203 de modo que esencialmente toda la superficie externa del núcleo 203 se cubre por la capa de envoltura 201.

La capa de envoltura 201 reviste el núcleo 203 y de acuerdo con un modo de realización, la capa de envoltura 201 tiene un grosor promedio no mayor de aproximadamente 10 micrómetros. Todavía, la capa de envoltura puede ser más fina, y en otro modo de realización, la capa de envoltura 201 tiene un grosor promedio no mayor de aproximadamente 8,0 micrómetros, tal como no mayor de aproximadamente 5,0 micrómetros. En un modo de realización particular, la capa de envoltura 201 tiene un grosor promedio no mayor de aproximadamente 3,0 micrómetros.

La capa de envoltura 201 es una capa en general robusta que puede ser una fracción significativa del peso total de las partículas abrasivas. De acuerdo con un modo de realización, la capa de envoltura 201 no es menos de aproximadamente un 0,5 % en peso del peso total de la partícula. En otro modo de realización, la capa de envoltura 201 puede ser no menos de aproximadamente un 1 % en peso del peso total de la partícula abrasiva, tal como no menos de aproximadamente un 3 % en peso, o incluso no menos de aproximadamente un 5 % en peso. De acuerdo con un modo de realización particular, la capa de envoltura 201 es una capa robusta que es una porción significativa de la partícula abrasiva tal que tiene un peso dentro de un intervalo de entre aproximadamente un 1 % en peso y aproximadamente un 10 % en peso del peso total de la partícula abrasiva.

En otra referencia a la capa de envoltura 201, en general la capa de envoltura 201 es una capa en particular densa, que tiene poca porosidad y que es dicha porosidad en general porosidad cerrada. De acuerdo con un modo de realización, la capa de envoltura 201 tiene una porosidad no mayor de un 10 % en volumen. Todavía, en un modo de realización particular, la porosidad de la capa de envoltura 201 no es mayor de aproximadamente un 5,0 % en volumen.

Como se describe previamente, la capa de envoltura 201 incluye el material formador de envoltura y en particular incluye un compuesto de óxido metálico de óxido de circonio o bien óxido de silicio. El óxido de circonio y el óxido de silicio incluyen óxidos de circonio o silicio, tales como por ejemplo, circona o sílice, u óxidos compuestos de silicio y circonio, incluyendo posiblemente productos de reacción con el núcleo de alúmina subyacente. De acuerdo con un modo de realización, las partículas abrasivas tienen una capa de envoltura 201 que comprende no menos de un 95 % de óxido de circonio, y todavía en algunos casos no menos de un 98 % de óxido de circonio. Todavía, en un modo de realización particular, la capa de envoltura 201 está hecha completamente de óxido de circonio.

En referencia a los modos de realización que utilizan una capa de envoltura de óxido de circonio, en general, la capa de envoltura de óxido de circonio es policristalina. Además, la fase cristalina del óxido de circonio de acuerdo con un modo de realización, es una forma no estabilizada. En particular, los modos de realización que utilizan una capa de envoltura 201 hecha completamente de óxido de circonio utilizan una forma no estabilizada de circona, y en consecuencia, la circona puede tener una estructura cristalina monoclinica. Todavía, otros modos de realización pueden utilizar una capa de envoltura 201 que incluye circona que tiene una estructura cristalina tetragonal o cúbica.

De acuerdo con otros modos de realización, la capa de envoltura 201 puede incluir óxido de silicio, y en particular una forma policristalina de óxido de silicio. En un modo de realización, la capa de envoltura 201 incluye no menos de un 95 % de óxido de silicio, tal como no menos de un 98 % de óxido de silicio. Todavía, la capa de envoltura 201 puede incluir más óxido de silicio de modo que la capa de envoltura 201 está hecha completamente de óxido de silicio.

En referencia a la FIG. 3 se ilustra una sección transversal de un artículo abrasivo recubierto. Como se ilustra, el abrasivo recubierto incluye un miembro de soporte 301, un material de matriz 302 que tiene una primera capa 303 y una segunda capa 305, y partículas abrasivas 306 que tienen un núcleo 307 y una capa de envoltura 309 que reviste el núcleo 307. En general, como con la mayoría de los artículos abrasivos recubiertos, el material de soporte 301 es un material plano adyacente a y que reviste el material de matriz 302 lo que proporciona una superficie para mantener el material de matriz 302 y también las partículas abrasivas 306. El material de soporte 301 en general incorpora un material flexible pero resistente que puede soportar las demandas mecánicas particulares de una aplicación de amolado o pulido. De acuerdo con un modo de realización, el material de soporte 301 incluye materiales tales como cerámica, polímeros, metales, fibras sintéticas y fibras naturales, tales como papel o algodón, o una combinación de los mismos. De acuerdo con otro modo de realización, el material de soporte es un material sintético, tal como un polímero, como poliéster, nailon o rayón. Adicionalmente, el material de soporte 301 puede incluir un material tejido, que puede incluir un material tejido sintético, material tejido naturalmente, o una combinación de ambos. Además, dichos materiales tejidos se pueden mantener unidos por una resina o compuesto polimérico. Todavía, otros modos de realización utilizan una película tal como una película de poliéster para formar el material de soporte 301.

En referencia de nuevo al material de matriz 302 del abrasivo recubierto, en general el material de matriz 302 es adyacente a y reviste el material de soporte 301, y proporciona una superficie a la que se pueden unir las partículas abrasivas 306. En un modo de realización, el material de matriz 302 incluye una pluralidad de capas, que en general son capas adhesivas, tales como la primera capa 303 y la segunda capa 305 ilustradas en la FIG. 3. En general, la primera capa 303 se denomina "capa de fabricación" y facilita la fijación de los granos abrasivos en su lugar con relación al material de soporte 301. De acuerdo con un modo de realización, la primera capa 303 puede incluir una resina o un adhesivo, o ambos. El término resina se refiere a un compuesto sintético que se cura y puede incluir un material natural o sintético. De acuerdo con un modo de realización, la primera capa comprende resinas tales como resina de urea y resina fenólica, o una combinación de las mismas. La composición y porcentajes de resina y adhesivo presentes dentro de la primera capa 303 facilitan el control de la rigidez de la capa, que se determinará según sea necesario dependiendo de la aplicación deseada. Las partículas abrasivas 306 se fijan a continuación dentro de la primera capa antes del endurecimiento o curado del material de la primera capa 303. Las partículas abrasivas se pueden alinear o fijar dentro de la primera capa 303 en una disposición o patrón particular.

Además de la primera capa 303, el material de matriz 302 también puede incluir una segunda capa 305, como se ilustra en la FIG. 3, que reviste las partículas abrasivas 306 y la primera capa 303. En general, la segunda capa 305 se puede denominar una "capa de tamaño" y facilita la fijación de las partículas abrasivas 306 dentro de la primera capa 303 entre sí. En consecuencia, la segunda capa 305 puede incluir una resina y adhesivo, que pueden incluir compuestos poliméricos incluyendo, por ejemplo, resina de urea o resina fenólica.

Además de los compuestos resinosos y adhesivos, la segunda capa 305 también puede incluir compuestos adicionales, tales como rellenos. Los rellenos pueden incluir compuestos potenciadores del rendimiento adicionales, tales como un lubricante sólido. De acuerdo con un modo de realización, la segunda capa 305 incluye un compuesto halógeno, y más en particular, un compuesto de flúor. En un modo de realización particular, el relleno incluye un compuesto que comprende sodio, aluminio y flúor (por ejemplo, Cryolite®). Dichos materiales de relleno que contienen halógenos tales como flúor son corrosivos, y pueden ser en particular corrosivos a altas temperaturas que prevalecen durante una operación de amolado, lo que puede mejorar el rendimiento de amolado del dispositivo abrasivo fijo, pero también corroer y alterar simultáneamente los granos abrasivos.

De acuerdo con un modo de realización particular, el abrasivo recubierto es un artículo de recubrimiento cerrado que tiene partículas abrasivas que cubren no menos de aproximadamente un 75 % de la superficie utilizable del abrasivo recubierto. Todavía, el artículo de recubrimiento cerrado puede tener una densidad mayor de granos abrasivos a través de la superficie, tales como granos abrasivos que cubren no menos de aproximadamente un 80 %, o incluso no menos de aproximadamente un 90 % de la superficie utilizable del abrasivo recubierto. De forma alternativa, en otros modos de realización, el artículo abrasivo recubierto es un artículo de recubrimiento abierto que tiene partículas abrasivas que cubren menos de aproximadamente un 75 % de la superficie usable del abrasivo recubierto. En un modo de realización, el abrasivo recubierto es un abrasivo de recubrimiento abierto que tiene partículas abrasivas que cubren menos de aproximadamente un 65 %, tal como menos de aproximadamente un 55 %, o incluso menos de aproximadamente un 45 % de la superficie utilizable del abrasivo recubierto. En general, el artículo abrasivo de recubrimiento abierto tiene una mayoría de la superficie utilizable cubierta con partículas abrasivas, tal como dentro de un intervalo de entre aproximadamente un 50 % y aproximadamente un 75 %.

Con referencia ahora a otros artículos abrasivos fijos, la FIG. 4 es una ilustración en sección transversal de un artículo abrasivo aglomerado de acuerdo con un modo de realización. Como se ilustra, el abrasivo aglomerado incluye un material de matriz 401 que tiene partículas abrasivas 406 incrustadas en el mismo. Las partículas abrasivas 406 ilustradas incluyen partículas que tienen un núcleo 403 y una capa de envoltura 405 que reviste el núcleo 403.

Con referencia al material de matriz 401 del abrasivo aglomerado, en general el material de matriz incluye un material adecuado para mantener las partículas abrasivas 406 en su lugar entre sí. De acuerdo con un modo de realización, el material de matriz 401 incluye materiales tales como cerámica, polímeros de metales y/o materiales naturales, tales como caucho. En un modo de realización, el material de matriz 401 puede incluir un material sintético, tal como una resina que puede incluir un material de fenol. De acuerdo con otro modo de realización, el material de matriz incluye una cerámica, tal como un material cerámico vítreo o vitrificado. De acuerdo con un modo de realización particular, el material de matriz vitrificado incluye sílice, en general en una cantidad de no menos de aproximadamente un 10 % en peso, tal como no menos de aproximadamente un 30 % en peso, o todavía no menos de aproximadamente un 60 % en peso de sílice.

En general, los abrasivos aglomerados que tienen un material de matriz cerámico vitrificado se fabrican empleando las etapas de mezclar conjuntamente partículas abrasivas, ingredientes precursores de aglomerado vítreos o cerámicos (por ejemplo, frita, óxidos y silicatos) y un aglutinante temporal, colocando a continuación una mezcla de este tipo en un molde y presionar la mezcla en el molde hasta aproximadamente el tamaño y forma deseados. El procedimiento extrae sustancias volátiles de la pieza prensada, normalmente calentando la pieza prensada a una temperatura relativamente baja (por ejemplo, de 200 °C a 300 °C) para desprender cualquier sustancia volátil (por ejemplo, agua y/o materiales orgánicos) antes de una etapa de cocción final para reducir la expansión e hinchazón del artículo abrasivo aglomerado.

Después del prensado y calentamiento iniciales, el abrasivo aglomerado se retira del molde y a continuación se cuece a una temperatura relativamente alta (por ejemplo, de 500 °C a 1200 °C) en un horno para formar el aglomerado vítreo para facilitar la unión de las partículas abrasivas y el material de matriz. La cocción de la pieza prensada, unida temporalmente (es decir, conformada) se realiza normalmente a una temperatura de no menos de aproximadamente 500 °C, tal como no menos de aproximadamente 700 °C, o incluso no menos de aproximadamente 900 °C, y en general dentro de un intervalo de entre aproximadamente 500 °C a aproximadamente 1200 °C. Durante esta cocción a alta temperatura, se producen diversas transformaciones físicas y/o químicas que dan como resultado la formación de una matriz vítrea o cerámica que une los granos abrasivos y el material de matriz.

El material de matriz 401 del artículo abrasivo aglomerado, en particular los abrasivos aglomerados que utilizan un material de matriz cerámico vitrificado incluyen no menos de aproximadamente un 30 % en peso del material de

matriz basado en el peso total del artículo abrasivo aglomerado. De acuerdo con otro modo de realización, el material de matriz 401 comprende no menos de aproximadamente un 40 % en peso, o no menos de aproximadamente un 50 % en peso, o en algunos casos no menos de aproximadamente un 60 % en peso del peso total del artículo abrasivo aglomerado.

5 En referencia a partículas abrasivas como se usan en artículos abrasivos fijos, la FIG. 5 ilustra una curva de elementos presentes dentro de partículas de alúmina convencionales fijadas dentro de un artículo abrasivo recubierto. En particular, el abrasivo recubierto incluye un material de relleno que tiene sodio (Na) y flúor (F) como componentes primarios (por ejemplo, Cryolite®). Además, los granos de alúmina dentro del abrasivo recubierto
10 tienen un tamaño de cristal promedio de menos de aproximadamente 500 nanómetros. En referencia a la FIG. 5, los granos de alúmina contienen una gran cantidad de aluminio 505 como es de esperar, y además del contenido de aluminio, los granos de alúmina también presentan una alta cantidad de flúor 503 y sodio 501. Como se menciona, dichos elementos están presentes en el material de relleno dentro del material de matriz del abrasivo recubierto, y como se evidencia por la FIG. 5 estos elementos han penetrado en los granos de alúmina.

15 Para propósitos comparativos, la FIG. 6 ilustra una curva de elementos presentes dentro de una partícula abrasiva que se ha incorporado a un abrasivo recubierto de acuerdo con los modos de realización en el presente documento. En particular, la partícula abrasiva ilustrada en la FIG. 6 tiene una estructura núcleo-envoltura, incluyendo un núcleo de alúmina alfa y una capa de envoltura que comprende circonita. Las partículas se cocieron a 1000 °C durante cinco minutos. Al igual que el abrasivo recubierto evaluado en la FIG. 5, el artículo abrasivo recubierto de la FIG. 6
20 incorporó el mismo material de relleno en la segunda capa del material de matriz, a saber, un relleno hecho principalmente de sodio y flúor. Mientras que el núcleo de alúmina de las partículas abrasivas proporcionadas en la FIG. 6 contiene un alto contenido de aluminio 603 como se esperaba, el núcleo de alúmina presenta muy poca, o ninguna cantidad, de flúor o sodio, como se indica en la región 601. La FIG. 6 en comparación con la FIG. 5 indica que los elementos presentes dentro del relleno no penetraron en los núcleos de alúmina de las partículas abrasivas.

En otra referencia a características particulares de los granos abrasivos, la FIG. 7 ilustra una curva de elementos presentes dentro de un grano de alúmina convencional e incorporado en un artículo abrasivo aglomerado. Por comparación, la FIG. 8 ilustra una curva de elementos presentes dentro de un grano abrasivo que tiene una estructura núcleo-envoltura e incorporado en un abrasivo aglomerado de acuerdo con los modos de realización en el presente documento. En particular, las partículas abrasivas de la FIG. 8 comprenden un núcleo de alúmina alfa policristalino que tiene granos de alúmina de un tamaño de grano promedio de menos de aproximadamente 500 nm y una capa de envoltura que comprende circonita. Las partículas abrasivas se formaron por cocción a 1250 °C durante cuatro horas. Ambas muestras ilustradas en la FIG. 7 y FIG. 8 incorporaron un abrasivo aglomerado que
30 tiene un material de matriz vitrificado que contiene sílice. La FIG. 7 ilustra que, además del alto contenido esperado de aluminio 701, las partículas de alúmina contienen un alto contenido de silicio 703, lo que indica que el silicio elemental de la sílice del material de matriz penetró en el grano abrasivo. Por comparación, las partículas abrasivas de la FIG. 8 ilustran un alto contenido de aluminio 801, como se esperaba, pero el contenido de silicio 803 dentro de los núcleos de alúmina alfa se reduce y demuestra menos penetración de silicio en partículas abrasivas que utilizan una estructura núcleo-envoltura.

En otra referencia a las características de las partículas abrasivas proporcionadas en el presente documento, la FIG. 9 ilustra una exploración de línea elemental de una porción de un abrasivo aglomerado convencional, utilizando granos de alúmina sin recubrir dentro de un material de matriz vítreo que tiene un alto contenido de sílice. Las regiones 901 y 903 representan regiones del abrasivo aglomerado que son granos abrasivos de alúmina, mientras que la región 902 representa una región del abrasivo aglomerado que es un material de matriz vitrificado que comprende sílice. En consecuencia, la línea 907 representa la cantidad de silicio dentro de cada una de las regiones y la línea 905 representa la cantidad de aluminio dentro de cada una de las regiones. Como se ilustra, la cantidad de aluminio dentro de las regiones 901 y 903 (regiones representadas por los granos abrasivos de alúmina) es mayor que la cantidad de silicio, pero la cantidad de silicio que se mueve de la región 901 (un grano de alúmina) a la región 902 (el material de matriz), y de nuevo a la región 903 (un grano de alúmina) cambia solo ligeramente.

Por comparación, la FIG. 10 ilustra una exploración similar de un abrasivo aglomerado que tiene el mismo material de matriz vitrificado que incorpora sílice, y que incorpora también granos abrasivos que tienen una estructura núcleo-envoltura. Notablemente, los granos abrasivos incluyen un núcleo de alúmina alfa policristalino y una capa de envoltura de circonita. Al igual que la FIG. 9, la FIG. 10 proporciona regiones 1001 y 1003 que son regiones de granos abrasivos, y la región 1002 representa una región del material de matriz. En consecuencia, la línea 1007 representa la cantidad de silicio dentro de cada una de las regiones y la línea 1005 representa la cantidad de aluminio dentro de cada una de las regiones. Notablemente, la cantidad de silicio 1007 dentro de las regiones de los granos abrasivos 1001 y 1003 desciende drásticamente desde la región del material de matriz 1002. Además, por comparación con la FIG. 9, la cantidad de silicio 1007 presente dentro de los granos abrasivos de la FIG. 10, notablemente dentro de las regiones 1001 y 1004 contienen menos silicio que los granos abrasivos de la FIG. 9 (regiones 901 y 903).

65 En otra referencia al rendimiento de artículos abrasivos fijos como se proporciona en los modos de realización en el presente documento, se proporciona a continuación la tabla 1 que demuestra el rendimiento de amolado de

partículas abrasivas en una Prueba de capa única. La prueba de capa única es una prueba de amolado de superficie que se usa como prueba de simulación para determinar el rendimiento de abrasivos aglomerados y abrasivos recubiertos contra piezas de trabajo metálicas seleccionadas. En particular, la tabla 1 mide el rendimiento de amolado en términos de una proporción G, un procedimiento estandarizado de medición del rendimiento de amolado de un artículo abrasivo, típicamente una muela abrasiva, que es una medida del volumen del material retirado de una muestra en comparación con el volumen de material retirado de la muela abrasiva. Cada resultado proporcionado a continuación se mide como un porcentaje del rendimiento de amolado frente a la muestra de alúmina estándar 1 que también se usa como partículas abrasivas de alúmina estándar dentro de un material de matriz vitrificado.

Tabla 1

Muestra	Proporción G (%)
Alúmina estándar 1	100
Alúmina estándar 2	89
S1	119
S2	115
S3	103
S4	121
Alúmina estándar 3	104
S5	126
S6	132

Las muelas abrasivas usadas para las pruebas incluyen una rueda metálica, de 12,7 cm (5 pulgadas) de diámetro y 0,6 cm (0,25 pulgadas) de grosor que tiene una única capa de partículas abrasivas unidas a la superficie de la rueda metálica usando resina fenólica como material adhesivo. Las partículas abrasivas de todas las muestras en la tabla 1 se tamizan y recogen de modo que el tamaño de partícula de las partículas abrasivas esté dentro de un intervalo entre 250 micrómetros y 425 micrómetros (entre tamaños de malla estándar 60 y 40). La diferencia en las partículas abrasivas es que las muestras de alúmina estándar 1, alúmina estándar 2 y alúmina estándar 3 usaron granos de alúmina sin recubrir convencionales. Las muestras S1-S6 usaron partículas abrasivas que tienen una estructura núcleo-envoltura como se describe en los modos de realización en el presente documento.

Cada una de las muestras se somete a prueba en las mismas condiciones, incluyendo el uso de una pieza de trabajo de acero al carbono 4140, alimentada a una tasa constante con una alimentación constante de 0,00025 cm (0,0001 pulgadas) y una velocidad de mesa de 19,8 m (65 pies)/min. Durante las pruebas, las condiciones de amolado también incluyen seco, transversal y una potencia detenida de 345 W a 350 W.

En referencia a muestras comparativas particulares, la muestra S1 incorpora partículas abrasivas que utilizan granos de alúmina similares a los de la muestra de alúmina estándar 2, pero incluyendo una capa de envoltura que reviste los granos de alúmina que se forma a partir de sílice. En particular, la capa de envoltura se formó mezclando un 0,5 % en peso de sílice (en base al contenido total en sólidos) con partículas de alúmina alfa y cociendo la mezcla a 1000 °C. Como se ilustra, la muestra S1 demostró una mejora en el rendimiento de amolado, que tiene una mejora en la proporción G de un 19 % sobre la muestra de alúmina estándar 1 y de un 30 % sobre la muestra de alúmina estándar 2. Adicionalmente, la muestra S1 ilustra una mejora en el rendimiento de amolado sobre cada una de la muestra de alúmina estándar 3.

En referencia a la siguiente muestra comparativa, la muestra S2 incorpora partículas abrasivas que utilizan granos de alúmina similares a los de la muestra de alúmina estándar 2, pero incluyendo una capa de envoltura que reviste los granos de alúmina que se forma a partir de sílice. En particular, las partículas abrasivas de la muestra S2 se formaron combinando alúmina alfa con un 1,0 % en peso de sílice (en base al contenido total en sólidos) como material formador de envoltura y cociendo la mezcla a una temperatura de 1000 °C. Como se ilustra, la muestra S2 también demostró una mejora en el rendimiento de amolado sobre cada una de las muestras de alúmina estándar.

Al igual que las muestras comparativas S1 y S2, la muestra S3 es un abrasivo aglomerado que incorpora granos abrasivos que tienen una estructura núcleo-envoltura. Notablemente, la muestra S3 incluye granos abrasivos que tienen un núcleo de alúmina alfa policristalino y una capa de envoltura que reviste el núcleo policristalino. Las partículas abrasivas se fabricaron combinando partículas de alúmina alfa y un 0,5 % en peso de sílice (en base al contenido total en sólidos) como material formador de envoltura. La combinación se coció a una temperatura de 1200 °C. Como se ilustra, el rendimiento de la muestra S3 muestra una mejora, con respecto a las muestras de alúmina estándar 1 y 2, y un rendimiento comparable al de la muestra de alúmina estándar 3.

Asimismo, la muestra S4 muestra una mejora en el rendimiento de amolado sobre todas las muestras de alúmina estándar. La muestra S4 es un abrasivo aglomerado que incluye granos abrasivos que tienen un núcleo de alúmina y una capa de envoltura de sílice que reviste el núcleo de alúmina. Las partículas abrasivas se fabricaron

combinando partículas de alúmina alfa con un 1,0 % en peso de sílice (en base al contenido total en sólidos) como material formador de envoltura. Las partículas se cocieron a una temperatura de 1200 °C. Al igual que con las muestras previas que incorporan la estructura núcleo-envoltura, una mejora en el rendimiento de amolado sobre cada una de las muestras de alúmina estándar.

5 En referencia a la muestra S5, esta muestra usó el mismo tipo de granos de alúmina que la muestra de alúmina estándar 3 dentro de un abrasivo aglomerado, sin embargo, los granos abrasivos incluyeron una capa de envoltura de sílice que reviste el núcleo de alúmina. En particular, las partículas abrasivas de la muestra S5 se formaron combinando partículas de alúmina alfa y un 1,0 % en peso de sílice (en base al contenido total en sólidos) como material formador de envoltura. La combinación se coció a una temperatura de 1200 °C. Como se ilustra, la muestra S5 muestra una mejora en el rendimiento de amolado sobre la muestra de alúmina estándar 3. La muestra S5 también demuestra una mejora en el rendimiento de amolado sobre las muestras de alúmina estándar 1 y 2.

15 En consecuencia, la muestra S6 también utiliza el mismo tipo de granos de alúmina que la muestra de alúmina estándar 3, pero los granos abrasivos utilizan una capa de envoltura de sílice que reviste el núcleo de alúmina. En particular, las partículas abrasivas se formaron combinando partículas de alúmina alfa con un 0,5 % en peso de sílice (en base al contenido total en sólidos) y cociendo la combinación a una temperatura de 1200 °C. De nuevo, la muestra S6 muestra una mejora en el rendimiento de amolado sobre la muestra de abrasivo aglomerado estándar, alúmina estándar 3. La muestra S6 también muestra una mejora en el rendimiento de amolado sobre las muestras de alúmina estándar 1 y 2. Aunque estas muestras ilustran la mejora en el rendimiento de amolado de partículas abrasivas proporcionadas en los modos de realización en el presente documento, en particular la mejora en el rendimiento de amolado de partículas abrasivas que utilizan una capa de envoltura de sílice, las partículas abrasivas que utilizan una capa de envoltura similar y que comprenden circona han demostrado la misma mejora en el rendimiento de amolado.

25 De acuerdo con modos de realización en el presente documento, se proporcionan artículos abrasivos fijos que tienen una mejora en las propiedades, tales como una potenciación en el rendimiento de amolado, compatibilidad con materiales de matriz y rellenos, y una vida útil prolongada. Aunque los inventores reconocen la existencia de determinadas partículas abrasivas que tienen estructuras modificadas de superficie, tales como las divulgadas en los documentos U.S. 6.258.141 y U.S. 5.131.923, los artículos abrasivos actualmente divulgados son superiores. Con respecto al documento U.S. 6.258.141, mientras que la referencia divulga el uso de un recubrimiento formado a partir de un precursor a base de sal, el recubrimiento divulgado proporciona protección para granos de alúmina durante la formación del artículo abrasivo aglomerado, preferentemente cuando el material de aglomerado es un material vítreo a baja temperatura. Además, mientras que el documento U.S. 6.258.141 en general indica que las partículas abrasivas de alúmina se pueden recubrir con un óxido cerámico, la referencia continúa indicando que se entiende que un "óxido cerámico" se refiere a un óxido metálico estable a temperaturas superiores a 1500 °C, principalmente óxido de magnesio, dióxido de titanio, óxido de cobalto, óxido de níquel y óxido de cromo. Adicionalmente, estos recubrimientos de óxido cerámico no son robustos, ya que son como máximo un 1 % en peso del peso total de la partícula, y típicamente mucho menos. Los recubrimientos de óxido cerámico divulgados en el documento U.S. 6.258.141 no están destinados a ser recubrimientos robustos, sino que son recubrimientos finos de material, que reaccionan a menudo con las partículas de alúmina para crear un compuesto de aluminato, para reducir el área de superficie de las partículas abrasivas, reduciendo de este modo las regiones para que el residuo de carbono se asiente, lo que durante el amolado puede dar lugar a la decoloración de la pieza de trabajo.

45 Con respecto al documento U.S. 5.131.923, la referencia divulga mezclar un material que contiene silicio con partículas abrasivas de alúmina para crear partículas de alúmina que tienen superficies enriquecidas con sílice. Sin embargo, las superficies enriquecidas con sílice no son recubrimientos coherentes de sílice, ya que simplemente se forman mezclando las partículas abrasivas con un compuesto que contiene silicio, que a su vez forma una película de sílice amorfa en la superficie de las partículas abrasivas. Las superficies enriquecidas con sílice de las partículas abrasivas están sin tratar antes de formar el producto final (es decir, un abrasivo aglomerado vítreo) y, por tanto, son amorfas y frágiles, siendo susceptibles al deterioro por desgaste, en especial durante la mezcla de los componentes, y por tanto se descomponen antes de formar el producto abrasivo aglomerado final. En consecuencia, debido a la combinación de un recubrimiento amorfo débil y el manejo de las partículas antes de formar el artículo abrasivo final, se entiende que los recubrimientos no son conformes y no encapsulan sustancialmente las partículas en el producto abrasivo formado final. Además, la formación de las superficies enriquecidas en sílice amorfas funciona solo para ayudar en la aglomeración de las partículas abrasivas dentro de un material de matriz que contiene sílice. En consecuencia, tales partículas están limitadas en su uso, en particular a abrasivos aglomerados vítreos que tienen un alto contenido de sílice.

60 Notablemente, los artículos abrasivos fijos de los presentes modos de realización hacen uso de abrasivos fijos que tienen una combinación de rasgos característicos que incluyen, por ejemplo, tamaño de grano submicrométrico, composición y una estructura núcleo-envoltura diseñada. Notablemente, la combinación de dichos elementos proporciona una estructura diseñada concebida para proporcionar resistencia a productos químicos particulares presentes en procedimientos de amolado, así como un recubrimiento sustancial diseñado para mitigar los efectos del pelado, es decir, una capa descartable en particular concebida para prevenir la fractura del grano de alúmina alfa. Adicionalmente, los modos de realización en el presente documento proporcionan procedimientos para formar

65

5 una envoltura policristalina robusta que reviste un núcleo, que en combinación con otros rasgos característicos, proporciona una mejora en el rendimiento de amolado, estabilidad mecánica y resistencia química. En consecuencia, en el contexto particular del amolado y pulido, el uso de dispositivos abrasivos fijos que incorporan granos abrasivos particulares proporcionados en el presente documento, en combinación con materiales de matriz particulares y materiales de relleno adjuntos, permite dispositivos abrasivos fijos que tienen una mejora en la estabilidad mecánica, estabilidad química y rendimiento de amolado.

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en el contexto de modos de realización específicos, no está destinada a limitarse a los detalles mostrados, estando definido el alcance de la invención por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo abrasivo fijo que comprende:
- 5 un material de matriz (302; 401) y partículas abrasivas (306; 406) incrustadas en el material de matriz,
- 10 teniendo las partículas abrasivas una estructura núcleo-envoltura que incluye un núcleo de alúmina alfa policristalino (203; 307; 403) y una capa de envoltura (201; 309; 405) que tiene una porosidad no mayor de un 10 % en volumen que reviste el núcleo de alúmina policristalino y comprendiendo un material policristalino seleccionado del grupo que consiste en óxido de silicio y óxido de circonio, comprendiendo el núcleo de alúmina alfa policristalino granos (205) que tienen un tamaño de grano promedio no mayor de 500 nm, en el que la capa de envoltura comprende no menos de un 95 % en volumen de óxido de silicio o no menos de un 95 % en volumen de óxido de circonio.
- 15 2. El artículo abrasivo fijo de la reivindicación 1, en el que la capa de envoltura comprende no menos de un 98 % de óxido de circonio o no menos de un 98 % de óxido de silicio.
3. El artículo abrasivo fijo de la reivindicación 1, en el que la capa de envoltura está hecha de óxido de circonio o está hecha de óxido de silicio.
- 20 4. El artículo abrasivo fijo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el artículo abrasivo fijo es un artículo abrasivo recubierto.
5. El artículo abrasivo fijo de la reivindicación 4, en el que el material de matriz comprende una primera capa adhesiva (303) que reviste y está en contacto con un material de soporte (301), y una segunda capa adhesiva (305) que reviste la primera capa adhesiva.
- 25 6. El artículo abrasivo fijo de la reivindicación 5, en el que la segunda capa adhesiva comprende además un material de relleno que comprende un compuesto halógeno.
- 30 7. El artículo abrasivo fijo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el artículo abrasivo fijo es un artículo abrasivo aglomerado, y el material de matriz comprende un material cerámico vitrificado.
8. El artículo abrasivo fijo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el núcleo de alúmina alfa policristalino tiene un tamaño de grano promedio no mayor de 300 nm.
- 35 9. El artículo abrasivo fijo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la capa de envoltura consiste esencialmente en un material policristalino y encapsula sustancialmente el núcleo de alúmina alfa.
- 40 10. El artículo abrasivo fijo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la capa de envoltura tiene un grosor promedio no mayor de 10 micrómetros.
11. El artículo abrasivo fijo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la capa de envoltura tiene una porosidad no mayor de un 5 % en volumen.
- 45 12. El artículo abrasivo fijo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la capa de envoltura comprende óxido de circonio.
13. Un procedimiento de formación de un abrasivo fijo que comprende:
- 50 combinar partículas de alúmina alfa con un material formador de envoltura;
- 55 cocer las partículas de alúmina alfa con el material formador de envoltura para formar partículas abrasivas (306; 406) que comprenden una estructura núcleo-envoltura que incluye un núcleo de alúmina alfa policristalino (203; 307; 403) y una capa de envoltura (201; 309; 405) que tiene una porosidad no mayor de un 10 % en volumen que reviste el núcleo de alúmina policristalino y comprendiendo un material policristalino seleccionado del grupo que consiste en óxido de silicio y óxido de circonio, comprendiendo el núcleo de alúmina alfa policristalino granos y que tienen un tamaño de grano promedio no mayor de 500 nm, en el que la capa de envoltura comprende no menos de un 95 % en volumen de óxido de silicio o no menos de un 95 % en volumen de óxido de circonio; y
- 60 fijar las partículas abrasivas en un material de matriz (302; 401) para formar un abrasivo fijo.
14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que el material formador de envoltura comprende una dispersión coloidal que contiene coloides suspendidos en un medio líquido, comprendiendo el medio líquido un compuesto orgánico.
- 65 15. El procedimiento de la reivindicación 14, en el que los coloides tienen un tamaño de partícula primario promedio

no mayor de 200 nm.

5 16. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la combinación de partículas de alúmina alfa con el material formador de envoltura incluye depositar el material formador de envoltura sobre el núcleo de alúmina alfa policristalino.

10 17. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que depositar la capa formadora de envoltura se lleva a cabo por un procedimiento de depósito de vapor, que incluye descomponer un material precursor.

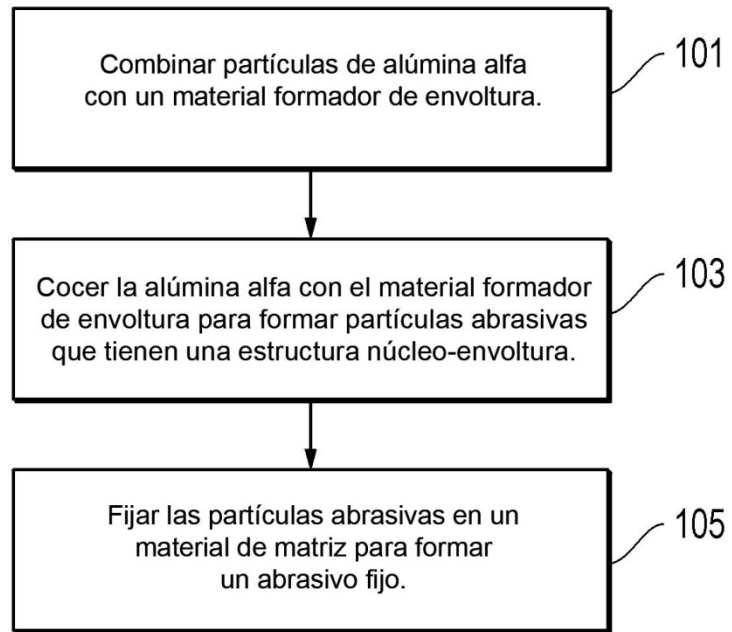


FIG. 1

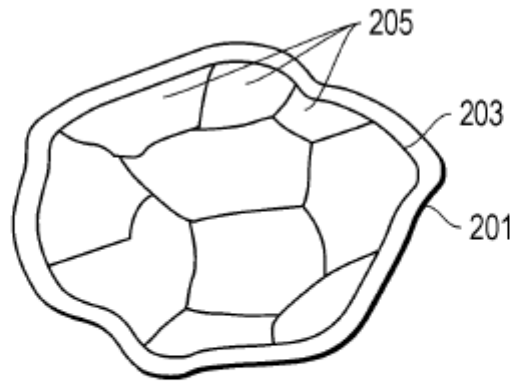


FIG. 2

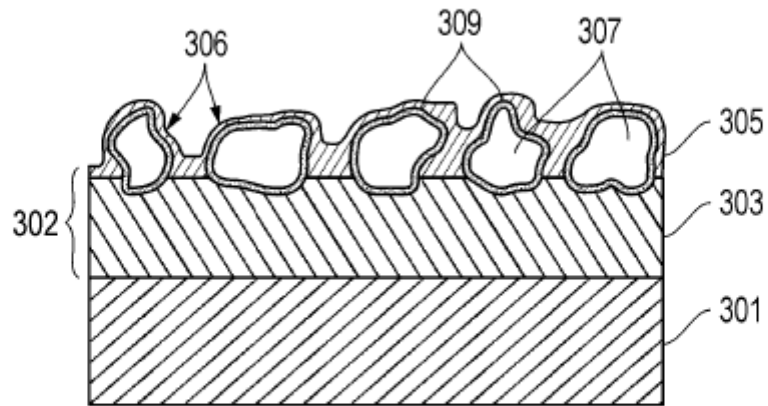


FIG. 3

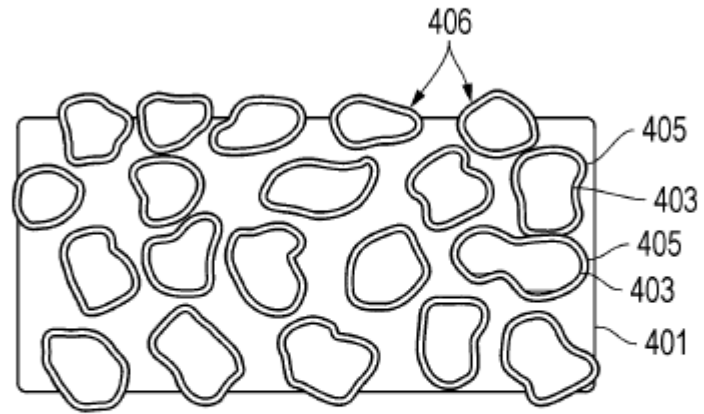


FIG. 4

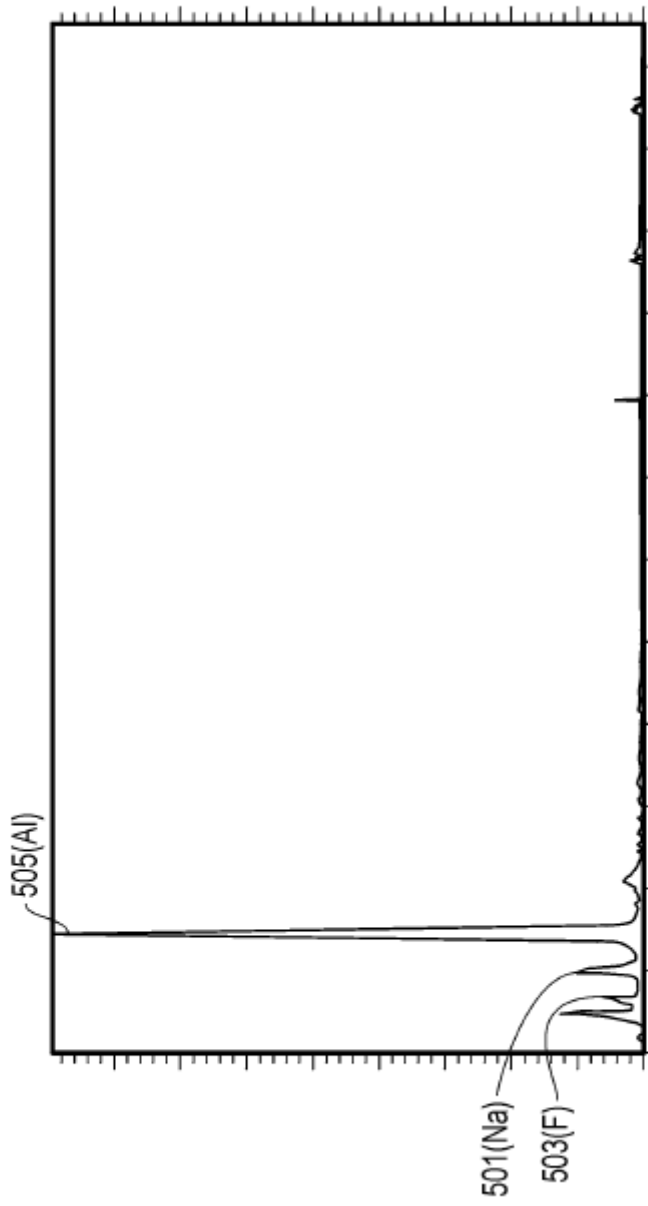


FIG. 5

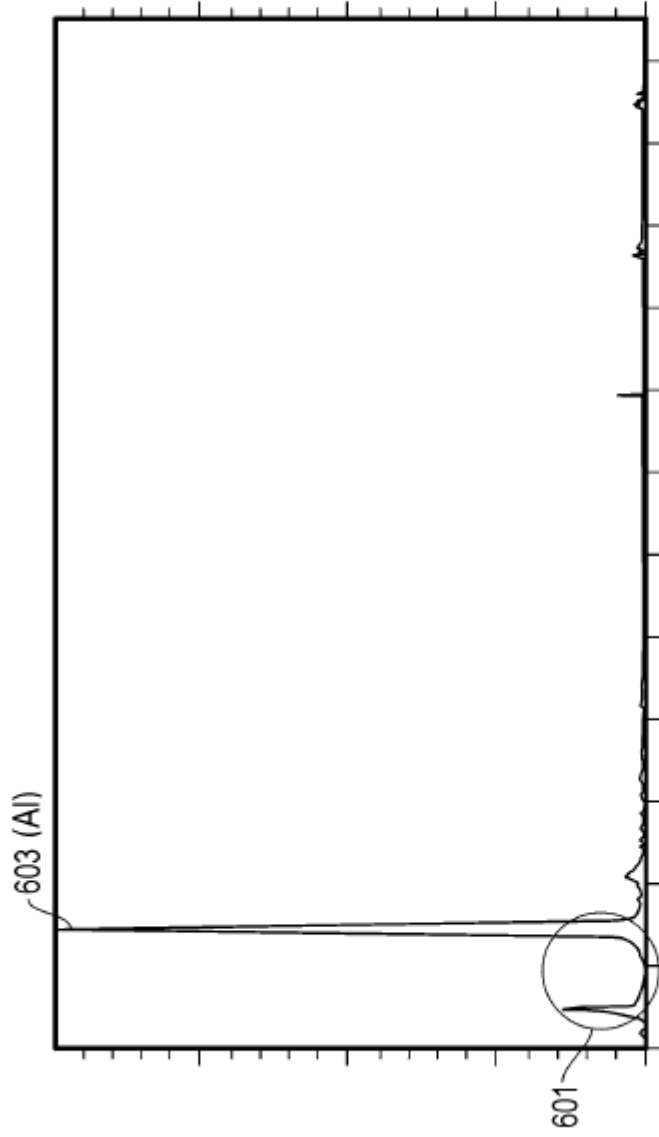


FIG. 6

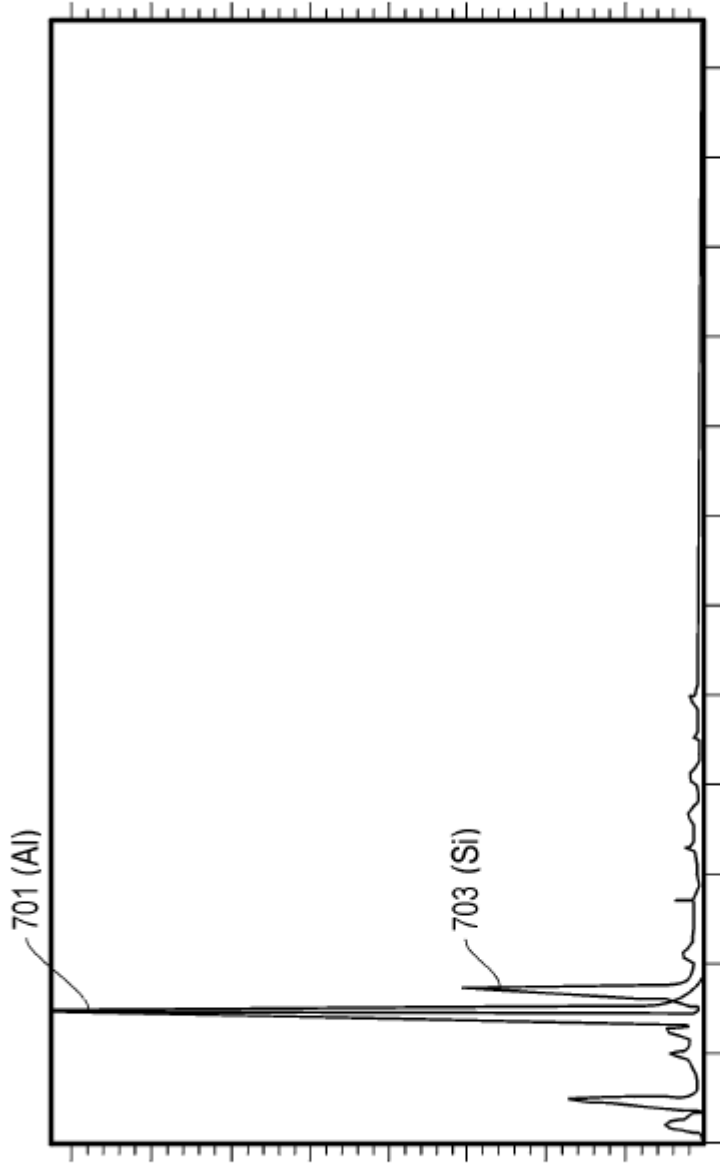


FIG. 7

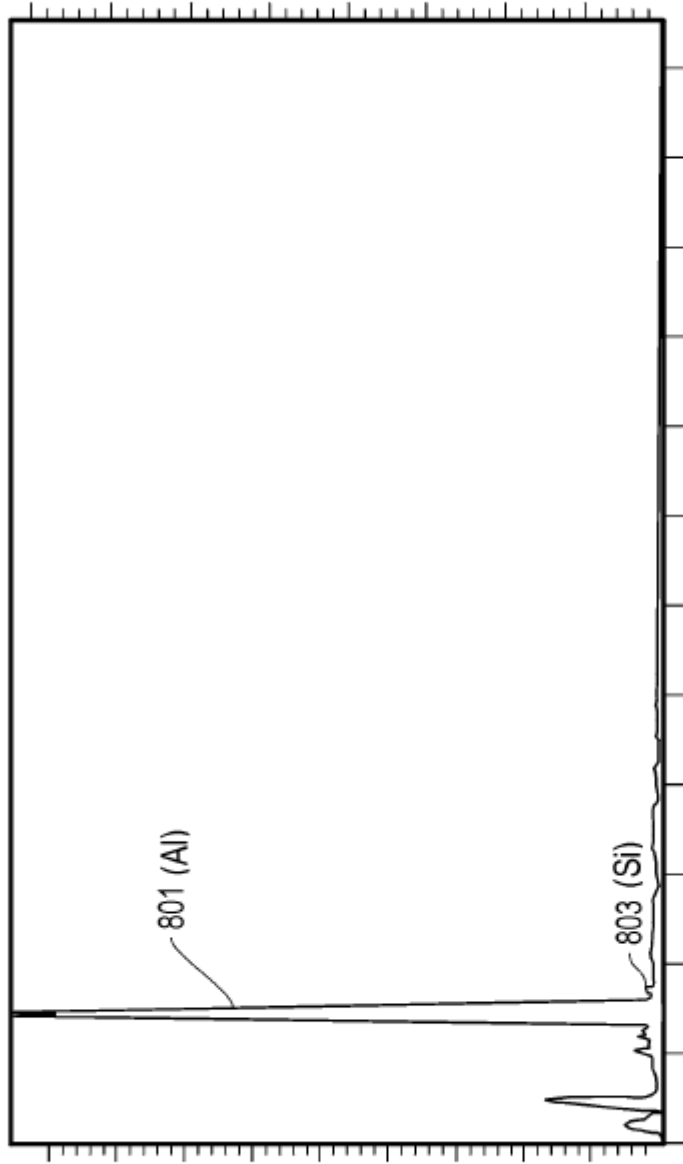


FIG. 8

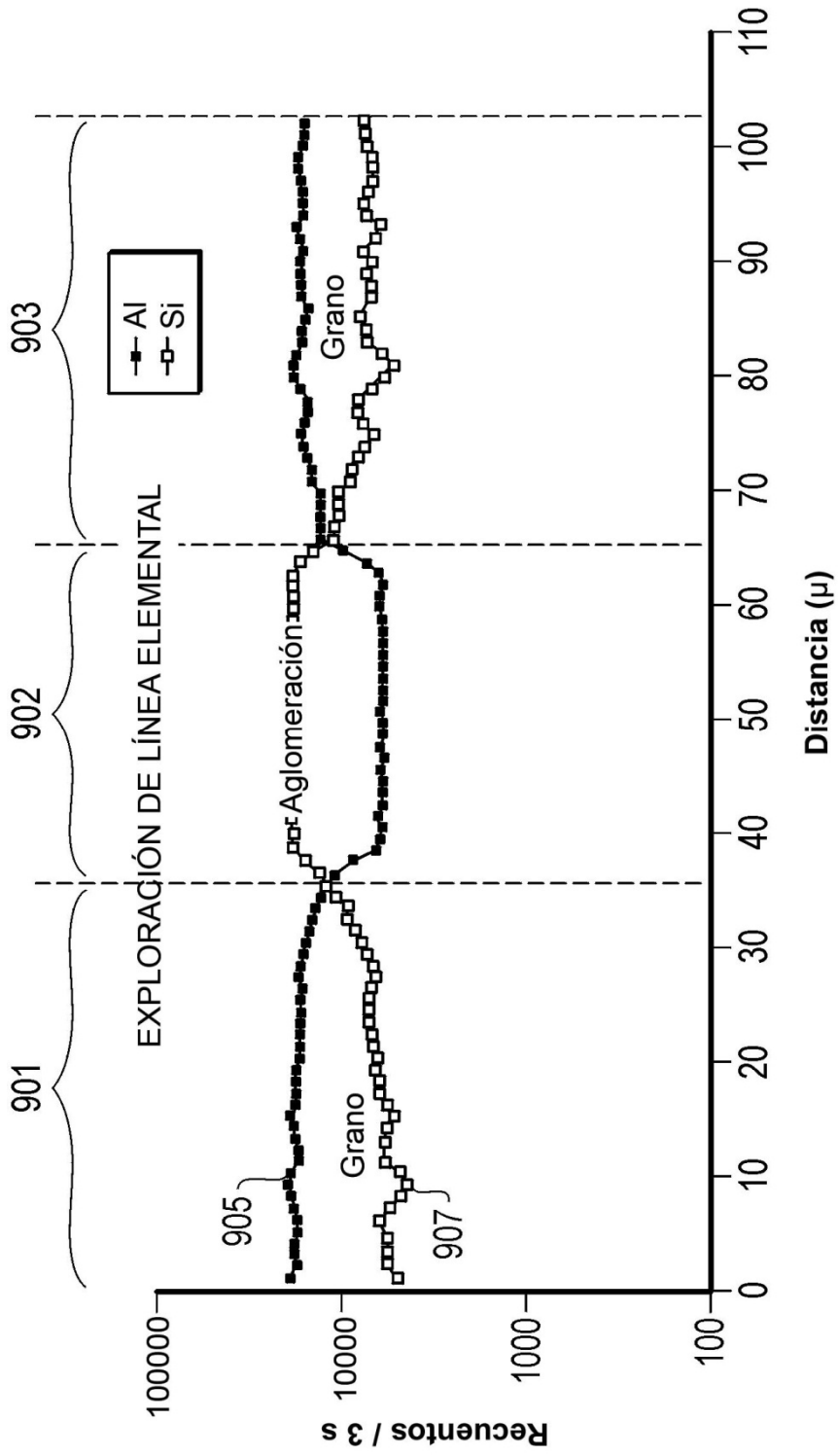


FIG. 9

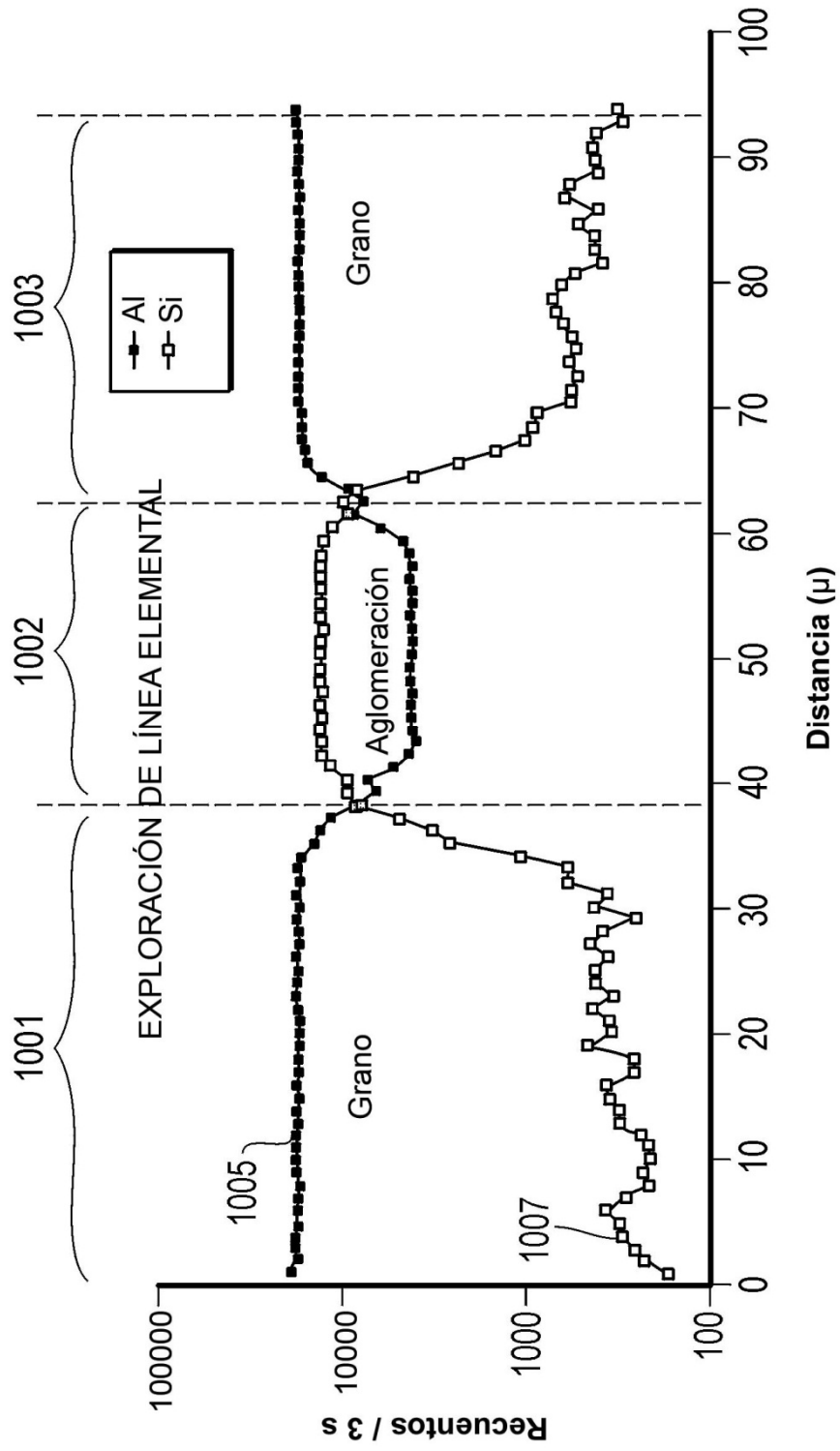


FIG. 10