

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 494**

51 Int. Cl.:
C09K 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08728124 .2**
96 Fecha de presentación: **23.01.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2125984**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.12.2009**

54 Título: **Productos abrasivos revestidos que contienen agregados**

30 Prioridad:
23.01.2007 US 897023 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.04.2012

73 Titular/es:
**SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC.
1 NEW BOND STREET BOX NO. 15138
WORCESTER, MA 01615-0138, US y
Saint-Gobain Abrasifs**

72 Inventor/es:
STARLING, Shelly, C.

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 379 494 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

Productos abrasivos revestidos que contienen agregados.

CAMPO TÉCNICO

5 La presente descripción se dirige, en general, a material en partículas abrasivo, a productos abrasivos que incorporan material en partículas abrasivo y a métodos para mecanizar piezas de trabajo.

TÉCNICA DE ANTECEDENTES

10 En general, los productos abrasivos contienen o se forman a partir de material en partículas abrasivo. Un material en partículas abrasivo de este tipo se puede utilizar como un abrasivo libre tal como en forma de una suspensión, o de un abrasivo fijado, típicamente un abrasivo revestido o un artículo abrasivo ligado. Productos abrasivos se utilizan en diversas industrias para mecanizar piezas de trabajo tales como mediante recubrimiento, molienda o pulido. La mecanización utilizando artículos abrasivos abarca un amplio campo industrial desde industrias ópticas, industrias de reparación de pintura de automóviles, aplicaciones dentales a industrias para la fabricación de metales. La mecanización tal como a mano o con el uso de herramientas comúnmente disponibles tales como pulidoras orbitales (tanto de eje aleatorio como fijo) y lijadoras de cinta y vibratorias, se realiza también habitualmente por parte de los consumidores en aplicaciones domésticas. En cada uno de estos ejemplos se utilizan abrasivos para eliminar el material a granel y/o para influir sobre las características de la superficie de productos (p. ej. planitud, aspereza de la superficie).

20 Características de la superficie incluyen brillo, textura y uniformidad. Por ejemplo, los fabricantes de componentes metálicos utilizan artículos abrasivos para el pulido fino de superficies y, a menudo, desean una superficie uniformemente lisa. De manera similar, los fabricantes ópticos desean artículos abrasivos que produzcan superficies libres de defectos para prevenir la difracción y dispersión de la luz. Por consiguiente, la superficie abrasiva del artículo abrasivo influye generalmente sobre la calidad de la superficie.

25 La formación de partículas abrasivas tal como a través de vías de síntesis químicas o a través de vías de procesamiento del material a granel (p. ej. fusión y trituración) se considera un sector de la técnica bastante bien desarrollado y maduro. Por consiguiente, se han dedicado notables recursos evolutivos para el desarrollo de macro-estructuras tal como el desarrollo de productos abrasivos tratados mediante ingeniería dentro del contexto de abrasivos revestidos y estructuras tridimensionales particulares y formulaciones en el contexto de abrasivos ligados. A pesar de continuos desarrollos, continúa existiendo la necesidad en la técnica de un material en partículas mejorado.

30 Materiales en partículas incluyen, en esencia, materiales inorgánicos de una sola fase tales como alúmina, carburo de silicio, sílice, ceria y granos super-abrasivos más duros y de alto rendimiento tales como nitruro de boro cúbico y diamante. A través del desarrollo de materiales en partículas compuestos se han conseguido propiedades del abrasivo reforzadas e incluso más sofisticadas. Materiales de este tipo incluyen la formación de agregados que se pueden formar a través de vías de procesamiento en suspensión que incluyen la separación del soporte líquido a través de volatilización o evaporación, dejando atrás aglomerados sin tratar, seguido de tratamiento a elevada temperatura (por ejemplo cocción) para formar aglomerados cocidos utilizables.

40 Por ejemplo, el documento US 4 918 874 A describe un método para preparar un artículo abrasivo ligado. Un artículo sin tratar abrasivo se forma mezclando gránulos abrasivos y una fase ligada (que incluye partículas de sílice y alúmina, un fundente y agua) para formar una suspensión, secar por pulverización la suspensión y compactar el polvo precursor resultante. El artículo sin tratar abrasivo se densifica, p. ej. mediante sinterización, para formar el artículo abrasivo ligado. Las partículas de los granos abrasivos tienen un tamaño medio 1,5 a 400 µm, las partículas de sílice y/o alúmina en la fase ligada tienen un diámetro medio de 3 a 100 nm. El documento US 2002/090891 A1 describe aglomerados, estando los aglomerados compuestos por una pluralidad de partículas abrasivas ligadas entre sí mediante una matriz de aglutinante. El documento US 2002/090891 A1 enseña que los aglomerados se pueden ligar a un respaldo para formar un abrasivo revestido. Los aglomerados se fabrican formando una mezcla que comprende partículas abrasivas con un secado por pulverización de la solución y cocción en un horno.

45 Aglomerados compuestos de este tipo han encontrado uso comercial en diversos usos para productos abrasivos. Sin embargo, la industria continúa demandando materiales en partículas incluso adicionalmente mejorados y, en particular, agregados compuestos que puedan ofrecer un rendimiento en la mecanización potenciado.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

De acuerdo con una realización, un producto abrasivo revestido incluye un sustrato y material en partículas ligado al mismo, conteniendo el material en partículas agregados de abrasivos sin tratar, no cocidos, con una forma generalmente esferoidal o toroidal, formándose los agregados a partir de una composición que comprende partículas
5 de gránulos abrasivos con un tamaño medio de partícula entre aproximadamente 0,1 micras y aproximadamente 50 micras, contenidas dentro de un aglutinante de nanopartículas, en donde el aglutinante de nanopartículas comprende partículas con un tamaño medio de partícula menor que aproximadamente 100 nm.

De acuerdo con un ejemplo útil para la comprensión de la invención, una suspensión abrasiva incluye agregados de abrasivos sin tratar, no cocidos, provistos en suspensión, teniendo los agregados una forma generalmente esferoidal o toroidal, comprendiendo los agregados partículas de gránulos abrasivos y un aglutinante de nanopartículas.
10

De acuerdo con otro ejemplo, un abrasivo fijado en forma de un abrasivo ligado incluye agregados abrasivos sin tratar, no cocidos, que tiene una posición fija uno con respecto a otro con un aglutinante entre agregados, teniendo los agregados una forma generalmente esferoidal o toroidal, y comprendiendo los agregados partículas de gránulos abrasivos y un aglutinante de nanopartículas.

De acuerdo con otra realización, un método para formar material en partículas abrasivo incluye formar una suspensión que comprende un vehículo líquido, partículas de gránulos abrasivos y un aglutinante de nanopartículas, en donde el aglutinante de nanopartículas comprende partículas que tienen un tamaño medio de partícula menor que aproximadamente 100 nm; y secar por pulverización la suspensión para formar agregados sin tratar, no cocidos, que contienen las partículas de gránulos abrasivos y que están contenidos dentro del aglutinante de nanopartículas, en
15 donde el aglutinante de nanopartículas constituye entre aproximadamente 50% y aproximadamente 75% del agregado sobre una base en peso seco. Además, los agregados se clasifican para uso en un producto abrasivo.
20

De acuerdo con otro ejemplo, un método para mecanizar una pieza de trabajo incluye proporcionar una pieza de trabajo que tenga una aspereza de la superficie inicial Ra_i , que corroe la pieza de trabajo con un único producto abrasivo para separar material de la pieza de trabajo, con lo que la pieza de trabajo tiene una aspereza de la superficie final Ra_f , y Ra_f no es mayor que $0,2 Ra_i$.
25

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente descripción se puede comprender mejor, y sus numerosos rasgos y ventajas se pueden evidenciar para los expertos en la técnica haciendo referencia a los dibujos que se acompañan.

Las Figs. 1 – 3 son fotomicrografías tomadas con un microscopio electrónico de barrido que muestran agregados abrasivos que incluyen granos de diamante combinados con nanopartículas de sílice en un revestimiento sobre un sustrato de acuerdo con una realización de la presente descripción.
30

Las Figs. 4 – 6 son fotomicrografías tomadas con un microscopio electrónico de barrido que muestra agregados abrasivos que incluyen gránulos de carburo de silicio combinados con nanopartículas de sílice en un revestimiento sobre un sustrato de acuerdo con otra realización de la presente descripción.

La Fig. 7 representa los resultados del análisis térmico gravimétrico (TGA – siglas en inglés) de ejemplos de acuerdo con realizaciones.
35

La Fig. 8 muestra la consecuencia del tratamiento térmico post-síntesis de un agregado con contenido en diamante correspondiente a una realización.

Las Figs. 9 – 16 muestran diversos agregados formados de acuerdo con diferentes formulaciones o parámetros de tratamiento.
40

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

DESCRIPCIÓN DE LA O LAS REALIZACIONES

De acuerdo con una realización, se proporcionan agregados abrasivos que son particularmente adecuados para operaciones de mecanización, en las que la abrasión se lleva a cabo para separar material y mejorar la calidad de la superficie. Agregados abrasivos se pueden formar mediante tratamiento basado en suspensión. Aquí, las realizaciones pueden aprovecharse del secado por pulverización, en que una suspensión que contiene los materiales
45

5 constituyentes de los agregados y un vehículo líquido tal como agua, se mezclan juntos, se nebulizan para formar gotitas y se secan. En mayor detalle, determinadas realizaciones combinan un grano abrasivo que puede estar en forma de micropartículas, un aglutinante que puede estar en forma de nanopartículas, y un vehículo líquido, que puede ser agua con el fin de facilitar la manipulación y el tratamiento. Diversas realizaciones incluyen, además, un
5 plastificante, también conocido como un dispersante, en la suspensión para fomentar la dispersión del gránulo abrasivo dentro de los agregados secados por pulverización, así formados.

10 Tal como se utiliza en esta memoria, el término “micropartícula” se puede utilizar para referirse a una partícula con un tamaño medio de partícula de aproximadamente 0,1 micras a aproximadamente 50 micras, preferiblemente no menor que 0,2 micras, 0,5 micras o 0,75 micras, y no mayor que aproximadamente 20 micras, tal como no mayor que 10 micras. Realizaciones particulares tienen un tamaño medio de partícula de aproximadamente 0,5 micras a aproximadamente 10 micras.

15 Tal como se utiliza en esta memoria, el término “nanopartícula” se puede utilizar para referirse a una partícula con un tamaño medio de partícula de aproximadamente 5 nm a aproximadamente 150 nm, típicamente menos de aproximadamente 100 nm, 80 nm, 60 nm, 50 nm o menos de aproximadamente 40 nm. Tamaños medios de partícula típicos de nanopartículas se encuentran dentro de un intervalo de aproximadamente 20 nm a aproximadamente 50 nm.

20 Tal como se utiliza en esta memoria, el término “agregado” se puede utilizar para referirse a una partícula hecha de una pluralidad de partículas menores que han sido combinadas de manera que sea relativamente difícil separar o desintegrar la partícula del agregado en partículas menores mediante la aplicación de presión o agitación. Esto se encuentra en contraposición con el término “aglomerado” utilizado en esta memoria para aludir a una partícula hecha de una pluralidad de partículas menores que han sido combinadas de manera que sea relativamente fácil separar la partícula de agregado o desintegrar de nuevo la partícula a las partículas menores tal como mediante la aplicación de presión o agitación manual. De acuerdo con las presentes realizaciones, los agregados tienen una estructura
25 compuesta, que incluyen tanto gránulos abrasivos que tienen un tamaño dentro del tamaño de micropartícula como un aglutinante de nanopartículas que proporciona la matriz del agregado en la que los gránulos abrasivos están embebidos o contenidos. Tal como se describirá con mayor detalle, agregados de acuerdo con realizaciones tienen una particular morfología, caracterizada por una distribución uniforme de los gránulos abrasivos en el aglutinante de nanopartículas.

30 De notable consecuencia, los agregados de acuerdo con diversas realizaciones se encuentran en el estado sin tratar, no cocido. Aquí, los agregados se utilizan como o en un producto abrasivo sin un tratamiento térmico post-formación particular, tal como calcinación, sinterización o recristalización, que alteran el tamaño del cristalito, el tamaño del grano, la densidad, la resistencia a la tracción, el módulo de Young y similares de los agregados. Procedimientos de tratamiento térmico de este tipo se llevan a cabo habitualmente en un tratamiento cerámico para proporcionar productos utilizables, pero no se utilizan en esta memoria. Etapas de tratamiento térmico de este tipo se
35 llevan a cabo generalmente en un exceso de 400°C, generalmente 500°C y superior. De hecho, las temperaturas pueden oscilar fácilmente desde 800°C a 1200°C y superior para determinadas especies cerámicas.

40 Las partículas de gránulos abrasivos tienen generalmente una dureza Mohs mayor que aproximadamente 3 y, preferiblemente, de aproximadamente 3 a aproximadamente 10. Para aplicaciones particulares, las partículas de gránulos abrasivos tienen una dureza Mohs no menor que 5, 6, 7, 8 ó 9. Generalmente, se piensa que las partículas de gránulos abrasivos sirven como el agente de molienda o de pulido activo primario en los agregados abrasivos. Ejemplos de composiciones abrasivas adecuadas incluyen sólidos no metálicos e inorgánicos tales como carburos, óxidos, nitruros y determinados materiales carbonáceos. Óxidos incluyen óxido de silicio (tal como cuarzo, cristobalita y formas vítreas), óxido de cerio, óxido de zirconio, óxido de aluminio. Carburos y nitruros incluyen, pero no se limitan a carburo de silicio, aluminio, nitruro de boro (incluido nitruro de boro cúbico), carburo de titanio, nitruro de titanio, nitruro de silicio. Materiales carbonáceos incluyen diamante, el cual ampliamente incluye diamante
45 sintético, carbono similar a diamante y materiales carbonáceos relacionados tales como fullerita y nanovarillas de diamante agregadas. Materiales también pueden incluir una amplia gama de minerales extraídos que se producen de forma natural tales como granate, cristobalita, cuarzo, corindón, feldespato, a modo de ejemplo. Determinadas realizaciones de la presente descripción se aprovechan de diamante, carburo de silicio, óxido de aluminio y/o
50 materiales de óxido de cerio, demostrando ser el diamante el más particularmente eficaz. Además, los expertos apreciarán que se pueden utilizar diversas otras composiciones que posean las características de dureza deseadas en calidad de partículas de gránulos abrasivos en los agregados abrasivos de la presente descripción. Además, en determinadas realizaciones de acuerdo con la presente descripción, mezclas de dos o más partículas de granos

abrasivos diferentes se pueden utilizar en los mismos agregados.

Como podrá comprenderse a partir de la descripción que antecede, se puede utilizar una amplia diversidad de partículas de gránulos abrasivos en realizaciones. De las que anteceden, nitruro de boro cúbico y diamante se consideran partículas "superabrasivas" y han encontrado un amplio uso comercial para operaciones de mecanización especializadas, que incluyen operaciones de pulido muy críticas. Además, las partículas de granos abrasivos se pueden tratar con el fin de formar un revestimiento metalúrgico sobre las partículas individuales antes de la incorporación en los agregados. Los gránulos superabrasivos son particularmente adecuados para el revestimiento. Revestimientos metalúrgicos típicos incluyen níquel, titanio, cobre, plata y aleaciones y mezclas de los mismos.

En general, el tamaño de las partículas de gránulos abrasivos se encuentra en el intervalo de micropartículas. Debe señalarse que las partículas de gránulos abrasivos pueden estar constituidas por agregados abrasivos de partículas menores tales como nanopartículas de agregados abrasivos, a pesar de que, de manera más común, los gránulos abrasivos están constituidos por partículas sencillas dentro del intervalo de las micropartículas. Por ejemplo, una pluralidad de partículas de diamante de nano-tamaño pueden agregarse juntas para proporcionar una micropartícula de gránulo de diamante. El tamaño de las partículas de gránulos abrasivos puede variar en función del tipo de partículas de gránulos que se esté utilizando. Por ejemplo, en determinadas realizaciones de la presente descripción, preferiblemente se utilizan partículas de gránulos de diamantes que tienen un tamaño de aproximadamente 0,5 a 2 micras tal como aproximadamente 1 micra. En otras realizaciones de la presente descripción, se utilizan preferiblemente partículas de gránulos de carburo de silicio con un tamaño de aproximadamente 3 a aproximadamente 8 micras. Todavía en otras realizaciones de la presente descripción, se utilizan preferiblemente partículas de gránulos de óxido de aluminio con un tamaño de aproximadamente 3 a aproximadamente 5 micras.

Las partículas de gránulos abrasivos pueden, en general, constituir entre aproximadamente 0,1% y aproximadamente 85% de los agregados. Los agregados incluyen, más preferiblemente, entre aproximadamente 10% y aproximadamente 50% de las partículas de gránulos abrasivos.

En una realización de acuerdo con la presente descripción, se pueden formar agregados abrasivos utilizando un único tamaño de partícula de gránulo abrasivo, estando adaptados el tamaño de la partícula de gránulos y los agregados resultantes a la aplicación de pulido deseada. En otras realizaciones, mezclas de dos o más partículas de gránulos abrasivos de diferente tamaño se pueden utilizar en combinación para formar agregados abrasivos que tengan características ventajosas atribuibles a cada uno de los tamaños de partículas de gránulos.

Los agregados abrasivos de acuerdo con la presente descripción incluyen también un material aglutinante de nanopartículas tal como se establece anteriormente. El aglutinante de nanopartículas forma generalmente una fase de matriz continua que actúa para formar y retener juntas a las partículas de gránulos abrasivos dentro de los agregados abrasivos en la naturaleza de un aglutinante. A este respecto, debe señalarse que el aglutinante de nanopartículas, al tiempo que forma una fase de matriz continua, por sí mismo está generalmente constituido por nanopartículas individualmente identificables que están en contacto íntimo, interbloqueadas y, en cierta medida, atómicamente ligadas una con otra. Sin embargo, dado el estado sin tratar, no cocido, de los agregados así formados, las nanopartículas individuales no se fusionan generalmente juntas para formar granos, como es el caso de un material cerámico sinterizado. Tal como se utiliza en esta memoria, la descripción de aglutinante de nanopartículas se extiende a una o múltiples especies de aglutinantes.

Mientras que se piensa que el material en gránulos actúa como el abrasivo primario, el material de nanopartículas puede también actuar como un abrasivo secundario en algunas realizaciones de los agregados de la presente descripción. El tamaño y las características de pulido de los agregados se pueden ajustar variando los parámetros tales como la composición del material aglutinante de nanopartículas, la relación de concentración relativa de material aglutinante de nanopartículas a partícula granular abrasiva y el tamaño de las partículas granulares abrasivas. El material aglutinante de nanopartículas puede comprender, por sí mismo, partículas cerámicas y carbonáceas muy finas tales como dióxido de silicio de un tamaño de nanómetro en un coloide o suspensión líquida (conocido como sílice coloidal). Materiales aglutinantes de nanopartículas también pueden incluir, pero no se limitan a alúmina coloidal, óxido de cerio con un tamaño de nanómetro, diamante con un tamaño de nanómetro y mezclas de los mismos. Se prefiere la sílice coloidal para uso como el aglutinante de nanopartículas en determinadas realizaciones de la presente descripción. Por ejemplo, aglutinantes de nanopartículas comercialmente disponibles que han sido utilizados con éxito incluyen las disoluciones de sílice coloidal BINDZEL 2040 BINDZIL 2040 (disponible de Eka Chemicals Inc. de Marietta, Georgia) y NEXSIL 20 (disponible de Nyacol Nano Technologies, Inc. de Ashland, Massachusetts).

Antes de que la mezcla se seque por pulverización para formar los agregados, la mezcla puede incluir una cantidad de material aglutinante de nanopartículas que oscile entre aproximadamente 0,1% y aproximadamente 80%, preferiblemente que oscile entre aproximadamente 10% y aproximadamente 30% sobre una base húmeda. En los agregados abrasivos formados, el material aglutinante de nanopartículas puede constituir entre aproximadamente 1% y aproximadamente 90% de los agregados, preferiblemente entre aproximadamente 20% y aproximadamente 80% de los agregados, y lo más preferiblemente entre aproximadamente 50% y aproximadamente 75% de los agregados, todo ello sobre una base en peso seco.

La suspensión para formar los agregados abrasivos también puede incluir ventajosamente otro material que sirva principalmente como un plastificante, también conocido como un dispersante, para fomentar la dispersión del gránulo abrasivo dentro de los agregados así formados. Debido a las bajas temperaturas de procesamiento utilizadas, se piensa que el plastificante permanece en los agregados así formados, y ha sido cuantificado como que permanece mediante análisis térmico gravimétrico (TGA). El plastificante también puede ayudar a mantener juntas las partículas de gránulos y el material aglutinante de nanopartículas en un agregado cuando la mezcla se seca por pulverización.

A este respecto, la Fig. 7 muestra los resultados del análisis TGA tanto en agregados que contienen SiC como en agregados que contienen diamante, demostrando una separación del plastificante residual de 250°C a aproximadamente 400°C. Debe señalarse que se encontró que el diamante se calcina a altas temperaturas. También cabe señalar que el análisis TGA se realizó puramente como una herramienta de caracterización, y las temperaturas elevadas a las que se expusieron los agregados no eran parte del flujo del proceso para formar agregados.

Plastificantes incluyen tanto materiales orgánicos como inorgánicos, incluidos tensioactivos y otras especies modificadoras de la tensión superficial. Realizaciones particulares hacen uso de especies orgánicas tales como polímeros y monómeros. En una realización a modo de ejemplo, el plastificante es un poliol. Por ejemplo, el poliol puede ser un poliol monomérico o puede ser un poliol polimérico. Un poliol monomérico a modo de ejemplo incluye 1,2-propanodiol, 1,4-propanodiol, etilenglicol; glicerol; pentaeritritol; azúcar-alcoholes tales como maltitol, sorbitol, isomalta, o cualquier combinación de los mismos; o cualquier combinación de los mismos. Un poliol polimérico a modo de ejemplo incluye polietilenglicol, polipropilenglicol, poli(óxido de etileno); poli(óxido de propileno); un producto de reacción de glicerol y óxido de propileno, óxido de etileno o una combinación de los mismos; un producto de reacción de un diol y un ácido dicarboxílico o su derivado; un poliol de aceite natural; o cualquier combinación de los mismos. En un ejemplo, el poliol puede ser un poliéster-poliol tal como un producto de reacción de un diol y un ácido dicarboxílico o su derivado. En otro ejemplo, el poliol es un poliéter-poliol tal como polietilenglicol, polipropilenglicol, poli(óxido de etileno), poli(óxido de propileno), o un producto de reacción de glicerol y óxido de propileno u óxido de etileno. En particular, el plastificante incluye polietilenglicol (PEG).

El plastificante, particularmente polietilenglicoles, puede tener un intervalo de pesos moleculares. Pesos moleculares adecuados se encuentran dentro de un intervalo de aproximadamente 10 a 3000 tal como 50 a 1000, 50 a 500, o 50 a 400. Se ha encontrado que PEG 200 es un plastificante particularmente útil de acuerdo con determinadas realizaciones de la presente descripción. Las concentraciones de plastificantes en la mezcla, antes del secado por pulverización, pueden oscilar entre aproximadamente 0,5% y aproximadamente 40% y, de preferencia, entre aproximadamente 0,5% y aproximadamente 5%.

Como resultará claro, la composición utilizada para formar los agregados contienen especies principales de gránulos abrasivos, aglutinante de nanopartículas y, a menudo, un plastificante. Estas especies pueden estar presentes en diversos contenidos relativos en la composición para formar los agregados. El contenido en sólidos relativo en los agregados debería reflejar el contenido en sólidos en la composición para formar los agregados, a pesar de que el contenido final del plastificante puede alterarse debido al secado/volatilización durante el proceso de secado por pulverización, a pesar de que el análisis TGA muestra una retención de plastificante en los agregados. La composición puede incluir aproximadamente 0,1 a aproximadamente 85 por ciento en peso de las partículas de gránulos abrasivos, de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 80 por ciento en peso del aglutinante de nanopartículas y de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 40 por ciento en peso del plastificante, estando basados los porcentajes en peso en el contenido total en sólidos de la composición. En determinadas realizaciones, la composición puede contener de aproximadamente 10 a 50 por ciento en peso de partículas de gránulos abrasivos, aproximadamente 50 a 90 por ciento en peso de aglutinante de nanopartículas y aproximadamente 0,15 a 15 por ciento en peso de plastificante. Realizaciones particulares son de aproximadamente 15 a 40 por ciento en peso de partículas de gránulos abrasivos y aproximadamente 60 a 85 por ciento en peso de aglutinante de nanopartículas.

En la composición está también incluido un líquido volátil que actúa como un soporte y que sirve para licuar o

fluidizar la mezcla de las partículas de gránulos abrasivos, el material aglutinante de nanopartículas y el plastificante, de modo que la mezcla puede ser hecha fluir a un secador por pulverización, se puede nebulizar en gotitas de agregado finas y secar en él. Preferiblemente, el soporte líquido volátil es agua desionizada, a pesar de que se pueden utilizar otros líquidos volátiles que serán expulsados mediante temperaturas de secado por pulverización típicas y que no alteran esencialmente la composición de la mezcla. La mezcla licuada puede incluir las partículas de gránulos abrasivos, el material aglutinante de nanopartículas y un plastificante, siendo el resto un líquido volátil. La composición, en forma de una suspensión, puede estar basada en agua y puede incluir entre aproximadamente 7,5% y aproximadamente 15% de partículas de gránulos abrasivos, entre aproximadamente 2,5% y aproximadamente 7,5% y entre aproximadamente 0,5% y aproximadamente 1,5% de plastificante, estando basados los porcentajes en el peso total de la suspensión.

Durante el procesamiento, debe señalarse que en determinadas realizaciones de acuerdo con la presente descripción se prefiere separar de las partículas de los gránulos toda carga estática acumulada antes de su adición a la mezcla. Se ha observado que la estabilidad de los agregados formados en la etapa de secado por pulverización se mejora sustancialmente si las partículas de los gránulos están esencialmente exentas de cargas de Coulomb acumuladas. Una vez bien mezcladas, la mezcla licuada, que incluye los componentes de las partículas de gránulos abrasivos, el material aglutinante de nanopartículas y el plastificante se procesa luego en un secador por pulverización con el fin de formar los agregados abrasivos.

Se pueden utilizar diversos aparatos de secado por pulverización que incluyen un atomizador rotatorio, un atomizador de una sola boquilla para fluido y un atomizador de dos boquillas para fluido. Para mezclas con partículas de gránulos abrasivos relativamente pequeñas, y con el fin de formar agregados relativamente pequeños, el secador por pulverización es preferiblemente un atomizador rotatorio. Para mezclas que tienen partículas de gránulos abrasivos relativamente mayores, particularmente aquellas mayores que aproximadamente 80 micras, y para formar agregados relativamente mayores, particularmente aquellos mayores que aproximadamente 90 micras, se puede preferir un atomizador de una sola boquilla para fluido o de dos boquillas para fluido.

El aparato secador por pulverización incluirá, típicamente, al menos dos puntos de recogida de material, uno en el ciclón y uno en el fondo de la cámara de secado principal. Los agregados formados de acuerdo con la presente descripción pueden ser recogidos de ambas localizaciones; sin embargo, se ha observado que los agregados recogidos del ciclón son generalmente de un tamaño menor y de un peso más ligero, mientras que se ha observado que los agregados recogidos de la cámara de secado principal son generalmente de un tamaño mayor y de un mayor peso. Se ha observado que los agregados recogidos del ciclón del secador tienen típicamente un tamaño de aproximadamente 5 a aproximadamente 25 micras. Por otra parte, se ha observado que los agregados recogidos de la cámara de secado principal tienen, típicamente, un tamaño de aproximadamente 20 a aproximadamente 100 micras.

Con el fin de comenzar el secado por pulverización, la suspensión se bombea en el aparato de secado por pulverización a una velocidad generalmente constante. La suspensión pasa luego a través de un atomizador o nebulizador en el interior del secador por pulverización para formar gotitas generalmente esféricas. Al tiempo que atraviesan el atomizador, estas gotitas son captadas en un vórtice de aire caliente en el que la porción líquida de la suspensión se evapora en esencia instantáneamente y la porción sólida de la suspensión forma un agregado. El aire caliente que volatiliza la fracción líquida de la suspensión, dejando atrás partículas sólidas, tiene típicamente una temperatura no mayor que 400°C, tal como no mayor que 375°C, 350°C o 300°C. Típicamente, el secado por pulverización se lleva a cabo a una temperatura mayor que aproximadamente 80°C, tal como mayor que aproximadamente 90°C. Se han llevado a cabo realizaciones particulares a temperaturas de aproximadamente 90°C a aproximadamente 250°C. Es de señalar que los tiempos de permanencia dentro de la porción a alta temperatura del secador por pulverización están generalmente limitados a segundos tales como 0,5 a 10 segundos, que están en gran contraste con los tiempos de permanencia típicos de tratamiento térmico asociados con la sinterización, calcinación o cocción de productos cerámicos típicos.

Cuando la suspensión penetra en el vórtice de aire caliente, el líquido es esencialmente expulsado y la mezcla se transforma en un polvo fino que incluye numerosos agregados, siendo cada uno de los agregados abrasivos generalmente de forma esférica. Tal como se utiliza en esta memoria, el término "esférico" se refiere a agregados con una forma esférica, o una forma generalmente esférica, que incluyen elipsoides y otras mutaciones esféricas, que son un resultado consecuente del proceso de secado por pulverización. Así, esferoides incluyen esferas, elipsoides, esferas y elipsoides truncados, pero todas tienen generalmente una estructura redondeada más que en forma de bloques. Como debe resultar claro, cada uno de los agregados contiene las partículas de gránulos

abrasivos unidas entre sí mediante el material aglutinante de nanopartículas y cualquier residuo del plastificante que no haya sido evaporado. El contenido en humedad final de los agregados, la etapa de secado por pulverización, es generalmente de aproximadamente 1 a aproximadamente 3 por ciento en peso.

- 5 Ventajosamente, de acuerdo con la presente descripción, no se requieren etapas de procesamiento adicionales que modifiquen particularmente la composición o la morfología de los agregados así formados, no cocidos, sin tratar y secados por pulverización, con el fin de producir agregados abrasivos útiles. De hecho, de acuerdo con determinadas realizaciones de la presente descripción, el método para producir los agregados consiste esencialmente en solamente las etapas de mezcladura y de secado por pulverización antes mencionadas y, de manera bastante particular, se evitan etapas de tratamiento térmico que afectarían a la morfología de los agregados.
- 10 En particular, no se lleva a cabo etapa alguna en la que los materiales sean calentados hasta temperaturas extremadamente elevadas en el intervalo de aproximadamente 500°C a 1000°C o más, con el fin de fundir, sinterizar o fusionar de otro modo la sílice u otro aglutinante de nanopartículas en las mezclas. Así, en determinadas realizaciones de acuerdo con la presente descripción, la totalidad de las etapas del método para producir los agregados se puede llevar a cabo a temperaturas de aproximadamente 400°C o menores.
- 15 Esto se encuentra en contraposición con los procedimientos convencionales para producir polvos abrasivos con partículas agregadas que requieren típicamente una etapa de sinterización a temperaturas muy elevadas de aproximadamente 500°C a 1000°C o más.

Aunque no se piensa que los agregados requieran una sinterización ni otro tratamiento a alta temperatura similar, se ha encontrado que los agregados formados son muy duraderos. En particular, se ha observado que, una vez formados, los agregados son resistentes a la disolución en una amplia diversidad de disolventes químicos que incluyen metil-etil-cetona (MEK – siglas en inglés), alcohol isopropílico (IPA – siglas en inglés) y 1,4-dioxano.

20

Una vez formados, los agregados se pueden clasificar o separar en diversos intervalos de tamaños según se desee antes de aplicarlos a un sustrato o de utilizarlos de otra manera en una operación de pulido. Además de los agregados abrasivos, el polvo resultante puede incluir una cantidad de material menor que el tamaño de granos deseado. El material en partículas constituido por los agregados, así formados, tiene generalmente un tamaño medio de partículas dentro de un intervalo de aproximadamente 10 a 150 micras. Típicamente, el material tiene un tamaño medio de partículas no menor que aproximadamente 20, tal como no menor que aproximadamente 25 micras. Límites superiores para el tamaño medio de partículas son impulsados por limitaciones del proceso y aplicaciones particulares de uso final y, generalmente, el material tiene un tamaño medio de partículas no mayor que aproximadamente 100 micras, tal como no mayor que aproximadamente 90, 80, o incluso no mayor que 70 micras. En determinadas realizaciones, el tamaño medio de partículas del material agregado oscila preferiblemente entre aproximadamente 20 micras y 50 micras. El tamaño, y el intervalo de tamaños, de los agregados puede ajustarse y puede depender de muchos factores, incluida la composición de la mezcla y la tasa de alimentación al secador por pulverización. Por ejemplo, agregados abrasivos de tamaños que incluyen los de aproximadamente 10 micras, 20 micras, 35 micras, 40 micras y 45 micras, han sido producidos con éxito utilizando un secador por pulverización con atomización rotatoria. Estos agregados tienen incluidas partículas de gránulos abrasivos que oscilan entre aproximadamente 5 y aproximadamente 8 micras.

25

30

35

Cuando se observa bajo aumentos, los agregados tienen una forma generalmente esférica, caracterizándose como redondeados o esféricos tal como se observa en las micrografías por barrido electrónico de las Figs. 4 - 6. Sin embargo, en algunos casos se puede observar que los agregados tienen un hueco próximo al centro del agregado y, así, exhiben una forma más toroidal o tórica según se observa en las micrografías por barrido electrónico de las Figs. 1 - 3. Se puede observar que partículas individuales del material de gránulos abrasivos tal como gránulos de diamante, están dispersadas por la superficie de los agregados y en su interior, existiendo relativamente pocos casos de partículas de gránulos individuales que se apelmacen sobre la superficie del agregado. Es de señalar que las Figs. 1 - 6 muestran agregados dispersos e individuales que están unidos entre sí en un sistema aglutinante de resina.

40

45

Un estudio adicional de los agregados abrasivos ha revelado que determinadas realizaciones están constituidas por esferoides huecos. Partículas de este tipo se pueden asemejar a pelotas de tenis de una cubierta gruesa, con un grosor de pared t_w dentro de un intervalo de aproximadamente 0,08 a 0,4 veces el tamaño medio de partículas de los agregados. Parámetros del proceso y parámetros de la composición se pueden modificar para efectuar diferentes espesores de pared tales como espesores de pared no menores que aproximadamente 0,1, 0,15 veces el tamaño medio de partículas de los agregados. Límites superiores del grosor de pared pueden ser del orden de 0,35, 0,30,

50

0,25 ó 0,20 veces el tamaño medio de partículas de los agregados. Estudios adicionales demuestran que las áreas de superficies específicas (SSA – siglas en inglés) son generalmente mayores que $2 \text{ m}^2/\text{g}$, tales como mayores que $10 \text{ m}^2/\text{g}$, mayores que $10 \text{ m}^2/\text{g}$ o mayores que $15 \text{ m}^2/\text{g}$. Se ha observado que la SSA máxima no es mayor que $150 \text{ m}^2/\text{g}$, tal como no mayor que $100 \text{ m}^2/\text{g}$.

5 Una vez formados, los agregados abrasivos se pueden utilizar “tal cual” con una clasificación adecuada para pulir la distribución del tamaño de partículas. Mientras que se evitan etapas del procedimiento post-síntesis tales como un tratamiento térmico excesivo, de modo que los agregados se utilizan en un estado sin tratar y no cocido, los agregados se pueden revestir con un revestimiento metalúrgico de la misma manera que se pueden revestir los
10 gránulos abrasivos individuales. Revestimientos metalúrgicos son de níquel, titanio, cobre, plata y aleaciones y mezclas de los mismos.

Una vez producidos, los agregados abrasivos se pueden utilizar directamente como un polvo abrasivo suelto o “libre”. En este contexto, el polvo abrasivo formado a partir de los agregados puede utilizarse como un polvo seco o como un polvo que ha sido humedecido con un líquido tal como agua para crear una suspensión para un comportamiento mejorado. El polvo abrasivo también se puede incorporar en una pasta o gel de pulido. El polvo
15 abrasivo, así producido, puede utilizarse ventajosamente para el acabado y/o pulido de otros numerosos materiales tales como planarización mecánica química (CMP – siglas en inglés) utilizada en la industria de los semiconductores, el acabado fino de la superficie de diversos materiales y el pulido tanto con materiales dentales naturales como artificiales. Alternativamente, los agregados se configuran en un abrasivo fijo, una expresión que incluye, en sentido amplio, productos abrasivos revestidos y ligados.

20 En otras realizaciones de la presente descripción, sin embargo, los agregados abrasivos se combinan preferiblemente con un material de resina utilizado para adherir los agregados sobre una superficie de un sustrato. Procedimientos para combinar los agregados con el material ligante de resina incluyen la formación de una suspensión en la que los agregados, la resina y otros aditivos se combinan juntos y se revisten sobre un sustrato, o en una vía de procesamiento distinta, los agregados se colocan sobre un sustrato revestido con resina a través de la
25 atracción electrostática o simplemente a través de la gravedad (p. ej. espolvoreándolos sobre el sustrato). Esta última estrategia está bien comprendida en la técnica, generalmente depositando primero una “capa de constitución” sobre el sustrato, la aplicación del agregado sobre la capa de constitución y la subsiguiente deposición de una “capa de cola”. Opcionalmente, se puede depositar una capa de super-cola sobre la capa de cola. Además, se puede disponer una capa compatible entre la capa de constitución y el sustrato. En otro ejemplo, se puede disponer una
30 capa de respaldo sobre el sustrato o sobre una cara opuesta a la capa de constitución.

En relación con el revestimiento de un sustrato con suspensión, además de los agregados, la suspensión incluye también generalmente un disolvente tal como agua o un disolvente orgánico y un material de resina polimérica. Materiales de resina polimérica adecuados incluyen poliésteres, resinas epoxídicas, poliuretanos, poliamidas, poliacrilatos, polimetacrilatos, poli(cloruros de vinilo), polietileno, polisiloxano, siliconas, acetatos de celulosa,
35 microcelulosa, caucho natural, almidón, goma laca y mezclas de los mismos. Lo más preferiblemente, la resina es una resina de poliéster. La suspensión puede comprender adicionalmente otros ingredientes para formar un sistema aglutinante diseñado para ligar los granos de agregado sobre un sustrato. La composición de la suspensión se realiza mezclando a fondo utilizando, por ejemplo, un mezclador de alta cizalla.

La suspensión que contiene los granos de agregado se aplica preferiblemente al sustrato utilizando un extendedor de cuchilla frontal para formar un revestimiento. Alternativamente, el revestimiento de la suspensión se puede aplicar utilizando métodos de revestimiento con troquel ranurado, grabado o grabado inverso. El grosor del revestimiento puede oscilar desde un grosor de aproximadamente 25,4 micras a aproximadamente 127 micras (aproximadamente 1 a aproximadamente 5 mils), después del secado. A medida que el sustrato es alimentado bajo la extendidora de
40 cuchilla frontal a una velocidad de revestimiento deseada, la suspensión de granos de agregado se aplica al sustrato en el espesor deseado. La velocidad de revestimiento oscila preferiblemente entre aproximadamente 3,0 y aproximadamente 12,2 metros por minuto (aproximadamente 10 a aproximadamente 40 pies por minuto).

El sustrato revestido se calienta luego con el fin de curar la resina y ligar los granos de agregado al sustrato. En general, el sustrato revestido se calienta hasta una temperatura entre aproximadamente 100°C y menos de aproximadamente 250°C durante este proceso de curado. En determinadas realizaciones de la presente descripción,
50 se prefiere que la etapa de curado se lleve a cabo a una temperatura menor que aproximadamente 200°C .

Una vez que se ha curado la resina y los granos abrasivos del agregado están ligados al sustrato, el sustrato revestido se puede utilizar para una diversidad de aplicaciones de separación de material, acabado y pulido.

En una realización alternativa de la presente descripción, los agregados abrasivos se pueden incorporar directamente en el sustrato. Por ejemplo, a los agregados se puede mezclar una resina de poliéster, y esta mezcla de agregados y polímero se puede luego transformar en un sustrato.

5 Todavía en una realización alternativa de la presente descripción, los agregados abrasivos se pueden aplicar a un sustrato revestido con un adhesivo y luego se pueden sellar. Esta técnica de revestimiento es similar a la típicamente utilizada para el papel de lija tradicional, y se alude a ella arriba. En esta realización, los agregados abrasivos no se mezclan preferiblemente para formar una suspensión. En su lugar, el polvo abrasivo que contienen los agregados se alimenta preferiblemente a un sustrato al que ya se ha aplicado un adhesivo, la capa de constitución, seguido de sellado a través de la capa de cola. Opcionalmente, el sustrato se puede pre-tratar con un revestimiento compatible o un revestimiento de respaldo.

En una realización alternativa de la presente descripción, los agregados abrasivos se podrían aplicar a sustratos u otros materiales mediante métodos de electrochapado, revestimiento electrostático, revestimiento por pulverización y revestimiento de polvo por pulverización.

15 El sustrato revestido con abrasivo se puede luego utilizar como una película de recubrimiento o una película de micro-acabado para el acabado y/o pulido de otros materiales. Materiales de sustrato que pueden revestirse de esta manera incluyen, pero no se limitan a poliéster, poliuretano, polipropileno, poliimidas tales como KAPTON de DuPont, materiales no tejidos, materiales tejidos, papel y metales, incluidas láminas de cobre, aluminio y acero. En determinadas realizaciones de la presente descripción se prefieren particularmente como material de sustrato películas de poliéster. Sustratos adecuados pueden tener un espesor, antes de ser revestidos, de aproximadamente 25,4 micras a aproximadamente 355,6 micras (aproximadamente 1 a aproximadamente 14 mils).

20 Además, los agregados abrasivos también se pueden incorporar en abrasivos ligados tales como piedras de amolar de diamante y otras piedras de amolar. Abrasivos ligados también se pueden utilizar para proporcionar materiales de elevada tracción, no deslizantes, que se pueden aplicar, por ejemplo, a peldaños. En este caso, típicamente, los abrasivos ligados son estructuras tridimensionales más que la estructura generalmente plana de un abrasivo revestido, e incluyen una matriz tridimensional de material ligante en la que se embeben los agregados. Es decir, el material ligado fija en posición a los agregados uno con respecto a otro, y está presente como una fase entre aglomerados. Mientras que los abrasivos ligados utilizan una amplia diversidad de agentes ligantes tales como resina, vidrio y metales, determinados agentes tales como vidrio y materiales ligados de metales requieren un procesamiento a alta temperatura. Por consiguiente, para preservar la estructura sin tratar de los agregados, se utilizan generalmente sistemas de resinas que no requieren temperaturas de curado elevadas o que pueden curarse con radiación química tal como UV.

35 En una realización de acuerdo con la presente descripción, el producto abrasivo se puede utilizar para el acabado y el pulido de cables de telecomunicaciones, particularmente cables de fibras ópticas. Cables de fibras ópticas son capaces de transmitir inmensas cantidades de datos a una velocidad muy alta en forma de pulsos de luz. Para permitir que estos pulsos de luz sean transmitidos eficazmente entre cables de fibras ópticas interconectados o entre un cable de fibra óptica y un dispositivo electrónico conectado, los extremos de los conectores de fibras ópticas deben, sin embargo, ser cortados o partidos limpiamente y luego muy pulidos para producir una superficie extremadamente lisa y una geometría de la punta apropiada. Película de sustrato abrasivo producida de acuerdo con la presente descripción y generalmente cortada en una forma de disco o de lámina se puede utilizar para este fin y se ha observado que es muy eficaz para el pulido de los extremos de conectores de fibras ópticas.

40 Cuando se utilizan para el pulido de conectores de fibras ópticas, las películas de sustrato abrasivo se producen preferiblemente a partir de agregados formados a partir de gránulos de diamante combinados con aglutinante de nanopartículas de sílice. Las partículas de los gránulos tienen preferiblemente un tamaño de aproximadamente 1 micra, y el tamaño global de los agregados es preferiblemente de aproximadamente 30 a aproximadamente 80 micras. Estos agregados se ligan preferiblemente a un sustrato de película de poliéster. El pulido de los extremos del conector de fibras ópticas se puede llevar a cabo en una pulidora de fibras ópticas. Una pulidora de 12 conectores adecuada está disponible de Domaille Engineering de Rochester, Minnesota, y se puede utilizar con las películas de sustrato abrasivo de la presente descripción para el pulido de conectores de fibras ópticas, por ejemplo a una velocidad de aproximadamente 60 rpm y con una presión aplicada de aproximadamente 0,55 bar (aproximadamente 8 psi).

En otra realización de acuerdo con la presente descripción, el producto abrasivo se puede utilizar para la separación de material, el acabado y el pulido de superficies metálicas duras tales como acero. Cuando se utiliza para pulir

5 superficies metálicas, las películas de sustrato abrasivo se producen preferiblemente a partir de agregados formados a partir de gránulos de diamante combinados con un aglutinante de nanopartículas de sílice. Las partículas de gránulos tienen preferiblemente un tamaño de aproximadamente 1 micra, y el tamaño global de los agregados es preferiblemente de aproximadamente 30 a aproximadamente 80 micras. Estos agregados se ligan preferiblemente a un sustrato de película de poliéster. Utilizando este producto abrasivo, se puede llevar a cabo el pulido de las superficies, por ejemplo utilizando una pulidora de metales Struers (disponible de Struers, Inc. de Westlake, Ohio) que opera a una velocidad de 600 rpm y con una fuerza aplicada de 15 Newtons. Alternativamente, también se pueden pulir superficies metálicas duras utilizando agregados abrasivos formados a partir de gránulos de carburo de silicio combinados con sílice.

10 En otra realización de acuerdo con la presente descripción, el producto abrasivo se puede utilizar para la separación de material, el acabado y el pulido de superficies metálicas más blandas tales como de cobre o latón. Cuando se utilizan para pulir superficies metálicas, las películas de sustrato abrasivo se producen preferiblemente a partir de agregados formados a partir de gránulos de diamante combinados con un aglutinante de nanopartículas de sílice. Las partículas de gránulos tienen preferiblemente un tamaño de aproximadamente 3 a 5 micras y el tamaño global de los agregados es preferiblemente de aproximadamente 30 a aproximadamente 80 micras. Estos agregados se ligan preferiblemente al sustrato de la película de poliéster. Utilizando este producto abrasivo, se puede llevar a cabo el pulido de las superficies, por ejemplo utilizando una pulidora de metales Struers (disponible de Struers, Inc. de Westlake, Ohio) que opera a una velocidad de 150 rpm y con una fuerza aplicada de 45 Newtons. Alternativamente, también se pueden pulir superficies de metales blandos utilizando agregados abrasivos formados a partir de gránulos de carburo de silicio combinados con sílice.

25 Todavía en otra realización de acuerdo con la presente descripción, el sustrato abrasivo se puede utilizar para el acabado y el pulido de superficies revestidas tales como superficies pintadas. En particular, la película de sustrato abrasivo se puede utilizar para sacar brillo o pulir superficies de automóviles pintadas. Cuando se utiliza para pulir las superficies de automóviles pintadas, las películas de sustrato abrasivo se producen preferiblemente a partir de agregados formados a partir de gránulos de carburo de silicio embebidos en un aglutinante de nanopartículas de sílice. Las partículas de gránulos tienen preferiblemente un tamaño de aproximadamente 3 a aproximadamente 8 micras, y el tamaño global de los agregados es preferiblemente de aproximadamente 30 a aproximadamente 50 micras. Estos agregados se ligan preferiblemente a un sustrato de película de poliéster.

30 Otras realizaciones pueden incluir particularmente el acabado en aplicaciones dentales. En este caso, para el acabado de dientes y prótesis dentales se puede utilizar un producto abrasivo tal como un abrasivo revestido que contiene agregados sin tratar, no cocidos, según se describen en esta memoria.

35 Típicamente, el pulido de materiales tales como los descritos anteriormente se lleva a cabo en un proceso incremental de múltiples etapas. La superficie se pule primero con un material abrasivo relativamente tosco y luego se pule de nuevo con un material abrasivo de gránulos algo más finos. Este proceso se puede repetir varias veces, llevándose a cabo cada uno de los re-pulidos sucesivos con un abrasivo de gránulos progresivamente más finos hasta que la superficie se pule al grado de lisura deseado. Convencionalmente, ha sido requerido este tipo de proceso de pulido de múltiples etapas, dado que típicamente los granos de un abrasivo deben encontrarse en la misma escala que el tamaño de los rayones que han de eliminar. Determinados protocolos de pulido utilizan productos sucesivamente más finos que tienen un tamaño de los gránulos y una Ra asociada (tanto con respecto al producto abrasivo como a la etapa de post-mecanización de la pieza de trabajo) reducida en un factor de tres. Es decir, productos sucesivamente más finos están generalmente limitados a una reducción en un factor de tres (p. ej. tamaños de gránulos desde 9 micras, a 6 micras, a 3 micras) con el fin de asegurar la eliminación de los defectos de la etapa de mecanización precedente.

45 Sin embargo, en contraposición al proceso de múltiples etapas convencional, se ha observado, de manera bastante sorprendente e inesperada, que se puede pulir una amplia diversidad de piezas de trabajo en un procedimiento de una sola etapa, desde materiales tales como conectores de fibras ópticas, superficies metálicas y superficies de automóviles pintadas y prótesis dentales, utilizando el producto abrasivo sencillo más que múltiple, tal como un producto abrasivo revestido de acuerdo con la presente descripción. Este resultado es bastante sorprendente y muy ventajoso. Se ha observado que cuando se utilizan sustratos abrasivos de acuerdo con la presente descripción, todo el pulido se puede llevar a cabo utilizando sólo un abrasivo. Esto resulta en una considerable reducción en el tiempo necesario para conseguir un grado deseado de lisura de pulido, así como una acusada reducción en los costes.

5 Sin estar ligado por la teoría, se piensa que la ventaja se puede derivar de las propiedades únicas observadas en los agregados de la presente descripción. La aspereza media, o R_a , de una superficie es una medida del grado de variaciones en el perfil en altura global de una superficie. Un valor de aspereza menor es generalmente indicativo de una superficie que es más lisa y tiene menores variaciones en la altura global entre diferentes localizaciones en la superficie. Cuando se mide el valor de aspereza de materiales abrasivos, los valores de aspereza observados se pueden típicamente correlacionar con el tamaño medio de las partículas del abrasivo. Por ejemplo, con abrasivos de gránulos de diamante convencionales, el tamaño de los gránulos de diamante y los valores de aspereza esperados para los abrasivos son típicamente como sigue:

Tamaño del gránulo de diamante (micras)	Valor de aspereza típico (R_a) (micras)
30	2,5
15	1,6
9	1,0
6	0,8
3	0,6
1	0,3

10 Con el fin de acabar o pulir una superficie hasta una aspereza máxima final deseada (es decir, hasta un grado mínimo final deseado de lisura) se ha de emplear convencionalmente un abrasivo que tenga un grado máximo correspondiente de aspereza.

15 Sin embargo, se ha observado que los agregados de la presente descripción tienen un valor de aspereza superior al que sería de esperar típicamente para una partícula de los gránulos con un tamaño equiparable. Así, mientras que una partícula de gránulo de diamante típica de 30 micras tendría generalmente valores de aspereza de aproximadamente 2,5 micras (tal como se señala antes), se ha observado que agregados de 30 micras formados a partir de gránulos de diamante de 1 micra y un aglutinante de nanopartículas de sílice de acuerdo con la presente descripción tienen un valor de aspereza de aproximadamente 5 a aproximadamente 6 micras.

20 Incluso más sorprendentemente, a pesar de este elevado valor de aspereza, se ha observado que estos mismos agregados de acuerdo con la presente descripción se pueden utilizar para el pulido fino de superficies. Se puede conseguir una lisura de la superficie acabada correspondiente a un valor de aspereza bastante por debajo de 1 micra utilizando los gránulos de diamante antes mencionados y agregados de sílice que, de nuevo, han sido medidos hasta valores de aspereza de aproximadamente 5 hasta aproximadamente 6 micras. Convencionalmente, se requeriría una partícula de los gránulos de aproximadamente 1 micra o menor para pulir una superficie hasta este grado de lisura.

25 Más concretamente, basado en el ensayo de numerosas realizaciones, se ha encontrado que la aspereza inicial de la superficie de una pieza de trabajo se puede mecanizar y pulir en una sola etapa, utilizando un producto abrasivo único, bastante más allá de la capacidad de un producto abrasivo único convencional. Por ejemplo, para una pieza de trabajo que tenga una aspereza de la superficie inicial R_{a_i} , realizaciones en esta memoria han demostrado la capacidad de reducir la aspereza de la superficie inicial R_{a_i} hasta una aspereza de la superficie final como resultado de la corrosión de la pieza de trabajo, siendo la aspereza de la superficie final R_{a_f} no mayor que $0,2 R_{a_i}$, tal como no mayor que $0,1 R_{a_i}$. El logro que antecede en la reducción de la aspereza de la superficie al utilizar un único producto provoca una particular atención, dado que productos abrasivos del estado conocido de la técnica están generalmente bastante limitados en la reducción de la aspereza de la superficie utilizando un solo producto. De hecho, se han medido reducciones de la aspereza de la superficie a valores no mayores que $0,5 R_{a_i}$, e incluso no mayores que $0,01 R_{a_i}$, que representan una notable reducción de 2 órdenes de magnitud en la aspereza de la superficie R_a .

Aun cuando no se comprenden por completo los motivos precisos por los que las realizaciones en esta memoria han demostrado tal eficacia de mecanización, abarcando a menudo una reducción de más de un orden de magnitud en la

Ra en una pieza de trabajo, se expone la teoría de que los presentes agregados sin tratar y no cocidos con una particular estructura compuesta son los responsables de la mecanización a través de vías simultáneas complementarias. Por ejemplo, se piensa que el tamaño del agregado es el responsable de una amplia reducción de los defectos (es decir, la eliminación de rayones de 6 a 7 micras en una pieza de trabajo). Mientras tanto, se piensa que el gránulo abrasivo primario es el responsable de la reducción simultánea en defectos de tamaño medio, haciendo que el valor de Ra de la pieza de trabajo descienda incluso más. Y además de ello, se piensa que el aglutinante de nanopartículas contribuye en el pulido ultra-fino de la pieza de trabajo, reduciendo los valores Ra de la pieza de trabajo al régimen de nanómetros tal como del orden de 10 a 20 nanómetros, observado para ciertas piezas de trabajo.

Se enfatiza que el estado sin tratar, no cocido de los agregados contribuye a la particular eficacia de mecanización arriba descrita. Manteniendo los agregados en el estado sin tratar, no cocido, se entiende que el aglutinante de nanopartículas, al tiempo que se compone de partículas entrelazadas y, en cierta medida, ligadas atómicamente entre sí, conserva no obstante las propiedades de pulido ultra-fino deseables de las nanopartículas, propiedades que serían destruidas mediante el tratamiento térmico a mayor temperatura. Es decir, la naturaleza de múltiple acción de los agregados se mantiene a través de condiciones controladas del procedimiento, que previenen, en particular, que los agregados sean expuestos a temperaturas elevadas a lo largo de cualquier tipo de duración particular. Aquí, se señala que es probable que no sólo la temperatura sola, sino también el tiempo de permanencia, serían los responsables de la degradación del agregado a alta temperatura. Por ejemplo, durante el secado por pulverización, gotitas que contienen la fracción de sólidos que forman los agregados se exponen típicamente a temperaturas elevadas tales como de hasta aproximadamente 400°C durante unos meros pocos segundos, al tiempo que procedimientos cerámicos a alta temperatura convencionales tales como sinterización, calcinación o similares, utilizan generalmente tiempos de permanencia del orden de 15 minutos a múltiples horas. Por consiguiente, es factible que los agregados de acuerdo con las presentes realizaciones puedan mantener su estado sin tratar incluso tras exposición a temperaturas elevadas, con la condición de que dicho aumento quede restringido al orden de segundos. Tal sería el caso en la medida en que se utilizaran temperaturas superiores para procesos de secado por pulverización.

También se señala, en base al ensayo comparativo, que la incorporación de un plastificante en la composición de la suspensión puede resultar muy eficaz. Más específicamente, en el ensayo de agregados con contenido en diamante/sílice coloidal, la eliminación de plastificante tenía un particular impacto negativo. El plastificante ayuda a mantener la dispersión de los gránulos abrasivos en suspensión o en forma de suspensión espesa y estabiliza la suspensión durante el procesamiento. Tras el secado por pulverización, se observó que los gránulos abrasivos permanecían estando muy bien distribuidos. Cuando se retira el plastificante de la composición de suspensión, los agregados resultantes no parecieron primeramente diferentes y tenían la resistencia requerida en estado sin tratar para la manipulación. Sin embargo, tras la utilización en un producto abrasivo, los resultados de mecanización eran deficientes, con un fracaso observado en el agregado. Sin desear estar ligado por ninguna teoría particular, se piensa que el plastificante permite la formación de un agregado más estructuralmente sólido, al mantener la dispersión de los gránulos en la suspensión y una distribución uniforme en el agregado. En contraposición, ejemplos comparativos desprovistos de plastificante tenían grumos de gránulos localizados, formando un área de debilitación del agregado, sometida a fallo tras la aplicación de presiones de trabajo.

La distribución uniforme de agregados se puede observar fácilmente en la Fig. 8, que es un ejemplo que fue expuesto a TGA descrito anteriormente, que muestra una calcinación del gránulo de diamante debido a una volatilización a alta temperatura. Las zonas vacías mostradas en la Fig. 8 ilustran las posiciones de los gránulos de diamante. Es de señalar también que el material dejado atrás, aglutinante de nanopartículas tratado térmicamente, forma claramente una matriz continua autosoportante. Naturalmente, en la forma a elevada temperatura mostrada en la Fig. 8, la naturaleza en partículas del aglutinante se ha perdido debido al crecimiento de los granos y a la sinterización.

Una ventaja adicional se puede encontrar en la durabilidad sorprendente de los abrasivos preparados a partir de los agregados de la presente descripción. Típicamente, los abrasivos se desgastan y pierden gradualmente su eficacia en la eliminación de material de partida de una superficie que está siendo pulida o acabada con el abrasivo. Sin embargo, se ha observado que abrasivos que incorporan los agregados de la presente descripción tienen una durabilidad significativamente mejorada en comparación con materiales abrasivos convencionales. Cuando se utilizan en aplicaciones equiparables, se ha observado que abrasivos que incorporan los agregados de la presente descripción conservan su eficacia durante más del doble de tiempo que los materiales abrasivos convencionales y, en algunos casos, hasta 20 veces más.

Las propiedades y ventajas de la presente descripción se ilustran con mayor detalle en los siguientes Ejemplos no limitativos. A menos que se indique de otro modo, las temperaturas se expresan en grados Celsius y las concentraciones se expresan en porcentajes en peso basados en el peso en seco global de los agregados abrasivos.

5 EJEMPLO 1

Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen gránulos de diamante combinados con nanopartículas de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una sílice coloidal acuosa se mezcló con gránulos de diamante con un tamaño medio de partículas de 1,1 micras junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. El sol de sílice utilizado era BINDZIL 2040, disponible de Eka Chemicals Inc. de Marietta, Georgia, que se piensa que es una disolución acuosa de sílice coloidal con aproximadamente 40% de sílice (SiO₂) en peso, un tamaño de partículas de sílice de aproximadamente 20 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
Gránulo de diamante	3,0 (6,6)
Sol de sílice BINDZIL 2040	6,0 (13,2)
PEG 200	0,4 (0,9)
Agua desionizada	20,4 (45)

Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 20% de sólidos en agua.

Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando un secador por pulverización con atomizador rotatorio Niro SD6.3 con un atomizador FF-1 disponible de Niro, Inc. de Columbia, Maryland. La mezcla se calentó y se alimentó a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 342°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 152°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños y generalmente redondos que se recogieron para el análisis. Aproximadamente el 85% de las partículas de los agregados se recogieron de la unidad de ciclón del secador y aproximadamente 15% se recogieron del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de sílice y PEG combinados con partículas de los gránulos de diamante. Se midió que el tamaño medio de los agregados recogidos del ciclón era de aproximadamente 20 micras. El tamaño medio de los agregados recogidos de la cámara de secado principal era de aproximadamente 40 micras.

30 EJEMPLO 2

Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen gránulos de diamante combinados con nanopartículas de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una disolución acuosa de sílice coloidal (BINDZIL 2040) se mezcló con gránulos de diamante con un tamaño de partículas de 1,0 micras junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
Gránulo de diamante	7,1 (15,75)
Sol de sílice BINDZIL 2040	18,1 (40)

PEG 200	1,0 (2,2)
Agua desionizada	23,8 (52,5)

Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 52% de sólidos en agua.

5 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando el secador por pulverización de la marca Niro. La mezcla se calentó y se alimentó a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 342°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 170°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños y generalmente redondos que se recogieron para el análisis. Los agregados producidos se recogieron para el análisis, reuniéndose aproximadamente el 50% de las partículas de la

10 unidad de ciclón y reuniéndose aproximadamente 50% del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de sílice y PEG combinados con partículas de los granulos de diamante. Se midió que el tamaño típico de los agregados era de aproximadamente 35 a aproximadamente 45 micras.

15 EJEMPLO 3

Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen granulos de diamante combinados con nanopartículas de sílice se produjo mediante el siguiente método.

20 Una disolución acuosa de sílice coloidal (BINDZIL 2040) se mezcló con granulos de carburo de silicio (NGC 2500, disponible de Nanko Abrasives, Inc. de Tokio, Japón) con un tamaño de partículas de 8 micras junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
Gránulo de diamante	34,0 (75)
Sol de sílice BINDZIL 2040	86,2 (190)
PEG 200	4,8 (10,5)
Agua desionizada	11,3 (25)

Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 60% de sólidos en agua.

25 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando el secador por pulverización de la marca Niro. La mezcla se calentó y se alimentó a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 342°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 132°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños y generalmente redondos. Se recogieron aproximadamente 68 kg (150

30 libras) de los agregados, reuniéndose aproximadamente el 50% de las partículas de la unidad de ciclón del secador y reuniéndose aproximadamente 50% del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de sílice y PEG combinados con partículas de los granulos de carburo de silicio. Se midió que el tamaño típico de los

35 agregados era de aproximadamente 40 micras.

EJEMPLO 4

ES 2 379 494 T3

En este ejemplo, se revistió y ligó a un sustrato un polvo de agregados de carburo de silicio y sílice producido según se describe en el Ejemplo 3 anterior. Con el fin de aplicar el polvo de agregados al sustrato, se preparó primeramente una suspensión de revestimiento que incluía el polvo de agregados, una resina de poliéster (VITEL 3301, disponible de Bostik, Inc. de Wauwatos, Wisconsin), un agente reticulante y disolvente de metil-etil-cetona (disponible de Quaker City Chemicals, Inc. de Philadelphia, Pennsylvania) en las siguientes cantidades:

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
Agregados de carburo de silicio	37,0 (81,6)
Resina de poliéster	22,7 (50)
Agente reticulante	11,3 (24,9)
Disolvente de MEK	34 (75)

La composición se mezcló con el fin de proporcionar una mezcla de suspensión esencialmente uniforme.

En calidad del sustrato se utilizó un rollo de una película de poliéster de la marca MYLAR Tipo A (disponible de DuPont). La película tenía un grosor de 76,2 micras (3 mils). Un revestimiento de la suspensión se aplicó a la superficie superior de la película del sustrato utilizando un sistema de estucado con cuchilla. La película se hizo avanzar a través de un puesto de estucado con cuchilla a una velocidad de 12,2 metros por minuto (40 pies por minuto), y la suspensión se revistió sobre la película de sustrato a un espesor inicial de aproximadamente 76,2 micras (aproximadamente 3 mils).

A medida que el sustrato revestido salía del dispositivo de estucado con cuchilla, la película se hizo avanzar a través de una unidad calefactora ampliada. La longitud de la sección calefactora dentro de la unidad era de aproximadamente 11,3 metros (37 pies), y esta sección calefactora se mantuvo a una temperatura de aproximadamente 340°C. La película revestida se hizo avanzar en la unidad calefactora a una velocidad de 12,2 metros por minuto (40 pies por minuto). A medida que la película revestida atravesaba la unidad calefactora, la resina en la suspensión se vio sometida a una reacción de reticulación (es decir, curado). Tras abandonar la unidad calefactora, esta reacción se completó sustancialmente y los agregados se ligaron sustancialmente a la película del sustrato mediante la resina reticulada.

La película de sustrato ligada a agregado, acabada, se dejó luego enfriar y después se cortó en una pluralidad de discos abrasivos. El perfil de la superficie de una muestra de disco abrasivo se analizó luego utilizando un instrumento perfilómetro Mahr de Mahr Federal Inc. de Providence, Rhode Island con el fin de determinar el valor de la aspereza (R_a) del disco abrasivo. Se midió que el valor de la aspereza era de 5,85 micras.

EJEMPLO 5

En este ejemplo, un sustrato de película de recubrimiento se revistió con una combinación de dos polvos de agregados. El primero era un polvo preparado a partir de agregados de gránulos de diamante y sílice según se describe en el Ejemplo 1 anterior. El segundo era un polvo preparado a partir de agregados de carburo de silicio y sílice producido según se describe en el Ejemplo 3 anterior. Con el fin de aplicar el polvo de agregados al sustrato, se preparó primero una suspensión de revestimiento que incluía los dos polvos de agregados, una resina de poliéster (disponible de Bostik, Inc. de Wauwatos, Wisconsin), un agente reticulante y disolvente de metil-etil-cetona (disponible de Quaker City Chemicals, Inc. de Philadelphia, Pennsylvania) en las siguientes cantidades:

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
Agregados de carburo de silicio	6,9 (15,21)
Agregados de diamante	16,0 (35,3)
Resina de poliéster	27,2 (60)
Agente reticulante	0,27 (0,6)

Disolvente de MEK	20,4 (45)
-------------------	-----------

La composición se mezcló con el fin de proporcionar una mezcla en suspensión esencialmente uniforme.

5 En calidad del sustrato se utilizó un rollo de una película de poliéster de la marca MYLAR Tipo A. La película tenía un grosor de aproximadamente 76,2 micras (aproximadamente 3 mils). Un revestimiento de la suspensión se aplicó a la superficie superior de la película del sustrato utilizando un sistema de estucado con cuchilla. La película se hizo avanzar a través del puesto de estucado con cuchilla a una velocidad de 7,6 metros por minuto (25 pies por minuto), y la suspensión se revistió sobre la película de sustrato a un espesor inicial de aproximadamente 63,5 micras (2,5 mils).

10 A medida que el sustrato revestido salía del dispositivo de estucado con cuchilla, la película se hizo avanzar a través de una unidad calefactora ampliada. La longitud de la sección calefactora dentro de la unidad era de aproximadamente 11,3 metros (37 pies), y esta sección calefactora se mantuvo a una temperatura de aproximadamente 340°C. La película revestida se hizo avanzar en la unidad calefactora a una velocidad de 7,6 metros por minuto (25 pies por minuto) durante un tiempo de calentamiento total de aproximadamente dos minutos. 15 A medida que la película revestida atravesaba la unidad calefactora, la resina en la suspensión se vio sometida a una reacción de reticulación (es decir, curado). Tras abandonar la unidad calefactora, esta reacción se completó sustancialmente y los agregados se ligaron sustancialmente a la película del sustrato mediante la resina reticulada.

La película de sustrato ligada a agregado, acabada, se dejó luego enfriar y después se cortó en una pluralidad de discos abrasivos. El perfil de la superficie de una muestra de disco abrasivo se analizó luego utilizando un instrumento perfilómetro Mahr con el fin de determinar el valor de la aspereza (R_a) del disco abrasivo. Se midió que 20 el valor de la aspereza era de 11,13 micras.

EJEMPLO 6

Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen gránulos de óxido de aluminio mantenidos dentro de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una sílice coloidal acuosa se mezcló con gránulos de óxido de aluminio con un tamaño medio de partículas de 3,27 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. El sol de sílice utilizado era BINDZIL 2040, disponible de Eka Chemicals Inc. de Marietta, Georgia, que se piensa que es una disolución acuosa de sílice coloidal con aproximadamente 40% de sílice (SiO_2) en peso, un tamaño de partículas de sílice de aproximadamente 20 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
Gránulo de óxido de aluminio	10,9 (24)
Sol de sílice BINDZIL 2040	28,1 (62)
PEG 200	1,7 (3,8)
Agua desionizada	95,3 (210)

30 Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla durante 15 minutos para proporcionar una dispersión acuosa uniforme

Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando el mismo secador por pulverización de la marca Niro. La mezcla se calentó y alimentó a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 240°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 120°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla, y se observó que los 35 componentes restantes formaban un polvo de pequeños agregados, generalmente redondos. Aproximadamente 6,8 kg (15 libras) de los agregados se recogieron de la sección del ciclón durante un funcionamiento de 1,5 horas del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no se requirió sinterización ni calentamiento adicionales.

5 Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban constituidos por una fase de sílice y PEG con partículas de los gránulos de óxido de aluminio embebidas sobre ellos. El tamaño medio de los agregados se midió utilizando un análisis de la distribución del tamaño Microtrack, utilizando tanto métodos de muestreo en húmedo como en seco. Se midió que el tamaño medio era de 17,08 micras por el método de muestreo en húmedo y de 19,12 micras por el método de muestreo en seco. El contenido final en humedad de los agregados, después del secado por pulverización, era de 1,4 por ciento en peso.

EJEMPLO 7

10 Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen gránulos de óxido de aluminio mantenidos dentro de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una disolución acuosa de sílice coloidal (BINDZIL 2040) se mezcló con un gránulo de óxido de aluminio con un tamaño medio de partículas de 3,27 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
Gránulo de óxido de aluminio	10,9 (24)
Sol de sílice BINDZIL 2040	28,1 (62)
PEG 200	1,7 (3,8)
Agua desionizada	95,3 (210)

Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla durante 15 minutos para proporcionar una dispersión acuosa uniforme

15 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando el mismo secador por pulverización de la marca Niro. La mezcla se calentó y alimentó a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 343°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 150°C. El secador por pulverización se hizo funcionar a 350 hertzios. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla, y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de pequeños agregados, generalmente redondos. Se recogieron aproximadamente 11,8 kg (26 libras) de los agregados durante un funcionamiento de 2 horas del aparato secador por pulverización, recogiéndose aproximadamente 3,6 kg (8 libras) de agregados de la cámara de secado principal y recogiéndose aproximadamente 8,2 kg (18 libras) de agregados del ciclón. Para formar los agregados no se requirió sinterización ni calentamiento adicionales.

25 Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban constituidos por una fase de sílice y PEG con partículas de los gránulos de óxido de aluminio embebidas sobre ellos. El tamaño medio de los agregados se midió utilizando un análisis de la distribución del tamaño Microtrack, utilizando tanto métodos de muestreo en húmedo como en seco. Para los agregados del ciclón se midió que el tamaño medio era de 20,38 micras por el método de muestreo en húmedo y de 22,4 micras por el método de muestreo en seco. Para los agregados de la cámara de secado se midió que el tamaño medio era de 45,97 micras por el método de muestreo en húmedo y de 45,91 micras por el método de muestreo en seco. El contenido final en humedad de los agregados, después del secado por pulverización, era de 1,76 por ciento en peso para los agregados del ciclón y de 1,54 para los agregados de la cámara de secado.

EJEMPLO 8 (Diamante 1, cámara)

35 Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen gránulos de diamante combinados con nanopartículas de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una sílice coloidal acuosa se mezcló con gránulos de diamante con un tamaño medio de partículas de 1,1 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. El sol de sílice utilizado era BINDZIL 2040, disponible de Eka Chemicals Inc. de Marietta, Georgia, que se piensa que es una disolución acuosa de sílice coloidal con aproximadamente 40% de sílice (SiO₂) en peso, un tamaño de partículas de sílice de aproximadamente 20 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
Gránulo de diamante	3,0 (6,6)
Sol de sílice BINDZIL 2040	6,0 (13,2)
PEG 200	0,4 (0,9)
Agua desionizada	20,4 (45)

Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 20% de sólidos en agua.

5 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando un secador por pulverización con atomizador rotatorio Niro SD6.3 con un atomizador FF-1 disponible de Niro, Inc. de Columbia, Maryland. La mezcla se calentó y se alimentó a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 342°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 152°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños, generalmente redondos, que se recogieron para el análisis. Aproximadamente el 85% de las partículas de los agregados se recogieron de la unidad de ciclón del secador y aproximadamente 15% se recogieron del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

10 Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de sílice y PEG combinados con partículas de los gránulos de diamante. Se midió que el tamaño medio de los agregados recogidos de la cámara era de aproximadamente 40-50 micras. Los agregados se muestran en la Fig. 9.

EJEMPLO 9 (Diamante 1, ciclón)

20 Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen gránulos de diamante combinados con nanopartículas de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una sílice coloidal acuosa se mezcló con gránulos de diamante con un tamaño medio de partículas de 1,1 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. El sol de sílice utilizado era BINDZIL 2040, disponible de Eka Chemicals Inc. de Marietta, Georgia, que se piensa que es una disolución acuosa de sílice coloidal con aproximadamente 40% de sílice (SiO₂) en peso, un tamaño de partículas de sílice de aproximadamente 20 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
Gránulo de diamante	3,0 (6,6)
Sol de sílice BINDZIL 2040	6,0 (13,2)
PEG 200	0,4 (0,9)
Agua desionizada	20,4 (45)

25 Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 20% de sólidos en agua.

30 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando un secador por pulverización con atomizador rotatorio Niro SD6.3 con un atomizador FF-1 disponible de Niro, Inc. de Columbia, Maryland. La mezcla se calentó y se alimentó a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 342°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 152°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños, generalmente redondos, que se recogieron para el análisis. Aproximadamente el 85% de las partículas de los agregados se recogieron de la unidad de ciclón del secador y aproximadamente 15% se recogieron

del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

5 Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de sílice y PEG combinados con partículas de los gránulos de diamante. Se midió que el tamaño medio de los agregados recogidos de la cámara era de aproximadamente 25 micras. Los agregados se muestran en la Fig. 10.

EJEMPLO 10 (NGC 2500, cámara)

10 Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen NGC 2500 combinado con nanopartículas de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una sílice coloidal acuosa se mezcló con gránulos de NGC 2500 con un tamaño medio de partículas de 8 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. El sol de sílice utilizado era BINDZIL 2040, disponible de Eka Chemicals Inc. de Marietta, Georgia, que se piensa que es una disolución acuosa de sílice coloidal con aproximadamente 40% de sílice (SiO₂) en peso, un tamaño de partículas de sílice de aproximadamente 20 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Kilogramos en mezcla (libras en mezcla)
NGC 2500	34,0 (75)
Sol de sílice BINDZIL 2040	86,2 (190)
PEG 200	4,8 (10,5)
Agua desionizada	11,3 (25)

15 Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 54% de sólidos en agua.

20 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando un secador por pulverización con atomizador rotatorio Niro SD6.3 con un atomizador FF-1 disponible de Niro, Inc. de Columbia, Maryland. La mezcla se calentó y se alimentó a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 342°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 152°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños, generalmente redondos, que se recogieron para el análisis. Aproximadamente el 50% de las partículas de los agregados se recogieron de la unidad de ciclón del secador y aproximadamente 50% se recogieron del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

25 Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de sílice y PEG combinados con partículas de los gránulos de NGC. Se midió que el tamaño medio de los agregados recogidos de la cámara era de aproximadamente 40-50 micras. Los agregados se muestran en la Fig. 11.

EJEMPLO 11 (CBN de 9 micras, cámara)

30 Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen CBN combinado con nanopartículas de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una sílice coloidal acuosa se mezcló con gránulos de CBN con un tamaño medio de partículas de 9 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. El sol de sílice utilizado era BINDZIL 2040, disponible de Eka Chemicals Inc. de Marietta, Georgia, que se piensa que es una disolución acuosa de sílice coloidal con aproximadamente 40% de sílice (SiO₂) en peso, un tamaño de partículas de sílice de aproximadamente 20 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Gramos en mezcla
CBN de 9 micras	204,3

Sol de sílice BINDZIL 2040	454
PEG 200	27,24
Agua desionizada	72,64

Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 54% de sólidos en agua.

5 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando un secador por pulverización con atomizador rotatorio Pentronix modelo 370. La mezcla se alimentó a la temperatura ambiente a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 220°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 98°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños, generalmente redondos, que se recogieron para el análisis. Aproximadamente el 5% de las partículas de los agregados se recogieron de la
10 unidad de ciclón del secador y aproximadamente 95% se recogieron del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de sílice y PEG combinados con partículas de los granúlos de CBN. Se midió que el tamaño medio de los agregados recogidos de la cámara era de aproximadamente 80 micras. Los agregados se muestran en la Fig. 12.

15 EJEMPLO 12 (CBN revestido con níquel de 15 micras, cámara)

Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen CBN combinado con nanopartículas de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una sílice coloidal acuosa se mezcló con granúlos de CBN revestidos con níquel con un tamaño medio de partículas de 15 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua
20 desionizada. El sol de sílice utilizado era BINDZIL 2040, disponible de Eka Chemicals Inc. de Marietta, Georgia, que se piensa que es una disolución acuosa de sílice coloidal con aproximadamente 40% de sílice (SiO₂) en peso, un tamaño de partículas de sílice de aproximadamente 20 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Gramos en mezcla
CBN revestido con níquel de 15 micras	1200
Sol de sílice BINDZIL 2040	454
PEG 200	29
Agua desionizada	63

25 Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 81% de sólidos en agua.

Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando un secador por pulverización con atomizador rotatorio Pentronix modelo 370. La mezcla se alimentó a la temperatura ambiente a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 220°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización
30 era de aproximadamente 98°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños, generalmente redondos, que se recogieron para el análisis. Aproximadamente el 5% de las partículas de los agregados se recogieron de la unidad de ciclón del secador y aproximadamente 95% se recogieron del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

35 Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de

silíce y PEG combinados con partículas de los gránulos de CBN. Se midió que el tamaño medio de los agregados recogidos de la cámara era de aproximadamente 70 micras. Los agregados se muestran en la Fig. 13.

EJEMPLO 13 (NGC 2500)

5 Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen NGC 2500 combinado con nanopartículas de ceria se produjo mediante el siguiente método. Una nano-ceria acuosa se mezcló con gránulos de NGC 2500 con un tamaño medio de partículas de 8 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. La nano-ceria utilizada era de Degussa AG, Advanced Nanomaterials, que se piensa que es una disolución acuosa de ceria con aproximadamente 40% de ceria en peso, un tamaño de partículas de silíce de aproximadamente 38 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Gramos en mezcla
NGC 2500	168
Nano-ceria	454
PEG 200	27,54
Agua desionizada	63

10 Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 53% de sólidos en agua.

15 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando un secador por pulverización con atomizador rotatorio Pentronix modelo 370. La mezcla se alimentó a la temperatura ambiente a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 220°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 98°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños, generalmente redondos, que se recogieron para el análisis. Aproximadamente el 5% de las partículas de los agregados se recogieron de la unidad de ciclón del secador y aproximadamente 95% se recogieron del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

20 Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de ceria y PEG combinados con partículas de los gránulos de NGC. Se midió que el tamaño medio de los agregados recogidos de la cámara era de aproximadamente 50 micras. Los agregados se muestran en la Fig. 14.

EJEMPLO 14 (NGC 2500)

25 Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen NGC 2500 combinado con nanopartículas de alúmina se produjo mediante el siguiente método. Una alúmina blanda acuosa se mezcló con gránulos de NGC 2500 con un tamaño medio de partículas de 8 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. La alúmina utilizada era de Saint Gobain, que se piensa que es una disolución acuosa de alúmina con aproximadamente 40% de alúmina en peso, un tamaño de partículas de silíce de aproximadamente 38 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Gramos en mezcla
NGC 2500	168
Alúmina	454
PEG 200	27,54
Agua desionizada	63

Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 53% de sólidos en agua.

5 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando un secador por pulverización con atomizador rotatorio Pentronix modelo 370. La mezcla se alimentó a la temperatura ambiente a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 220°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 98°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños, generalmente redondos, que se recogieron para el análisis. Aproximadamente el 5% de las partículas de los agregados se recogieron de la
10 unidad de ciclón del secador y aproximadamente 95% se recogieron del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de alúmina y PEG combinados con partículas de los gránulos de NGC 2500. Se midió que el tamaño medio de los agregados recogidos de la cámara era de aproximadamente 70 micras. Los agregados se muestran en la Fig. 15.

15 EJEMPLO 15 (NGC 2500)

Un polvo de agregados abrasivos finos que incluyen NGC 2500 combinado con nanopartículas de sílice se produjo mediante el siguiente método. Una Mega Sil acuosa se mezcló con gránulos de NGC 2500 con un tamaño medio de partículas de 5 micras, junto con un plastificante de polietilenglicol (PEG) 200 y agua desionizada. La Mega Sil utilizada era de Moyco Technologies, que se piensa que es una disolución acuosa de Mega sil (sílice) con
20 aproximadamente 40% de sílice en peso, un tamaño de partículas de sílice de aproximadamente 100 nm y un pH estabilizado en base de aproximadamente 10. Los componentes se mezclaron en las siguientes cantidades:

Componente	Gramos en mezcla
NGC 2500	168
Mega Sil	454
PEG 2000	27,54
Agua desionizada	63

Los componentes se mezclaron a fondo utilizando un mezclador de alta cizalla para proporcionar una dispersión acuosa uniforme con aproximadamente 53% de sólidos en agua.

25 Después, la mezcla se secó por pulverización utilizando un secador por pulverización con atomizador rotatorio Pentronix modelo 370. La mezcla se alimentó a la temperatura ambiente a la entrada del secador por pulverización a una temperatura de aproximadamente 220°C. Se midió que la temperatura de salida del secador por pulverización era de aproximadamente 98°C. El proceso de secado por pulverización separó sustancialmente el agua de la mezcla y se observó que los componentes restantes formaban un polvo de agregados pequeños, generalmente redondos,
30 que se recogieron para el análisis. Aproximadamente el 5% de las partículas de los agregados se recogieron de la unidad de ciclón del secador y aproximadamente 95% se recogieron del secado principal del aparato secador por pulverización. Para formar los agregados no fue necesaria sinterización ni calentamiento adicionales.

Los agregados se examinaron bajo aumento y se observó que estaban formados por una fase de nanopartículas de sílice y PEG combinados con partículas de los gránulos de NGC. Se midió que el tamaño medio de los agregados recogidos de la cámara era de aproximadamente 50 micras.

Además de ser utilizados como abrasivos, en algunas realizaciones de la presente descripción los agregados se pueden utilizar también en una aplicación distinta de la de los abrasivos para el pulido y acabado de materiales. Por ejemplo, se piensa que los agregados de la presente descripción se pueden incorporar en formulaciones lubricantes. Los agregados también se pueden incorporar en materiales compuestos con el fin de potenciar la resistencia de los
40 materiales compuestos. Además, se piensa que los agregados también se pueden emplear como un material del

disipador térmico en determinadas aplicaciones. Los agregados se muestran en la Fig. 16.

5 La descripción de realizaciones preferidas para esta invención que antecede ha sido presentada para fines de
ilustración y descripción. No se pretende que sea exhaustiva ni que limite la invención a la forma precisa descrita.
Son posibles modificaciones o variaciones obvias a la vista de las enseñanzas anteriores. Las realizaciones se eligen
y describen en un esfuerzo por proporcionar las mejores ilustraciones de los principios de la invención y su aplicación
en la práctica, y para permitir, con ello, a un experto ordinario en la técnica utilizar la invención en diversas
realizaciones y con diversas modificaciones según sean adecuadas para el uso particular contemplado. Todas las
modificaciones y variaciones de este tipo se encuentran dentro del alcance de la invención según se determina por
10 las reivindicaciones adjuntas cuando se interpretan de acuerdo con la amplitud a la que tienen derecho desde un
punto de vista imparcial, legal y equitativo.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un producto abrasivo revestido, que comprende:
un sustrato; y
material en partículas ligado al sustrato, comprendiendo el material en partículas agregados abrasivos sin tratar y no cocidos, con una forma generalmente esférica o toroidal, estando los agregados formados a partir de una composición compuesta que comprende partículas de gránulos abrasivos con un tamaño medio de partículas entre aproximadamente 0,1 micras y aproximadamente 50 micras contenidos dentro de un aglutinante de nanopartículas, en donde el aglutinante de nanopartículas comprende partículas que tienen un tamaño medio de partícula menor que aproximadamente 100 nm.
- 2.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 1, en donde el aglutinante de nanopartículas forma una fase de matriz continua en la que las partículas de gránulos abrasivos están uniformemente distribuidas.
- 3.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 1, en donde los agregados tienen dicha forma esférica y son huecos.
- 4.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 3, en donde los agregados tienen un grosor de pared t_w dentro de un intervalo de aproximadamente 0,08 a 0,4 veces el tamaño medio de partículas de los agregados.
- 5.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 1, en donde las partículas de gránulos abrasivos tienen un tamaño medio de partículas dentro de un intervalo de aproximadamente 0,2 micras a 10 micras.
- 6.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 1, en donde las partículas de gránulos abrasivos comprenden un material con una dureza Mohs no menor que 5.
- 7.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 1, en donde las partículas de gránulos abrasivos comprenden un material seleccionado del grupo que consiste en óxidos, carburos, nitruros y materiales carbonáceos.
- 8.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 7, en donde dicho material se selecciona del grupo que consiste en óxido de cerio, óxido de aluminio, óxido de silicio, óxido de zirconio, carburo de silicio, carburo de titanio, nitruro de titanio, nitruro de silicio, nitruro de boro, diamante y combinaciones de los mismos.
- 9.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 1, en donde el aglutinante de nanopartículas tiene un tamaño medio de partículas menor que 80 nanómetros.
- 10.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 9, en donde el aglutinante de nanopartículas se selecciona del grupo que consiste en óxido de cerio, óxido de silicio, óxido de aluminio y diamante.
- 11.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 10, en donde el aglutinante de nanopartículas comprende óxido de silicio.
- 12.- El producto abrasivo revestido de la reivindicación 1, en donde la composición comprende, además, un plastificante.
- 13.- Un método para formar un material en partículas abrasivo, que comprende: formar una suspensión que comprende un soporte líquido, partículas de gránulos abrasivos y un aglutinante de nanopartículas, en donde el aglutinante de nanopartículas comprende partículas con un tamaño medio de partícula menor que aproximadamente 10 nm; y
secar por pulverización la suspensión para formar agregados compuestos sin tratar y no cocidos que comprenden las partículas de gránulos abrasivos contenidas dentro del aglutinante de nanopartículas, en donde el aglutinante de nanopartículas constituye entre aproximadamente 50% y aproximadamente 75% del agregado sobre una base en peso seco; y
clasificar los agregados para uso en un producto abrasivo.
- 14.- El método de la reivindicación 13, en el que la suspensión comprende, además, un plastificante.
- 15.- El método de la reivindicación 13, en el que el secado por pulverización se lleva a cabo a una temperatura menor que 400°C.

45

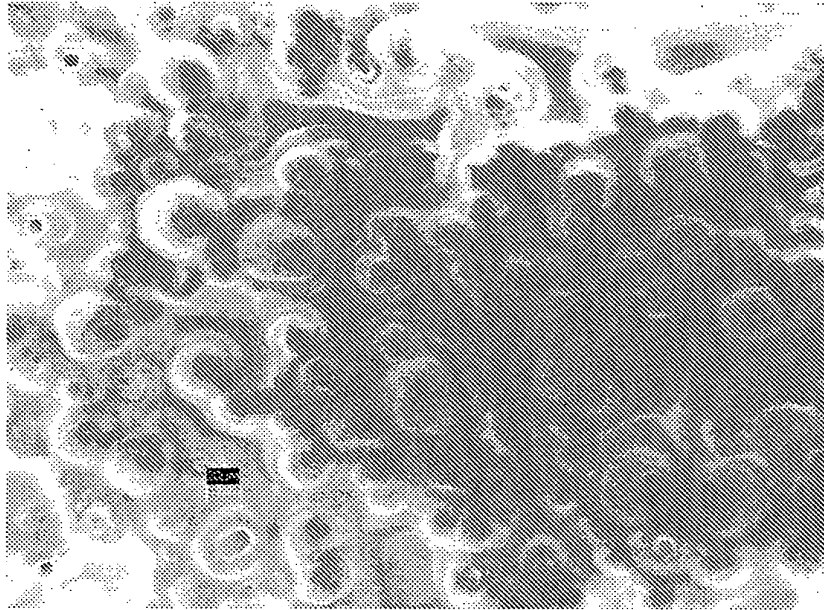


FIG. 1

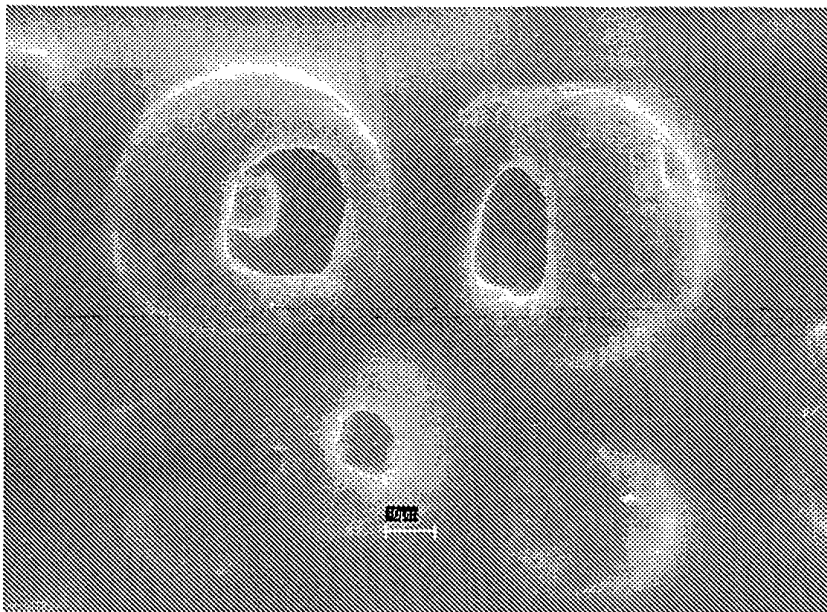


FIG. 2

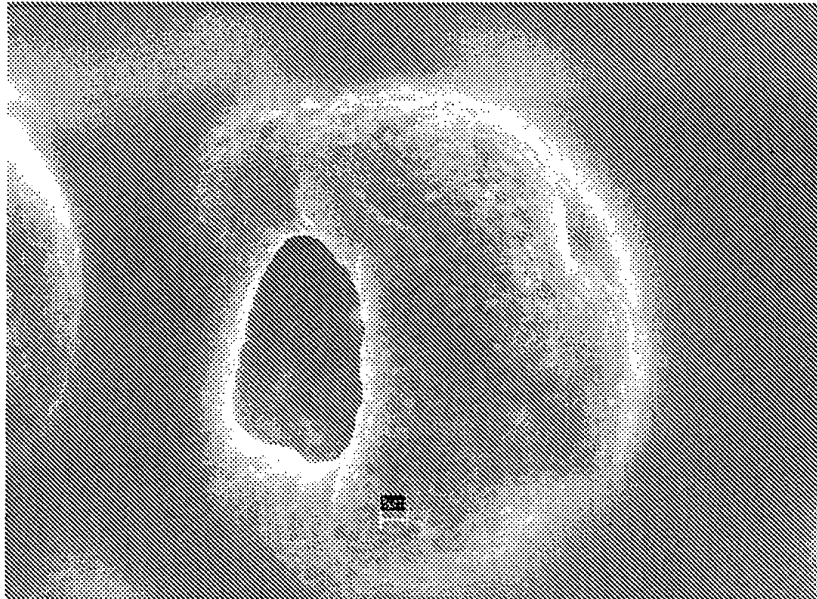


FIG. 3

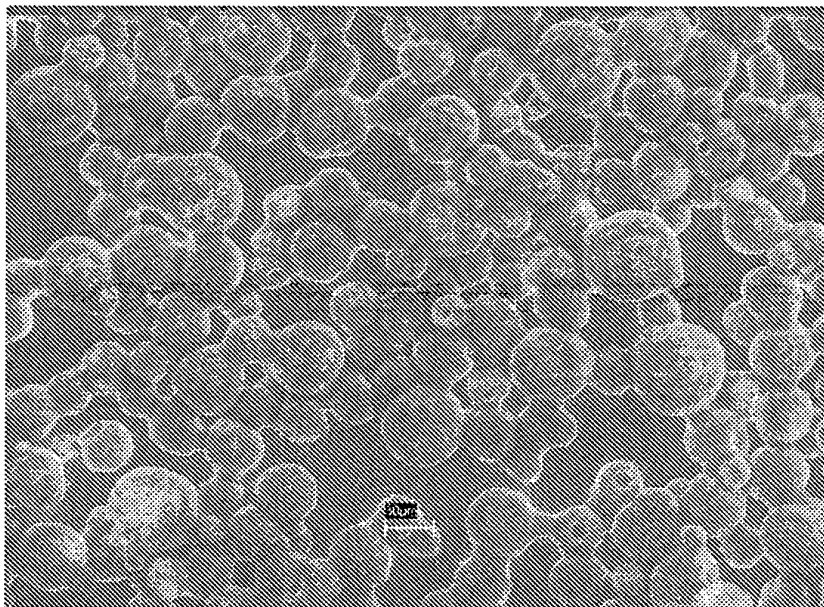


FIG. 4

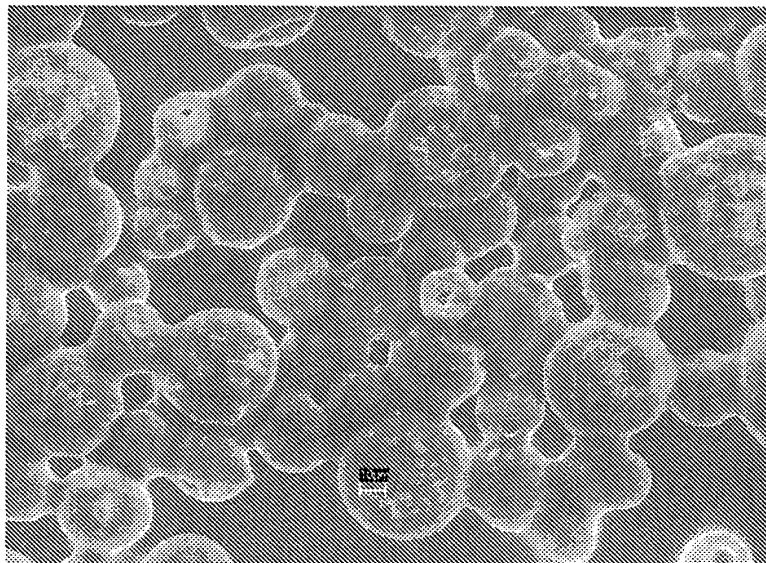


FIG. 5

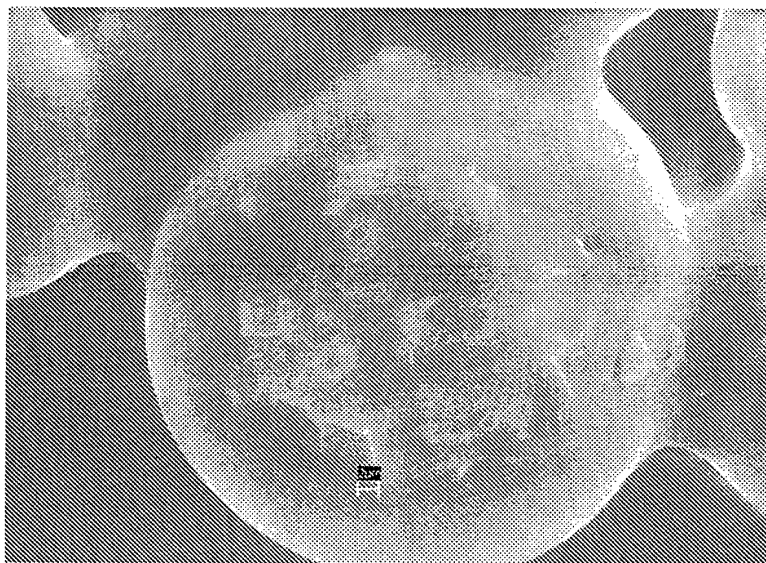


FIG. 6

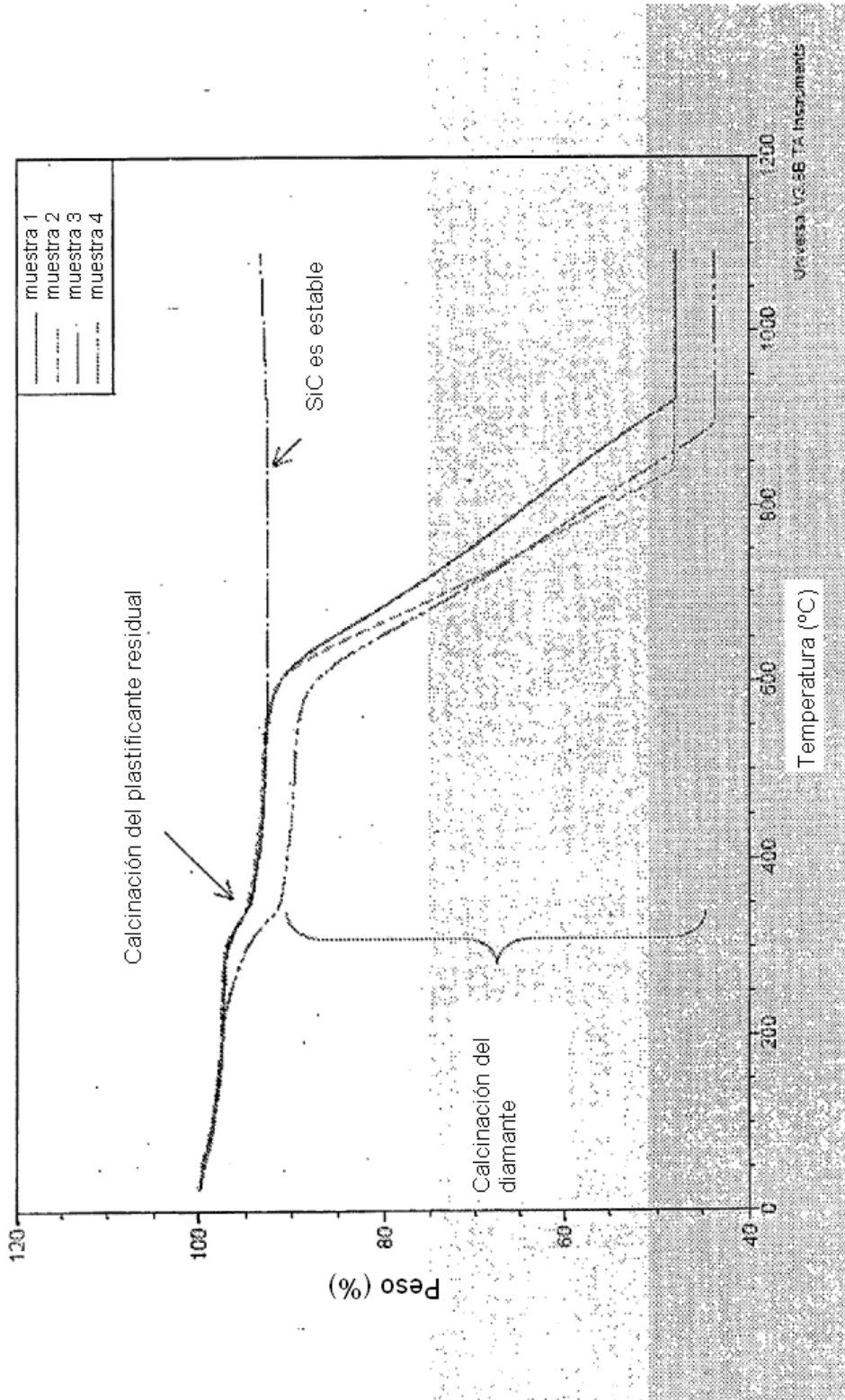


FIG. 7

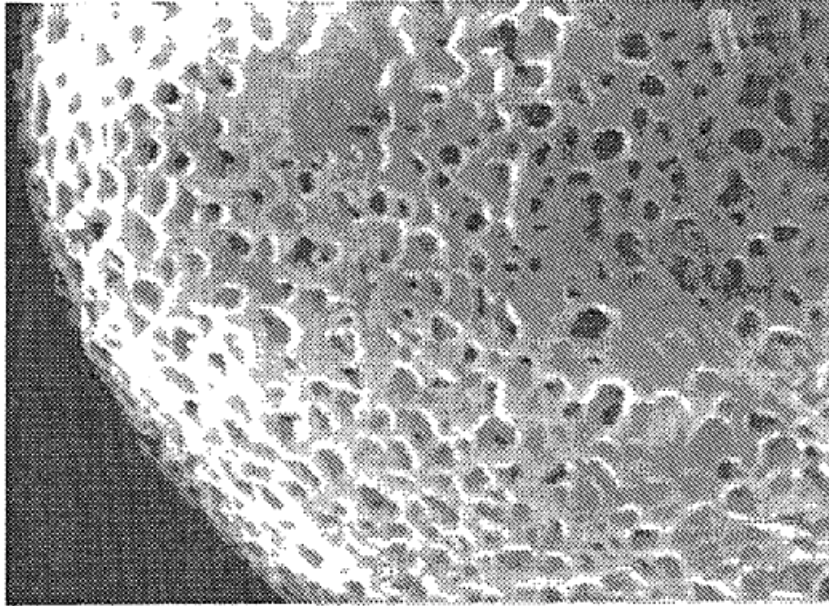
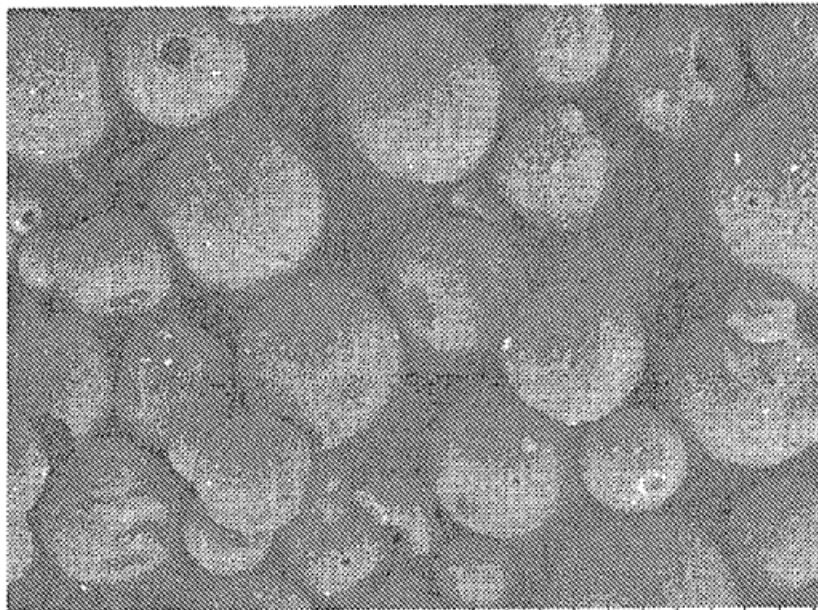


FIG. 8



Diamante 1 2007/12/14 L 100 um

FIG. 9

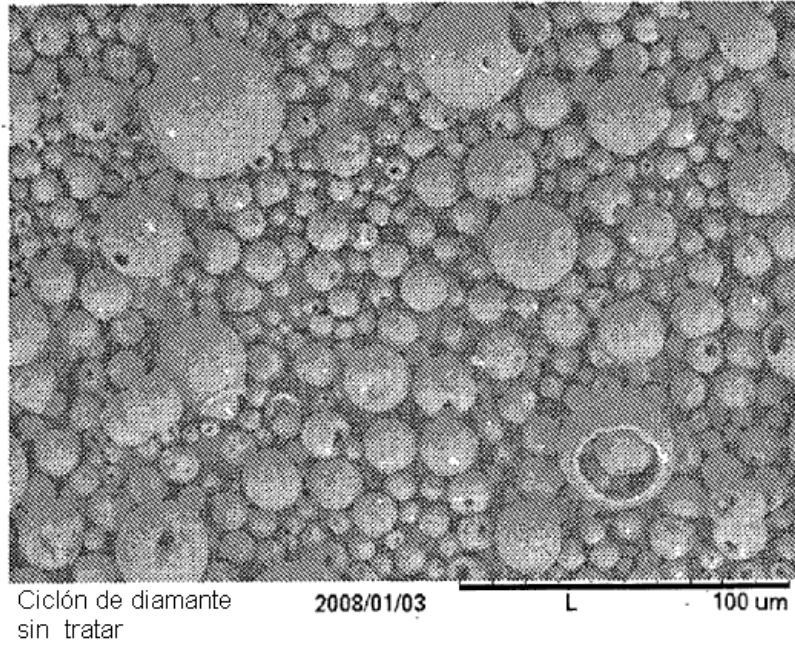


FIG. 10

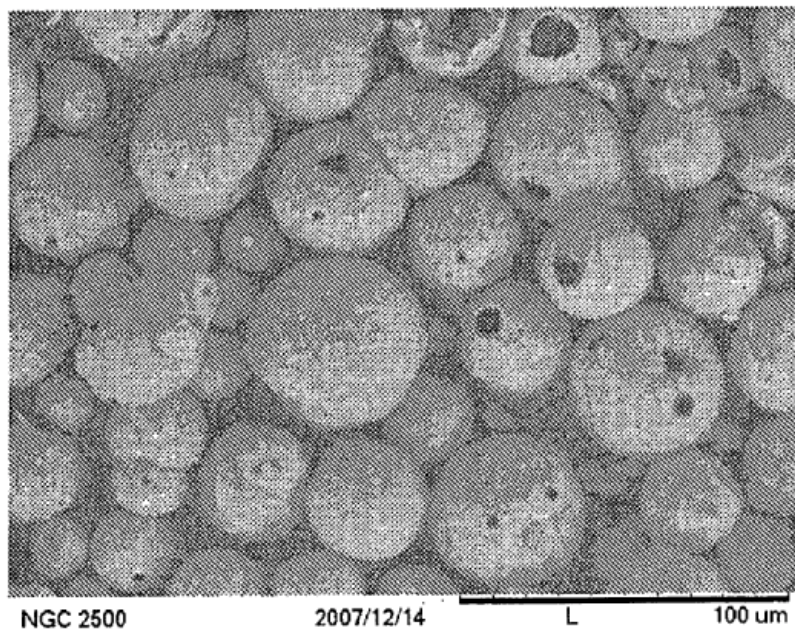


FIG. 11

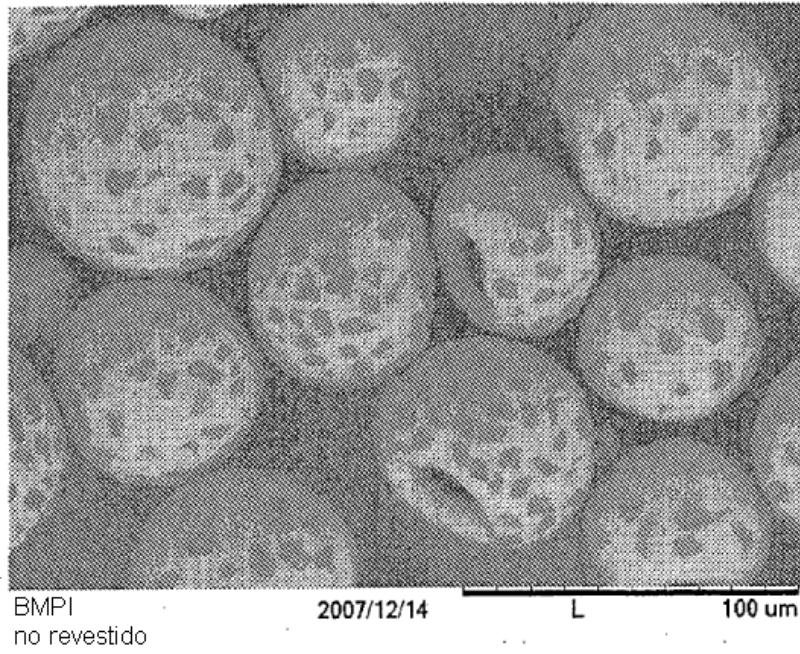


FIG. 12

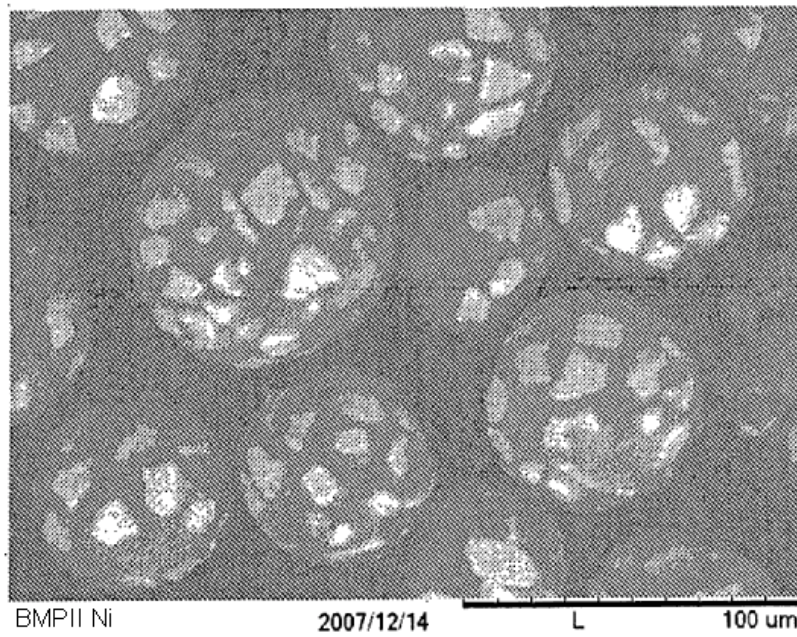


FIG. 13

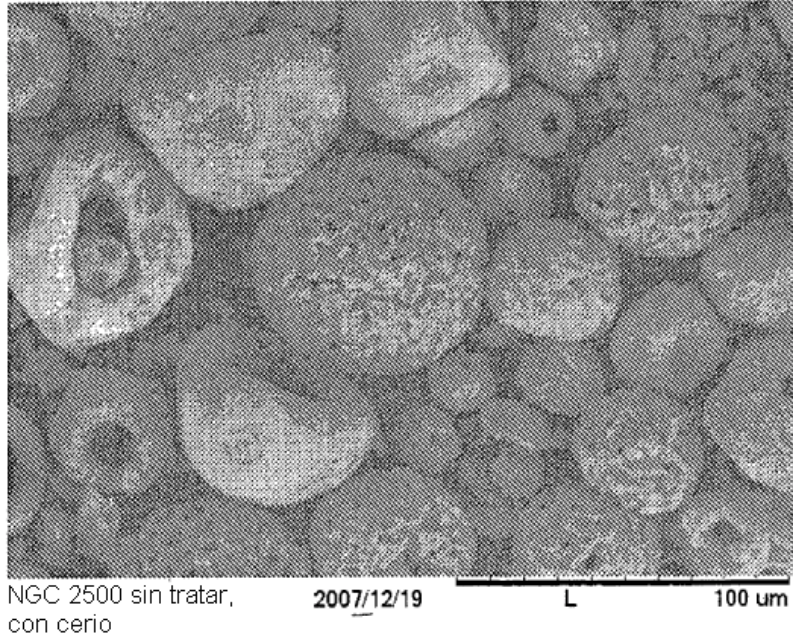


FIG. 14

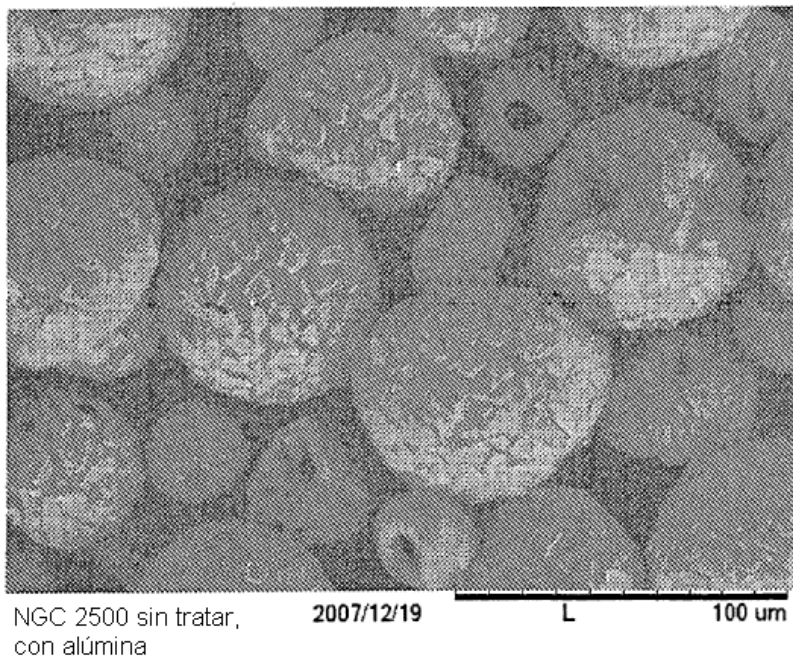
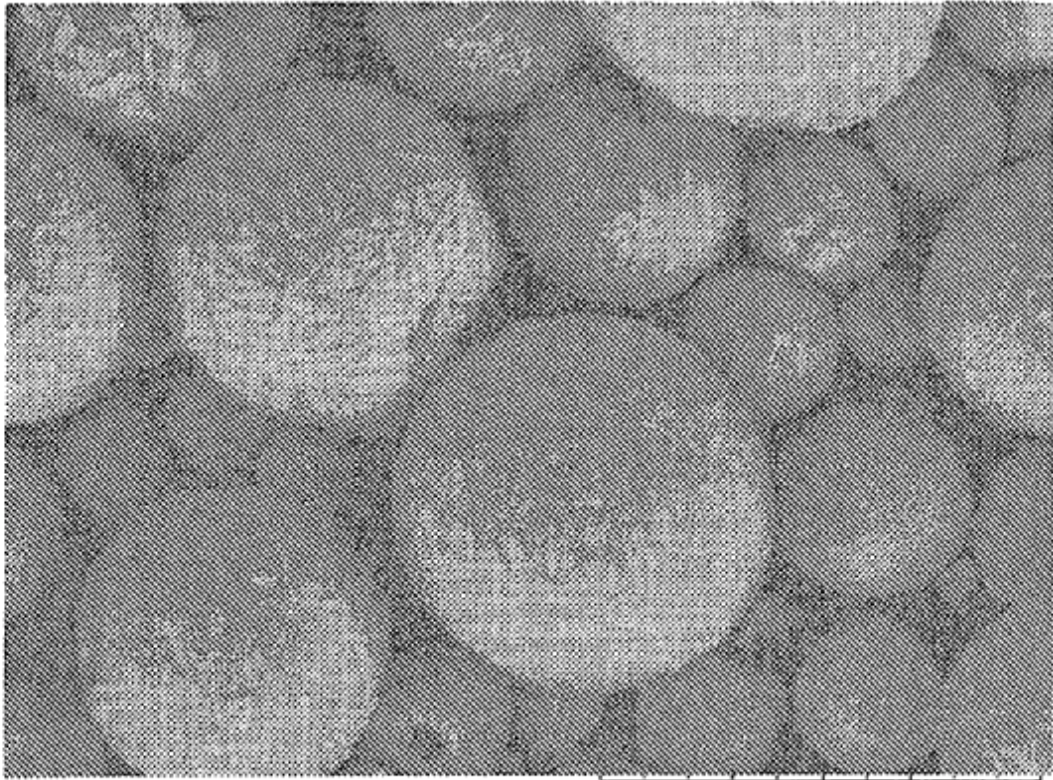


FIG. 15



NGC 2500 sin tratar,
con sílice

2007/12/19

L

100 um

FIG. 16